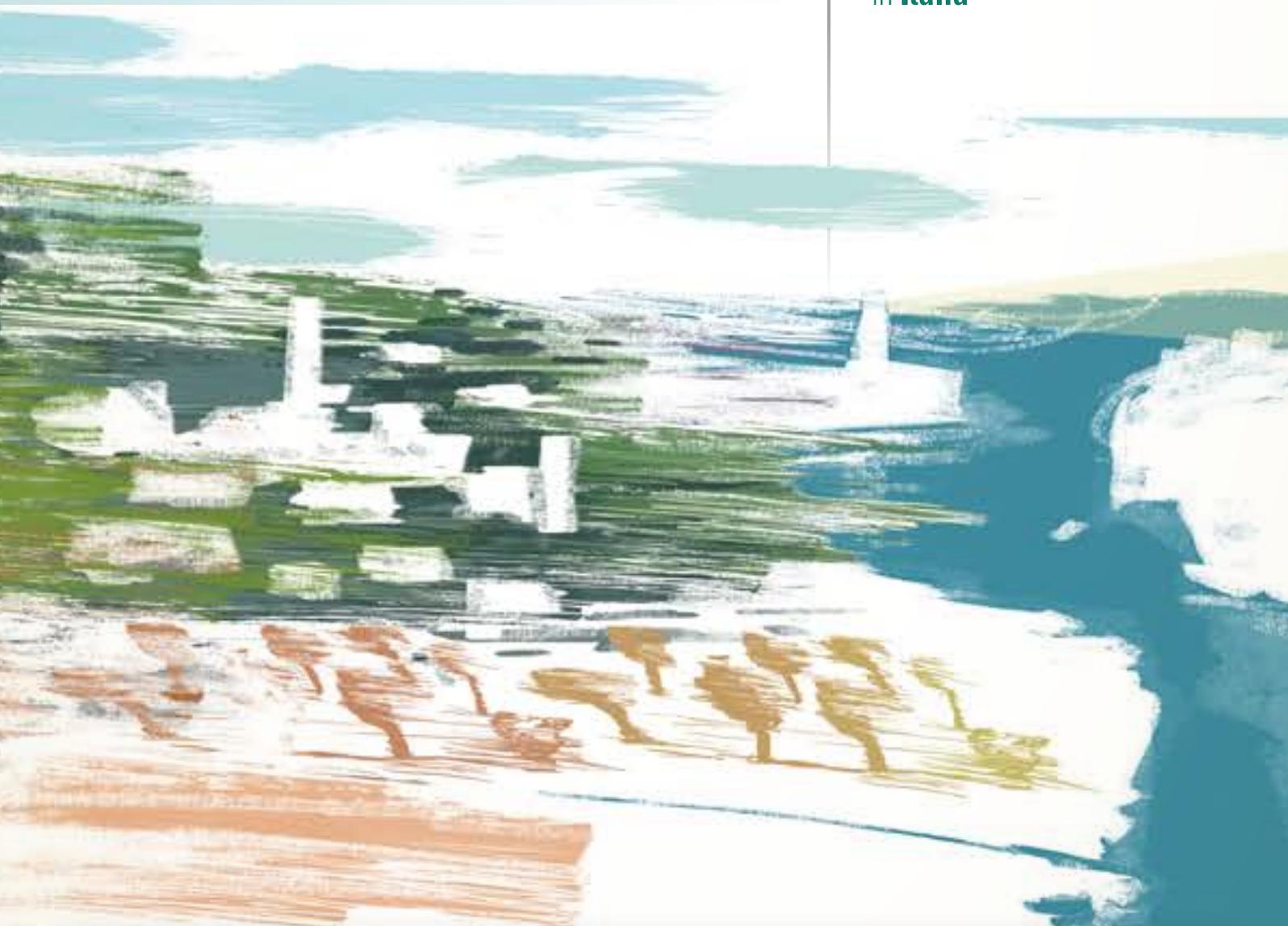


RELAZIONE SULLO STATO DELLA GREEN ECONOMY

2019

Focus sugli
impatti economici
dei cambiamenti climatici
in **Italia**



FONDAZIONE
PER LO SVILUPPO
SOSTENIBILE

Sustainable Development Foundation



ECOMONDO

Organizzato da
**ITALIAN
EXHIBITION
GROUP**

2019

RELAZIONE SULLO STATO DELLA GREEN ECONOMY

si ringrazia per il sostegno a questa pubblicazione:



RELAZIONE SULLO STATO DELLA GREEN ECONOMY - 2019

a cura di Edo Ronchi

Gruppo di lavoro

Per la Fondazione per lo sviluppo sostenibile

Alessandra Bailo Modesti, Andrea Barbabella, Claudio Cesaretti, Massimo Ciuffini, Giuseppe Dodaro, Toni Federico, Stefano Leoni, Delia Milioni, Raimondo Orsini, Anna Pacilli, Anna Parasacchi, Emmanuela Pettinao, Luca Refrigeri, Lorenzo Soprano

Inoltre: Massimo Tavoni, Francesco Bosello, Shouro Dasgupta (European Institute on Economics and the Environment), Chiara Montanini (Italy4Climate), Grazia Barberio, Marco Alvisi (Enea)

Ringraziamo per la collaborazione

Michele Munafò (Ispra), Alessandra Astolfi (Ecomondo)

Fondazione per lo sviluppo sostenibile

Via Garigliano 61A - 00198 Roma

tel. 06.8414815 - fax 06.8414853

info@susdef.it

www.fondazionevilupposostenibile.org

Illustrazioni, grafica e impaginazione

Laboratorio Linfa

Finito di stampare nel mese di Ottobre 2019

presso Pazzini Stampatore Editore

su carta riciclata Cyclus Offset

LOGO FSC

Sommario

Gli impatti economici dei cambiamenti climatici in Italia	12
Cambiamenti climatici: il contesto mondiale e europeo	13
Cambiamenti climatici in Italia osservati e futuri	23
Cambiamento climatico, una valutazione economica complessiva per l'Italia	25
Cambiamento climatico, una valutazione economica settoriale per l'Italia	30
Le tematiche strategiche della green economy in Italia	
1. Emissioni di gas serra e crisi climatica	42
2. Risparmio e efficienza energetica	44
3. Fonti rinnovabili	46
4. Economia circolare e uso efficiente delle risorse	48
5. Ecoinnovazione	50
6. Agricoltura	53
7. Territorio e capitale naturale	55
8. Mobilità sostenibile	58
9. Green city	59
La green economy a livello internazionale	
Clima e economia in un mondo più green	64
L'energia e le fonti rinnovabili	65
I flussi di materia e l'economia circolare	72
I cambiamenti climatici	74
Gli impatti dei cambiamenti climatici	79

Relazione sullo Stato della green economy - 2019

Presentazione di **Edo Ronchi**

Presidente Fondazione per lo sviluppo sostenibile

La Relazione sullo stato della green economy del 2019 presenta in apertura **un focus sugli “Impatti economici dei cambiamenti climatici in Italia”**: uno studio realizzato dall’European Institute on Economics and the Environment in collaborazione con la Fondazione per lo sviluppo sostenibile e Italy4Climate. Il 2019 è un anno di riflessione e di rilancio: l’Accordo di Parigi per il clima stenta a decollare, le emissioni mondiali di gas serra continuano a crescere, in Europa e in Italia l’impegno si è affievolito, in molte città i giovani sono scesi in piazza per chiedere maggiore impegno per il clima e il loro futuro con Greta Thunberg, una ragazzina che ha attivato un’attenzione mediatica mondiale. **I temi della crisi climatica e dell’ambiente sono oggi al centro di un dibattito pubblico e sui media come mai in passato. C’è stato un cambio di maggioranza e il nuovo governo ha posto fra le priorità programmatiche un green New Deal: una proposta che gli Stati generali della green economy sostengono da qualche anno come via per affrontare congiuntamente la crisi climatica e il rilancio dello sviluppo sostenibile dell’Italia basato sulla green economy.**

1. Gli impatti economici della crisi climatica

Lo studio che presentiamo sugli impatti economici della crisi climatica vuole contribuire a meglio definire le ragioni della green economy per un green New Deal. Quando si ragiona sui costi e gli investimenti necessari per questa epocale transizione green, non vanno trascurati i costi da evitare, o almeno da ridurre quanto più possibile, della crisi climatica. Anche in Italia. E’ invece fin troppo evidente quanto il tema, rilevantissimo, degli impatti economici della crisi climatica in Italia sia trascurato, per non dire ignorato. Ci proponiamo di sollecitare l’avvio anche in Italia di questi studi, necessari non solo per avere un’opinione pubblica più consapevole perché meglio informata, ma anche per dare un più solido supporto ai decisori politici per potere fare scelte meglio mirate delle effettive priorità, più solidamente basate su valutazioni anche economiche degli effettivi costi e degli effettivi benefici.

Questo studio, pur riconoscendo lo stadio non ottimale della ricerca in materia, fornisce alcune indicazioni di rilievo. **Con l’aggravarsi della crisi climatica, le analisi sui suoi impatti economici rilevano che in genere, anche nel recente passato, sono stati sottostimati e che lo scenario che prospettano le analisi più aggiornate è molto più preoccupante.** Il riscaldamento è globale ma, come è intuibile e verificato, è maggiore nelle aree del Pianeta più calde nelle quali, per la maggior parte, si trovano Paesi e popolazioni le cui economie hanno una grande dipendenza da agricoltura e pastorizia, dalla disponibilità di acqua e di altre risorse naturali fornite dalla terra, e dove minore è la resilienza per scarsità di risorse economiche e tecnologiche: ciò alimenterà nuova povertà, nuova e maggiore instabilità globale, con una crescita di conflitti e di nuovi e consistenti fenomeni migratori.

L’Italia, pur non essendo fra queste aree più povere e vulnerabili, è tuttavia, per la sua collocazione mediterranea, uno dei Paesi europei più esposti alla crisi climatica: proseguendo con il trend attuale potremmo avere perdite di alcuni punti percentuali di Pil già a metà secolo e fino al 10% del Pil nella seconda metà del secolo. Colpisce in questa analisi anche il **rilevante aggravamento, causato dalla crisi climatica, del divario delle condizioni economiche del Sud Italia rispetto al resto del Paese.** I danni economici maggiori in Italia sarebbero quelli causati dalle alluvioni; quelli all’agricoltura per una variazione delle produzioni e una diminuzione delle rese; al turismo per le ondate di calore, l’avanzamento dell’erosione delle

spiagge, la mancanza di neve in montagna, la frequenza degli eventi atmosferici estremi. I costi dei consumi di energia elettrica per il raffrescamento continueranno a crescere e anche quelli, di più complessa quantificazione, sanitari per l'aumento delle patologie legate all'aumento delle temperature.

2. Le tematiche strategiche della green economy

Per rispettare l'Accordo di Parigi l'Italia deve impegnarsi molto di più nella riduzione delle sue emissioni di gas serra. In Italia, infatti, non diminuiscono dal 2014: **nel 2018 sono state 426 Mt di CO₂eq, erano 428 Mt nel 2017 e circa 426 Mt nel 2014.** Secondo

EMISSIONI
DI GAS SERRA

Eurostat, nel 2017 l'Unione europea ha ridotto le proprie emissioni di gas serra di oltre il 23% rispetto a quelle del 1990: il Regno Unito le ha ridotte del 40%, la Germania del 28%, l'Italia, che partiva da emissioni pro capite minori, ha realizzato il 17%, simile alla Francia con il 15%. Negli ultimi quattro anni (2014-2017), tuttavia, l'impegno europeo per il clima si è affievolito: in tutti i Paesi, a eccezione del Regno Unito, il processo di riduzione delle emissioni si è fermato e le emissioni europee sono cresciute dello 0,6%. Oltre alla Polonia, gli aumenti maggiori si sono registrati in Francia e Spagna (rispettivamente +2% e +4%), mentre in Italia e Germania intorno allo 0,5%. In Italia preoccupa anche il rallentamento della riduzione dell'intensità carbonica del Pil: da 360 tCO₂eq per milione di euro di Pil registrati nel 2005 alle 286 del 2014. Invece le riduzioni di intensità carbonica negli anni successivi sono state ben minori: le stime per il 2018 indicano un valore di 265 tCO₂eq/M€₂₀₁₀. Se non si interverrà con decisione interrompendo la serie modesta degli ultimi quattro anni e riavviando il processo di decarbonizzazione del Paese, non sarà possibile rispettare nemmeno il modesto target del 37% di riduzione delle emissioni di gas serra al 2030 indicato nella bozza di Piano nazionale per l'energia e il clima (Pnec), come contributo alla riduzione del 40% a livello Ue. Ma, come è noto, è ormai aperta una riflessione europea e internazionale per migliorare gli impegni nazionali di riduzione al 2030 al fine di allinearli con la traiettoria dell'Accordo di Parigi e quindi contenere l'aumento della temperatura media globale ben al di sotto dei 2°C. **Per allinearsi con tale traiettoria occorrerebbe tagliare le emissioni al 2030 non del 37%, ma almeno del 50%. Visto che, secondo Ispra, con le misure attuali, compreso l'Ets, si arriverebbe al 2030 a 380 MtCO₂eq di emissioni, per dimezzarle a 260 Mt occorrerebbero misure aggiuntive per tagliare altre 120 Mt al 2030.**

Le alte temperature sono il pericolo climatico più urgente per le città in termini di rischi per la vita umana, secondo i dati forniti dalla piattaforma europea Climat Adapt.

GREEN CITY

Lo studio Peseta III stima che, senza misure di adattamento, la mortalità correlata alle ondate di calore in Europa, nell'ambito dello scenario di riscaldamento elevato, aumenta notevolmente (un fattore di aumento di 50) rispetto al periodo attuale, con circa 132.000 decessi aggiuntivi nell'Ue. La maggior parte dell'aumento assoluto potrebbe verificarsi nelle regioni dell'Europa meridionale e dell'Europa centrale. Secondo la Eea, l'aumento delle temperature nella regione Mediterranea sarà superiore alla media europea. In Europa, il 66% delle città ha un piano di mitigazione, ma solo il 26% un piano di adattamento, il 17% ha realizzato piani di adattamento e mitigazione congiunti mentre circa il 30% manca di qualsiasi forma di piano locale per il clima. **In Italia, secondo i dati forniti dal Patto dei Sindaci, su 376 azioni complessive, 358 sono riferite alla mitigazione e solo 18 all'adattamento.** Nell'aprile 2013, l'Unione europea ha formalmente adottato la Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici, nella quale sono stati definiti principi, linee guida e obiettivi della politica comunitaria in materia di adattamento climatico, con lo scopo di promuovere piani e misure a livello nazionale coordinate e coerenti con i piani nazionali per la gestione dei rischi naturali e antropici. **Va segnalato il significativo ritardo nell'adozione di misure di adattamento al cambiamento climatico da parte delle città italiane.** In 30 hanno aderito alla Dichiarazione per l'adattamento climatico

delle green city, presentata dal Green City Network promosso dalla Fondazione per lo sviluppo sostenibile, che punta a incentivare un maggiore e più qualificato impegno delle città italiane. Le 10 proposte della Dichiarazione forniscono indirizzi aggiornati per città più resilienti e meno vulnerabili, più capaci di affrontare i cambiamenti climatici con gli interventi, necessari e possibili, per prevenire e limitare rischi e danni.

EFFICIENZA ENERGETICA

Le misure adottate per l'efficienza energetica non sono sufficienti a raggiungere il target fissato. Secondo la bozza del Pnec l'Italia dovrebbe ridurre di 9,3 Mtep i suoi consumi finali di energia nel prossimo decennio, arrivando a 103,8 Mtep al 2030. Dal 2005 in Italia abbiamo avuto un significativo disaccoppiamento fra la crescita dei consumi energetici e quella del Pil, con un significativo miglioramento dell'intensità energetica. Nell'ultimo quadriennio, invece, in concomitanza con una ripresa economica anche se modesta, **il consumo interno lordo di energia è tornato a crescere: da 166 a oltre 170 Mtep tra 2014 e 2017. I dati preliminari forniti dal Mise per il 2018 confermano tale trend.** Si tratta del principale driver che ha portato all'arresto del processo di decarbonizzazione illustrato in precedenza. Nel 2018 i consumi finali di energia sono aumentati dell'1,5%, trainati da quelli dei trasporti, cresciuti del 3,2%: il tasso di crescita più alto del settore degli ultimi vent'anni. Il settore più energivoro del Paese resta quello civile (terziario e residenziale), che assorbe oltre il 40% dei consumi, anch'esso in leggero aumento (+0,7%). L'industria, il settore economico che più ha risentito della crisi, segna negli ultimi tre anni una leggera ripresa dei consumi energetici, che rappresentano il 22% di quelli totali.

RINNOVABILI

Le fonti energetiche rinnovabili (Fer), con circa 22 Mtep, hanno soddisfatto il 18,3% del fabbisogno energetico dell'Italia nel 2017, contro il 17,5% della media europea, il 17,5% della Spagna, il 16,3% della Francia, il 15,5% della Germania e il 10,2% del Regno Unito. **La buona performance dell'Italia è tuttavia rallentata negli ultimi anni, con una crescita di appena 300 ktep fra il 2013 e il 2016, performance parzialmente migliorata nel 2017 con un aumento rispetto all'anno precedente di circa 900 ktep.** I dati provvisori del Gse per il 2018 indicano, però, un consumo da fonti rinnovabili pari a 21,8 Mtep, ovvero 200 ktep in meno rispetto al 2017. La quota di rinnovabili sui consumi complessivi del Paese è cresciuta solo di un punto percentuale nell'arco degli ultimi cinque anni: **un tasso di crescita troppo basso e insufficiente.** L'obiettivo del 30% di Fer indicato per il 2030 nel Piano energia e clima in corso di definizione - pur insufficiente per rispettare la traiettoria dell'Accordo di Parigi - richiederebbe invece che ogni anno fosse conseguito un punto percentuale di crescita. Nei trasporti la quota di rinnovabili nel 2016 era stata del 7,5%, scesa nel 2017 al 6,5%: è uno dei settori ove la penetrazione delle fonti rinnovabili è più impegnativa e nel quale **gli obiettivi previsti dal Pnec (21,6% di quota Fer nei trasporti e oltre 3.000 ktep fra biocarburanti e mobilità elettrica rinnovabile al 2030) appaiono oggi decisamente lontani.**

I consumi di fonti rinnovabili per gli usi termici, con 11,2 Mtep nel 2017, rappresentano la metà dei consumi complessivi di energia rinnovabile e sono cresciuti del 6% sull'anno precedente, raggiungendo il 20% di consumi termici totali. La biomassa rappresenta quasi i tre quarti delle rinnovabili termiche in Italia e quasi la totalità della parte rimanente è riconducibile alle pompe di calore che, secondo il Pnec, dovrebbero raddoppiare e arrivare all'85% della crescita delle rinnovabili termiche al 2030. Il trend di aumento delle pompe di calore degli ultimi anni è invece largamente insufficiente per raggiungere l'obiettivo: siamo infatti cresciuti solo dai 2.500 ktep del 2013 ai 2.650 ktep stimati nel 2017, che restano all'incirca stabili anche nel 2018. Tra le altre fonti termiche sono da segnalare le difficoltà che continua a incontrare la crescita del solare termico: sempre tra il 2013 e il 2017 è salito solo da 168 a circa 210 ktep e sembrerebbe rimanere stabile anche nel 2018, mentre invece dovrebbe raggiungere quasi 800 ktep nel 2030 secondo le previsioni del Pnec. **Complessivamente anche i trend registrati dalle fonti rinnovabili termiche sono insufficienti per cogliere l'obiettivo della bozza di Pnec di 14,7 Mtep al 2030.**

Mentre nel 2017 la produzione di elettricità da fonti rinnovabili aveva raggiunto il picco più basso degli ultimi cinque anni, le stime preliminari del Mise per il 2018 mostrano segnali positivi: la produzione di elettricità da fonti rinnovabili ha quasi raggiunto i 115 TWh, contribuendo per il 34,5% alla domanda di energia elettrica (+3%). L'inversione di tendenza è trainata principalmente dalla ripresa del settore idroelettrico grazie alle condizioni climatiche più favorevoli (+10 TWh rispetto all'anno precedente, dato reale). A esclusione dell'idroelettrico, però, il 2018 ha segnato una contrazione netta della produzione elettrica da parte di tutte le fonti rinnovabili, soprattutto del fotovoltaico, che ha ridotto la produzione di quasi il 7%. Il dato preliminare 2018, normalizzato dal Gse, indica una situazione pressoché identica all'anno precedente, con il 34% dei consumi finali lordi elettrici coperto da fonti rinnovabili. La produzione di elettricità da fonti rinnovabili in Italia, più che raddoppiata tra il 2007 e il 2013, arrivando a oltre 110 TWh, **a partire dal 2014 ha arrestato la sua crescita per la forte riduzione della produzione idroelettrica e per il rallentamento delle nuove rinnovabili** (dal 2007 al 2013 sono stati installati in media ogni anno quasi 5 GW di nuova capacità, nei quattro anni successivi la media è scesa a 1 GW/anno).

Per l'economia circolare alcuni indicatori tipici segnalano un buon livello europeo per l'Italia.

Per la produttività delle risorse (misurata in euro di Pil per kg di risorse consumate) l'Italia nel 2017 si attesta, per il sesto anno consecutivo, al 2° posto fra i cinque principali Paesi europei, con 3,5 euro/kg, dietro al Regno Unito ma davanti a Francia, Spagna e Germania, al di sopra della media europea che è di 2,2 euro/kg. Il consumo interno dei materiali (Dmc) pro capite in Italia è sceso da 9,5 t/persona nel 2012, a 8,3 nel 2017, con una riduzione del 12%: un consumo minore della media europea, oltre che di Spagna, Regno Unito, Francia e Germania.

ECONOMIA CIRCOLARE

Nel 2017 sono state riciclate in Italia 14 milioni di tonnellate (Mt) di rifiuti urbani, pari al 47,7% dei rifiuti prodotti. Rispetto ai principali Paesi europei, il nostro si colloca al secondo posto dietro alla Germania e supera di due punti percentuali la media Ue. Nel 2017 sono state riciclate in Italia circa 99 Mt di rifiuti speciali (+8% rispetto al 2016), pari al 68% dei rifiuti prodotti (+1 punto percentuale rispetto al 2014). Questi dati non registrano ancora gli effetti delle difficoltà del riciclo dei rifiuti prodotte in Italia dal blocco causato dalle note difficoltà dell'end of waste autorizzato, caso per caso, dalle Regioni: situazione che dovrebbe essere stata poi sbloccata da una nuova norma introdotta a ottobre. Per il tasso di utilizzo circolare dei materiali (Cmu) che misura il grado di impiego dei materiali riciclati in relazione all'uso complessivo di materie prime, secondo Eurostat, nel 2016 l'Italia è terza, superiore alla media Ue, preceduta da Francia e Regno Unito, seguita da Germania e Spagna.

L'ecoinnovazione, misurata utilizzando come indicatore la spesa pubblica in ricerca (l'input dell'ecoinnovazione) in Italia, tra il 2000 e il 2017 segna un aumento del 34%, ma con una contrazione dal 2016 al 2017. Nel 2017 l'Italia **si colloca dunque in una posizione arretrata,**

sotto la media europea: al 22° posto con l'1,35% del Pil, rispetto al 2,06% della media Ue28. Utilizzando come indicatore la brevettazione (output di ecoinnovazione), abbiamo invece un risultato più positivo: siamo al 4° posto nella Ue28 per numero di brevetti, dopo Germania, Francia e Regno Unito.

ECOINNOVAZIONE

Un settore molto importante per l'ecoinnovazione è la digitalizzazione. Secondo l'indicatore Digital Economy and Society Index (Desi), l'Italia si posiziona al di sotto della media europea e fra le ultime in Europa, 24° fra i 28 Stati membri: è sotto la media europea in materia di connettività e di servizi pubblici digitali; la copertura a banda larga veloce e la diffusione del suo utilizzo sono in crescita, ma sempre sotto alla media, mentre sono ancora molto lenti i progressi nella connettività superveloce. Tre persone su dieci non utilizzano ancora Internet abitualmente e più della metà degli italiani non possiede competenze digitali di base. Tale carenza nelle competenze digitali si riflette anche in un minore utilizzo dei servizi online, dove si registrano pochi progressi.

AGRICOLTURA

Nel 2018 si è assistito a una lieve ripresa del settore agricoltura, silvicoltura e pesca, con un aumento dello 0,6% della produzione e dello 0,9% del valore aggiunto. Con un valore aggiunto dell'agricoltura pari a 32,2 miliardi di euro correnti, l'Italia si trova al vertice della classifica europea 2018, mentre in termini di valore della produzione è seconda solo alla Francia. Tra gli aspetti che maggiormente caratterizzano l'agricoltura nazionale vi è certamente la continua crescita del settore del biologico: **al 31 dicembre 2017 le superfici coltivate con metodo biologico interessano 1.908.653 ettari, con un incremento del 6,3% rispetto all'anno precedente e del 71% rispetto al 2010.** La Sau (superficie agricola utilizzata) biologica rappresenta il 15,4% di quella totale (era l'8,7% nel 2010), collocando il nostro Paese al secondo posto in Europa, dietro alla Spagna, per estensione totale di colture biologiche. **L'Italia è inoltre prima al mondo per quantità di produzioni a Indicazione geografica, che costituiscono una componente importante dell'agroalimentare di qualità.** Nel 2017 sono state ben 822 e rappresentano il 27,3% di quelle registrati in Europa, meglio della Francia (22,7%) e della Spagna (10,9%). L'agricoltura italiana si è contraddistinta anche per una apprezzabile e crescente diversificazione dell'attività produttiva, finalizzata sia a un uso più efficiente delle risorse – in risposta agli effetti dei cambiamenti climatici – sia a migliorare il proprio posizionamento competitivo rispondendo alle nuove domande del mercato.

TERRITORIO E CAPITALE NATURALE

Nel 2018 il consumo di suolo in Italia, anche se in lieve calo rispetto all'anno precedente, resta elevato: ancora 51 chilometri quadrati di territorio consumati, in media circa 14 ettari al giorno, secondo l'annuale Rapporto dell'Ispra. Il consumo di suolo danneggia sia l'agricoltura sia il capitale naturale, che è un valore importante. L'Italia rimane, infatti, uno dei Paesi europei più ricchi di biodiversità, con una flora vascolare costituita da oltre 6.700 specie e una fauna composta da circa 58.000 specie. Le 871 aree protette tutelano oltre 3 milioni di ettari di superficie a terra (poco più del 10% del totale), circa 2.850 ettari a mare e 658 chilometri di costa. I boschi infine, in crescita in Italia, rappresentano, una componente di primaria importanza del capitale naturale. **Nelle intenzioni della nuova Pac (Politica agricola comune), l'agricoltura europea dovrà rafforzare il suo ruolo di strumento chiave per la conservazione della biodiversità e l'incremento della qualità ecologica dei territori.**

TRASPORTI

L'elettrificazione del parco veicoli italiano da fonti rinnovabili, che insieme ai biocarburanti rinnovabili e sostenibili rappresenta il futuro di una mobilità a basse o nulle emissioni di carbonio, procede ancora lentamente. Benché sia uno dei Paesi dell'Ue con la quota più alta (circa l'8,5%) delle auto con carburanti alternativi – a Gpl o a gas naturale e, negli ultimi anni, anche con la crescita di auto ibride – **l'Italia sconta uno storico ritardo nella penetrazione di auto elettriche: sono meno di 10.000 quelle vendute mentre in Germania sono 68.000.** Anche se, grazie ai recenti incentivi, da gennaio a giugno 2019 le immatricolazioni di auto elettriche sono state 4.995, con un aumento del 119,2% rispetto allo stesso semestre del 2018. **La quota dei motoveicoli elettrici nel 2018 ha raggiunto i 6.211, pari solo allo 0,07% del totale.** Secondo i dati pubblicati dall'Associazione nazionale delle organizzazioni di trasporto pubblico (Asstra), la flotta di **autobus pubblici** è diminuita nell'arco dell'ultimo decennio, passando da oltre 58.000 unità nel 2005 a circa 51.000 nel 2017. Nel 2018 il 99% della flotta di autobus per servizi extraurbani contava su veicoli diesel e sull'1% dei veicoli a metano, mentre per quelli urbani i diesel rappresentavano il 71% contro il 27% di veicoli a metano e **il 2% di veicoli elettrici e ibridi.** **Alcune città italiane hanno tuttavia avviato la transizione verso l'elettrico:** il comune di Milano ha in uso 25 autobus elettrici e l'Azienda trasporti milanesi (Atm) ha annunciato che entro il 2020 acquisterà solo autobus elettrici e che entro il 2030 l'intera flotta di autobus, circa 1.200 veicoli, sarà al 100% elettrica. Anche altri Comuni - Torino, Bergamo e Cagliari - sono attivi nell'elettrificazione della loro flotta di autobus e hanno fissato obiettivi di elettrificazione a medio termine.

3. Il quadro internazionale

La Relazione fornisce infine un quadro internazionale del cambiamento del sistema energetico e della crisi climatica globale.

Il sistema energetico mondiale, basato sui combustibili fossili, sta cambiando troppo lentamente. L'andamento in serie storica dei consumi di energia primaria per fonte **dal 1965 al 2018 indica che la quota dei fossili in energia primaria è scesa solo di 12 punti, dal 94% a poco meno dell'82%**. E ancora nel 2018 **l'aumento dell'uso dell'energia è stato coperto per il 71% con fonti fossili. Il consumo di energia è cresciuto nel 2018 a un tasso del 2,9%**, il massimo dal 2010. La Cina, gli Stati Uniti, con il più alto ritmo di crescita in trent'anni, e l'India hanno rappresentato oltre i due terzi dell'aumento globale dell'uso di energia. **Il consumo di petrolio è salito dell'1,5% nel 2018**, con la Cina e gli Stati Uniti che hanno contribuito a tale incremento per circa l'85%, principalmente a causa del settore trasporti. **Il consumo di carbone, guidato per il 45% dall'India e per il 20% dalla Cina, è aumentato dell'1,4% nel 2018**, la crescita più rapida dal 2013. Il carbone detiene ancora la quota maggiore di generazione di energia elettrica con il 38%, il gas naturale è al secondo posto con il 23%. Il contributo delle energie fossili alla generazione elettrica non è variato, ma ha oscillato intorno al 64%. **L'intensità energetica è in calo ma solo di circa lo 0,4% all'anno: per gli obiettivi di decarbonizzazione globale dovrebbe diminuire tra il 4 e il 10% all'anno.** Lo sviluppo delle fonti rinnovabili è troppo lento: i progressi rimangono concentrati nel settore elettrico, mentre nel settore termico e nei trasporti sono modesti. **A partire dal 2017, l'energia rinnovabile ha rappresentato il 18,1% del consumo totale di energia finale.** Nel 2018 è stato aggiunto un totale di 181 GW di energia elettrica rinnovabile, con un incremento costante rispetto al 2017: diventata sempre più competitiva rispetto alla generazione termica convenzionale di elettricità, **ha fornito il 26% dell'elettricità globale nel 2018.** Il settore privato svolge un ruolo chiave nel promuovere le rinnovabili: l'approvvigionamento aziendale è più che raddoppiato nel 2018. **L'utilizzo di energie rinnovabili nel riscaldamento e nel raffreddamento rimane invece limitato.** Le moderne energie rinnovabili hanno soddisfatto circa il 10% della domanda di riscaldamento e di raffrescamento di tutto il mondo nel 2016 e **la penetrazione di energia rinnovabile nei trasporti rimane bassa, raggiungendo nel 2018 solo il 3,3%.**

ENERGIA

Nel periodo dal 1970 al 2017, l'estrazione di materiali biotici e abiotici è aumentata di oltre il 240%, raggiungendo un peso globale di 92 Gt: la crescita dei consumi di materiali, che è il principale indicatore di una bassa circolarità dei sistemi economici, comporta anche un elevato consumo di energia e, dato il prevalere delle fonti fossili, anche di emissioni di gas serra.

CONSUMI DI MATERIALI

La crisi climatica globale si sta aggravando. Stanti gli attuali impegni per misure di mitigazione dichiarati dai vari Stati, siamo ben lontani dalla traiettoria dell'Accordo di Parigi per contenere l'aumento globale della temperatura ben al di sotto dei 2°C, **ma stiamo marciando verso i 3°C, ritenuto un livello di riscaldamento globale molto pericoloso, dalle conseguenze sconvolgenti.** Dopo una pausa di tre anni con emissioni globali stabili, quelle di CO₂ sono cresciute dell'1,6% nel 2017 a 36,2 Gt, con un ulteriore aumento del 2,7% nel 2018 fino a un record di 37,1 ±2 Gt. Se non si interviene rapidamente con impegni ben più consistenti di riduzione delle emissioni di gas serra la crisi climatica si aggraverà.

EMISSIONI

Nel 2017 sono stati registrati 712 eventi meteorologici estremi e sono state conteggiate perdite economiche per 326 miliardi di dollari, quasi il triplo del totale del 2016. Studi ormai consolidati indicano che aumenteranno le precipitazioni estreme con

IMPATTI

incremento dei rischi di alluvioni, mentre si ridurranno le precipitazioni totali. **La desertificazione è una delle principali calamità ambientali attuali**, che colpisce centinaia di milioni di abitanti delle terre aride. I terreni sono il fondamento della produzione e della sicurezza alimentare e forniscono anche altri servizi ecosistemici vitali per il funzionamento e la resilienza dell'ambiente naturale. Recenti ricerche e revisioni hanno delineato la **stretta interrelazione tra riscaldamento globale e degrado del suolo**. La perdita di vegetazione e il degrado del suolo aumentano la vulnerabilità degli ecosistemi all'ulteriore erosione e desertificazione. **Con l'aggravarsi del cambiamento climatico le risorse idriche diventeranno instabili e incerte, spazialmente e temporalmente**. I tassi di evaporazione ed evapotraspirazione sono soggetti a cambiamento con il rischio di accentuare la scarsità d'acqua e di comprometterne la qualità. Dove la risorsa dipende dal manto nevoso di bacino i cambiamenti nell'idrologia, già molto spesso in atto, saranno più accentuati, pur se in taluni casi questi sistemi potrebbero ricevere un maggiore apporto di acqua piovana. **L'innalzamento in corso dei livelli oceanici e marini è destinato ad aggravarsi per gli effetti a lungo termine della crisi climatica**. L'innalzamento del mare dipende per metà dall'espansione volumetrica della massa d'acqua determinata dal riscaldamento globale e dal conseguente aumento del contenuto termico degli oceani. La fusione estiva dei ghiacciai e la diminuzione delle precipitazioni nevose creano uno squilibrio tra il deflusso e l'evaporazione dell'oceano, provocando l'innalzamento dei livelli del mare. Le temperature più elevate hanno causato la riduzione delle calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartide. A questi fenomeni è imputabile l'altra metà dell'innalzamento medio dei livelli oceanici. E' comune a gran parte delle popolazioni mondiali muoversi quando possibile verso le aree costiere che oggi, a causa dei cambiamenti climatici, risultano esposte all'innalzamento del livello marino, alla forza delle mareggiate, alle inondazioni, all'erosione del litorale e alla penetrazione dell'acqua salata nelle falde acquifere dolci. **I cambiamenti climatici stanno avendo gravissime conseguenze sulla diffusione degli incendi boschivi**: i danni al capitale naturale e anche al capitale costruito sono ingenti. La maggior parte dei sistemi forestali si è evoluta in regimi nei quali gli incendi seguono cicli naturali. Altri, come quelli nel nostro Paese, subiscono incendi solo di natura dolosa. Molti dei servizi preziosi che forniscono le foreste, tra cui il legname, l'assorbimento del carbonio atmosferico, la produzione di ossigeno e gli spazi e i paesaggi per la ricreazione, vengono degradati dagli incendi violenti che tormentano l'Europa e il Nord America.

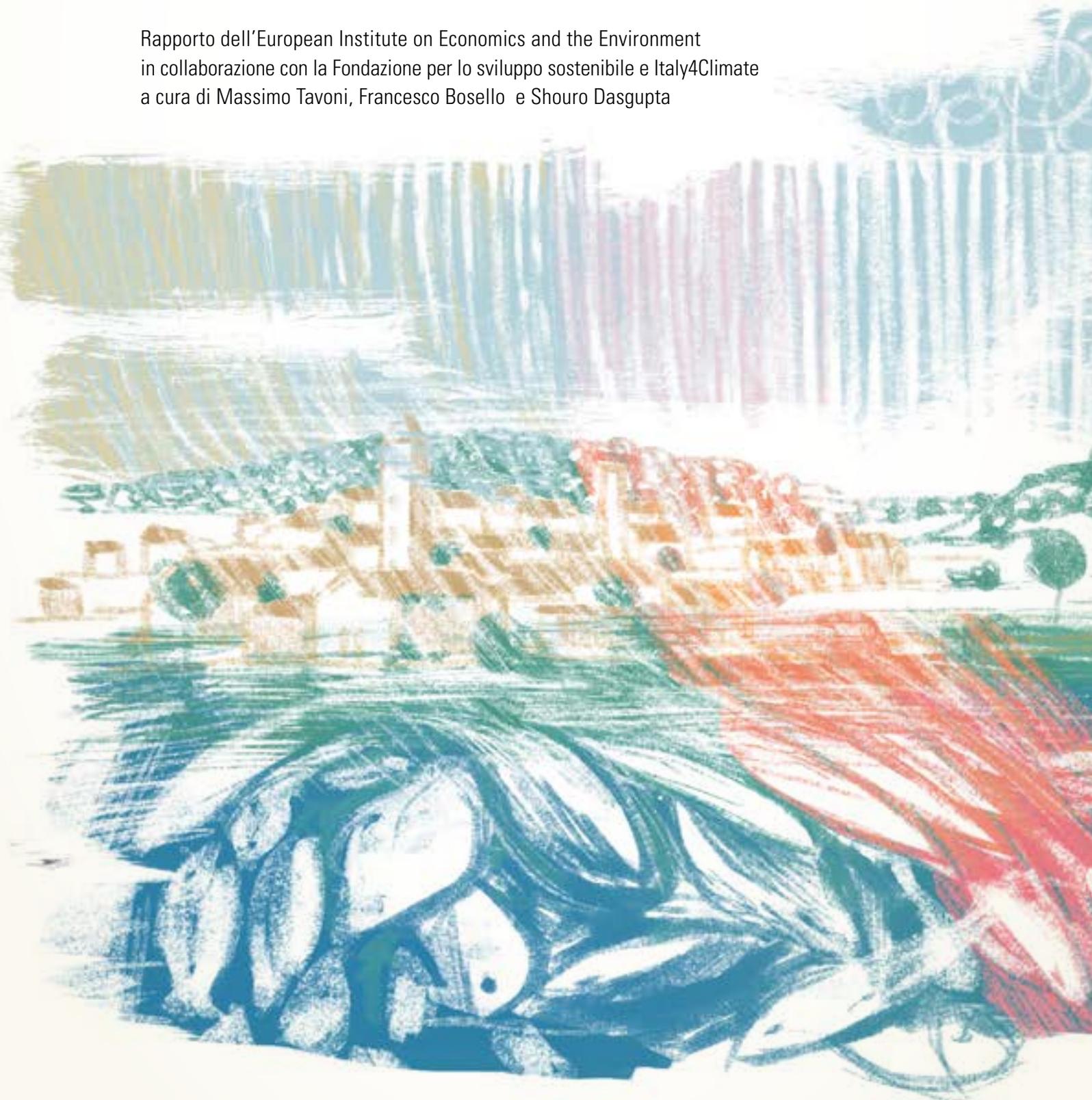
L'aggravamento degli impatti dei cambiamenti climatici, dell'esposizione e della vulnerabilità configura un livello elevato di rischio per la salute attuale e futura delle popolazioni di tutto il mondo. Si tratta degli effetti delle ondate di calore, degli impatti sulle capacità di lavoro, delle malattie infettive trasmissibili e della sicurezza alimentare. **La comprensione che il clima che cambia è ormai un problema rilevante per la salute dell'uomo è un passaggio obbligato**. L'impatto delle ondate di calore è aumentato costantemente dal 1990 in ogni regione, con 157 milioni di persone in più esposte a eventi termici estremi nel 2017 rispetto al 2000 e un'esposizione media per persona aumentata di 1-4 giorni all'anno nello stesso periodo. Le popolazioni in Europa e nel Mediterraneo orientale sono particolarmente a rischio, con il 42 e il 43% di over 65 vulnerabile all'esposizione al caldo e quindi a cause di morbilità e mortalità come stress termico, malattie cardiovascolari e malattie renali. Sono particolarmente vulnerabili gli individui portatori di malattie cardiovascolari, diabete, malattie respiratorie croniche e quelli che vivono in aree urbane. In tutte le regioni del mondo, la proporzione di popolazione vulnerabile all'esposizione alle ondate di calore è in aumento.

Nel saggio della Banca mondiale del 2018 si calcola che, senza concrete azioni di mitigazione climatica e di sviluppo sostenibile, più di 143 milioni di persone, il 2,8% della popolazione delle aree più colpite (Sud Est asiatico, Africa subsahariana e America latina), potrebbero essere costrette a spostarsi per sfuggire agli impatti dei cambiamenti climatici.

Focus

Gli **impatti economici** dei cambiamenti climatici in **Italia**

Rapporto dell'European Institute on Economics and the Environment
in collaborazione con la Fondazione per lo sviluppo sostenibile e Italy4Climate
a cura di Massimo Tavoni, Francesco Bosello e Shouro Dasgupta



Sommario esecutivo

Il cambiamento climatico indotto dall'azione umana rappresenta **una delle grandi minacce e delle grandi sfide** di questo secolo. Avendo cambiato la composizione dell'atmosfera a livelli mai visti negli ultimi centinaia di migliaia di anni, e continuando a farlo in modo crescente, il clima attuale e ancora più quello futuro sono stati **modificati in modo irreversibile**. Gli impatti climatici e fisici del riscaldamento globale sono stati discussi in diversi studi, che hanno evidenziato come aumenti di temperature oltre i 2°C possano innescare reazioni a catena incontrollabili.

In questa sezione della Relazione ci chiediamo **quali saranno le conseguenze economiche di un clima che cambia** per il mondo, per l'Europa e per il nostro Paese. Abbiamo riassunto gli studi scientifici più recenti e **per la prima volta analizzato migliaia di dati ad alta risoluzione** climatici ed economici per l'Italia. Il risultato è **una nuova stima dell'impatto del cambiamento climatico sulla performance economica dell'Italia**. In aggiunta, abbiamo riportato le stime di impatti per i principali settori economici del nostro sistema produttivo.

I risultati del rapporto dimostrano chiaramente **come gli impatti economici del clima siano molto più significativi** di quanto precedentemente calcolato. A livello globale, gli ultimi studi prevedono che a 3°C di aumento di temperatura (siamo già oggi a +1°C) si associno perdite di Pil mondiali tra il 15 e il 60%. Le nuove analisi **per l'Italia mostrano perdite di Pil di oltre l'8%** nella seconda metà del secolo: le nostre stime sono **oltre sette volte superiori** a quelle precedentemente effettuate.

Il riscaldamento globale non solo rallenterà la crescita, ma **aumenterà le disuguaglianze economiche**. Già oggi, un quarto della disuguaglianza globale tra Paesi è stata attribuita al cambiamento climatico. Stime prevedono che i **danni economici nel sud Europa saranno otto volte maggiori di quelli del nord**. Le aree del Paese più calde, che sono anche quelle tipicamente più povere, risentiranno molto di più dell'innalzamento delle temperature. **I nostri calcoli** basati su una **metodologia innovativa** nel campo dell'analisi degli impatti economici del cambiamento climatico che analizza la relazione storica fra temperatura e crescita economica usando dati a elevata risoluzione spaziale, applicata qui per la prima volta al caso italiano, **suggeriscono un aumento della disuguaglianza regionale in Italia del 60%** nella seconda metà del secolo. L'aumentata iniquità causata dal cambiamento climatico si aggiunge ai trend correnti di concentrazione della ricchezza e al cronico gap nord-sud.

L'impatto complessivo sul Pil, in uno scenario di cambiamento climatico incontrastato, è elevato configurando una perdita potenziale superiore all'8% verso fine secolo. La proiezione rimane comunque soggetta a **profonda incertezza e a fattori non anticipabili e potenzialmente dirompenti**.

Inoltre, la crescita economica è una misura imperfetta di benessere e i consumi delle famiglie sono previsti risentire maggiormente del cambiamento climatico. Oltre all'inevitabile necessità di mitigare le emissioni di gas serra a livello globale, l'adattamento ai cambiamenti climatici giocherà un ruolo fondamentale nel contrastare gli impatti economici previsti.

1 CAMBIAMENTI CLIMATICI: IL CONTESTO MONDIALE E EUROPEO

*Questo capitolo si prefigge di rispondere alle seguenti domande:
come evolverà il clima del nostro pianeta nel futuro?*

Come possiamo valutare gli impatti economici e sociali del cambiamento climatico?

Quali saranno i danni economici globali e per l'Europa?

1.1 Il problema clima e il futuro che ci attende

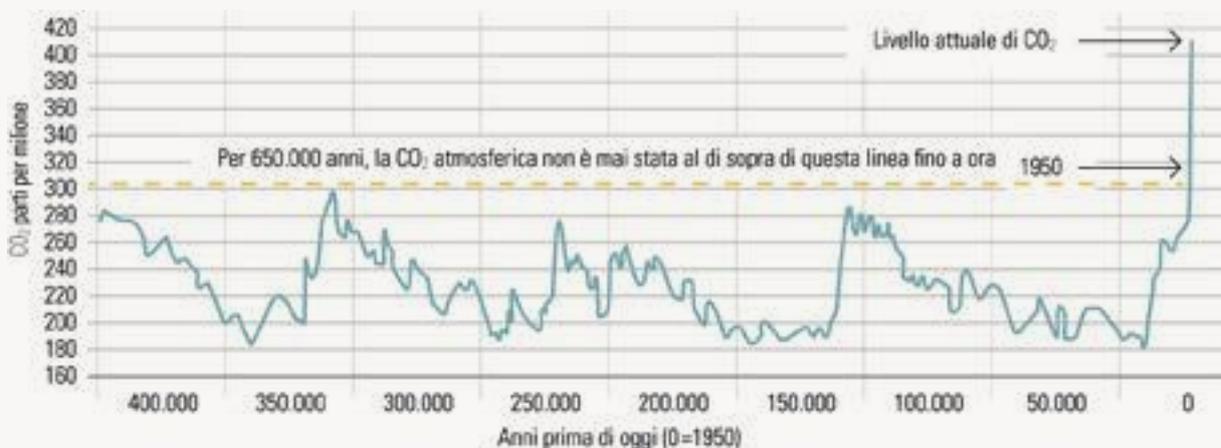
Le attività umane hanno modificato profondamente la composizione dell'atmosfera del nostro pianeta. Come si vede in Figura 1, la concentrazione di anidride carbonica (CO₂) ha superato le 400 parti per milione (ppm) e ora si trova sopra 410, il livello più alto degli ultimi centinaia di migliaia di anni o forse più. Livelli simili di CO₂ erano presenti in atmosfera circa 3 milioni di anni fa, quando sia la temperatura media globale che il livello del mare erano significativamente più alti di oggi.

L'aumento delle concentrazioni di gas serra in atmosfera ha determinato una serie di variazioni climatiche. Queste includono l'innalzamento del livello del mare, i cambiamenti regionali nelle precipitazioni, gli eventi meteorologici estremi più frequenti come le ondate di calore e l'espansione dei deserti. La temperatura globale è aumentata di circa 1°C dall'inizio del secolo scorso. Come si vede in Figura 2, gli aumenti della temperatura superficiale non sono uniformi. Le temperature terrestri sono salite di circa il doppio

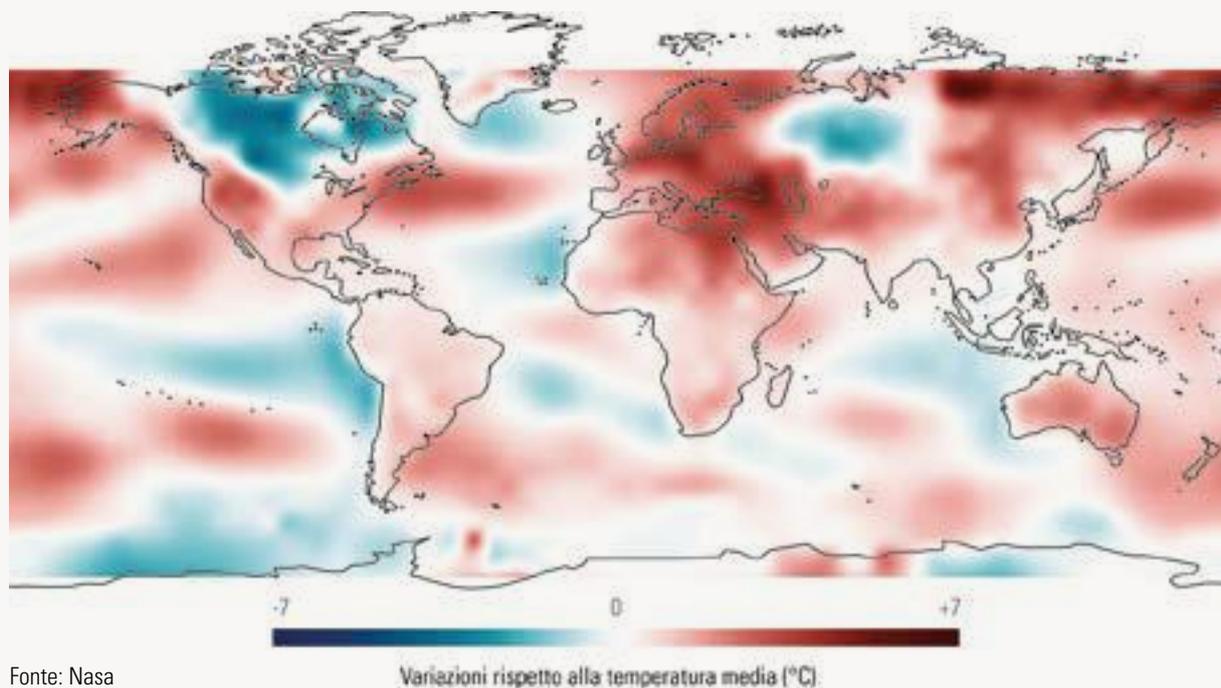
rispetto alle temperature oceaniche medie globali. Ciò è dovuto alla maggiore capacità termica degli oceani e al fatto che gli oceani perdono più calore per evaporazione. L'emisfero settentrionale e il Polo nord si sono riscaldati molto più velocemente del Polo sud e dell'emisfero australe. Gli aumenti della temperatura superficiale sono maggiori nell'Artico, con il continuo ritiro di ghiacciai, permafrost e ghiaccio marino.

Le cause di questi cambiamenti climatici sono complesse ma riconducibili con altissima probabilità alle emissioni di gas serra come anidride carbonica, metano, diossido di azoto e altri causati dall'uomo. Di questi gas serra, il più importante è la CO₂, che ha contribuito e contribuirà maggiormente al cambiamento climatico. Le emissioni di CO₂ sono cresciute in modo relativamente lineare negli ultimi sessant'anni: oggi il mondo aggiunge in atmosfera ogni anno circa 40 miliardi di tonnellate di CO₂ e questo numero cresce di circa il 2% ogni anno. Durante tutto il secolo scorso, Europa e Stati Uniti sono stati i Paesi che più hanno contribuito

Figura 1 Concentrazioni di CO₂ in atmosfera negli ultimi 400.000 anni



Fonte: Nasa

Figura 2 Variazioni di temperatura nel 2018 rispetto alla media del periodo 1981-2010

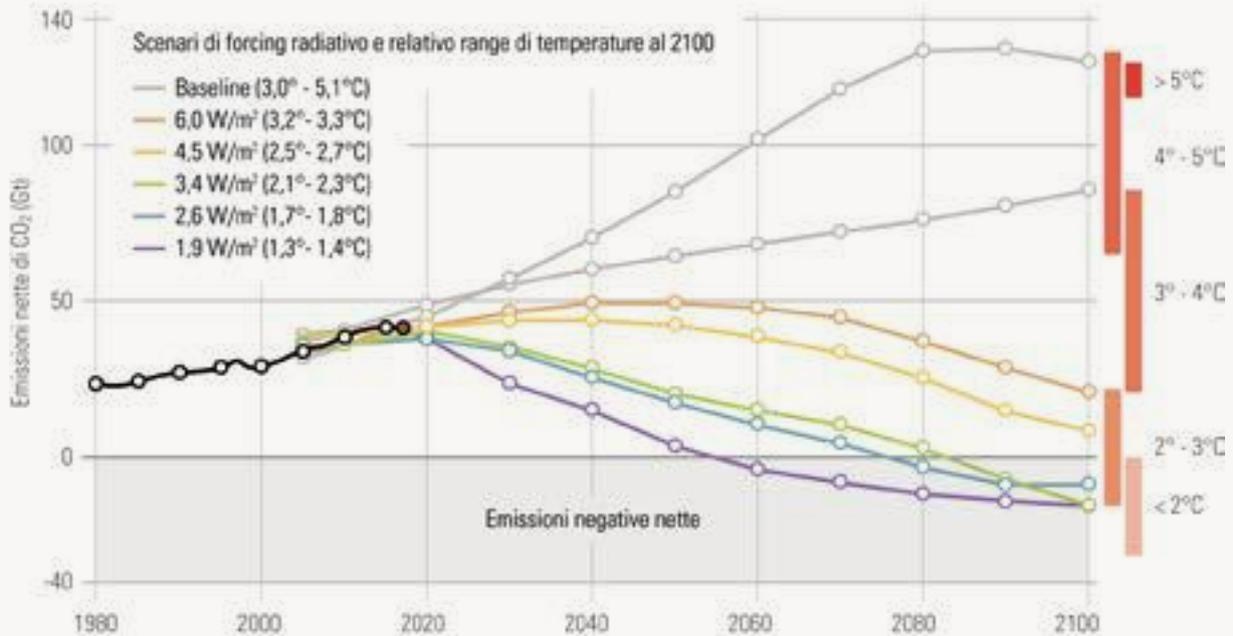
alle emissioni di CO₂. Recentemente la Cina - sotto la pressione della fortissima espansione economica - è diventata il primo Paese emettitore al mondo, mentre le emissioni europee sono in leggero calo, anche grazie alle politiche di decarbonizzazione dell'Unione. I Paesi industrializzati rimangono comunque quelli con le maggiori emissioni per abitante e sicuramente con il maggiore contributo storico al riscaldamento globale.

È infatti importante ricordare che il riscaldamento del pianeta dipende in modo diretto dalla somma delle emissioni passate, presenti e future, indipendentemente da dove queste provengano. Pertanto, in aggiunta al riscaldamento odierno di circa 1°C imputabile alle emissioni storiche, il pianeta continuerà a surriscaldarsi fino a quando le emissioni globali rimarranno positive.

La Figura 3 riporta diversi scenari futuri di emissioni di CO₂ e i conseguenti aumenti di temperatura a fine secolo. Se le emissioni future aumenteranno in modo simile a quanto successo nel passato (scenari 'Baseline' nella figura), la temperatura mondiale è prevista crescere di 4-5°C. Un aumento di questo genere sarebbe catastrofico per il pianeta, con conseguenze come la scomparsa totale del ghiaccio marino artico e la distruzione delle barriere coralline. Scenari di contenimento delle temperature richiedono uno scostamento significativo dai trend passati. Questi

scenari variano nella loro intensità di trasformazione, ma allo stesso tempo hanno alcuni elementi ricorrenti. Le emissioni devono incominciare a scendere il più presto possibile, tramite soluzioni come l'efficientamento, la rinuncia al carbone e la promozione di elettricità verde. Devono continuare a diminuire per un periodo variabile da 30 a 50 anni per raggiungere la neutralità carbonica, con la decarbonizzazione di settori come quello industriale, residenziale e del trasporto. E, se possibile, devono compensare l'eccesso di concentrazioni di CO₂ assorbendola nella parte finale del secolo.

Indipendentemente dallo scenario futuro di sviluppo, il clima cambierà. Le temperature sono previste aumentare di 2-3°C in Europa già a metà secolo. Il sud e l'est dell'Europa sono le zone dove l'aumento di temperatura sarà più significativo. Poiché il sud Europa è già più caldo del resto dell'unione, si prevede che gli impatti maggiori si avvertiranno proprio lì. L'ultimo rapporto dell'Ipcc (Sr15) ha evidenziato come il bacino del Mediterraneo sia una zona particolarmente a rischio di un aumento significativo di eventi siccitosi, anche in scenari con significative riduzioni delle emissioni di gas serra. L'Italia sarà un Paese particolarmente esposto: l'aumento della temperatura massima sarà di oltre 2°C già a metà secolo. Gli aumenti saranno particolarmente significativi nei mesi estivi dell'anno, quando le previsioni suggeriscono variazioni fino a

Figura 3 Scenari al 2100 per emissioni di gas serra e aumenti delle temperature globali


Fonte: Nasa

+5°C. Uno studio appena pubblicato¹ ha analizzato il clima futuro di diverse città del mondo, trovando che la temperatura massima in città come Milano e Torino al 2050 potrebbe aumentare di 8°C. L'innalzamento delle temperature porterà a un deterioramento degli indici di siccità soprattutto nella seconda metà del secolo.

L'ultimo rapporto speciale dell'Ipcc su 1,5°C ha evidenziato come il bacino del Mediterraneo sia un hot spot del cambiamento climatico, con notevoli

impatti già a 1,5°C di riscaldamento e ancora maggiori per 2°C. I modelli climatici si trovano d'accordo su un futuro deficit di precipitazioni nel bacino mediterraneo, amplificato da un forte surriscaldamento regionale. Gli studi provano forti rischi di siccità nell'Europa del sud e nord Africa, dimostrati da cambiamenti di diversi indicatori, come i giorni consecutivi secchi e le precipitazioni al netto dell'evapotraspirazione.

1.2 Come valutare gli impatti socio-economici del riscaldamento globale

L'analisi economica dei cambiamenti climatici è resa difficile da una serie di fattori. Innanzitutto, la quantificazione dei costi e dei benefici dell'azione climatica è molto complicata. La stima del valore dei danni causati dai cambiamenti climatici dipende da più parametri i cui valori appropriati sono stati discussi per decenni (ad esempio, il valore appropriato del tasso di sconto) o che sono molto difficili da quantificare (per esempio, il valore degli impatti non di mercato, gli effetti economici delle perdite nei servizi ecosistemici e il potenziale di adattamento, che dipende dal tasso e dai tempi dei cambiamenti climatici e dal contenuto socio-economico).

Due sono gli approcci tradizionali per valutare percorsi alternativi di emissioni di gas serra: analisi

costi-efficacia (Cea) e analisi costi-benefici (Cba). La Cea mira a identificare i percorsi di emissione minimizzando i costi di mitigazione totali per raggiungere un dato limite di riscaldamento. La Cba ha l'obiettivo di identificare la traiettoria ottimale delle emissioni minimizzando i flussi scontati di spese di abbattimento e danni monetari ai cambiamenti climatici. Un terzo concetto, il costo sociale della CO₂ (Scc), misura i danni netti totali di una tonnellata extra di emissioni di CO₂ dovute al cambiamento climatico associato. Gli impatti negativi e positivi sono monetizzati, scontati e il valore netto è espresso oggi come una perdita equivalente di consumo.

La valutazione dei danni futuri e dei costi marginali di abbattimento include una serie di giudizi di valore

normativo, in particolare nel modo in cui sono trattati i danni non di mercato e la distribuzione dei danni tra Paesi e individui e tra generazioni attuale e future. Poiché i danni climatici si accumulano in misura maggiore in futuro e persistono per centinaia di anni, ipotesi e approcci per determinare il tasso di sconto sociale e la funzione di benessere sociale influenzano pesantemente i risultati.

Come si vede dalla Figura 4, la stima del costo sociale è profondamente influenzata dal tasso di sconto temporale. Il valore centrale a oggi è di 42 dollari/tCO₂ se si usa il tasso di sconto del 3% annuo, mentre è di soli 12 dollari se il tasso è al 5% (e per contro aumenta già a 62 dollari/tCO₂ se il tasso scende solo al 2,5%). Qual è il valore giusto da usare? Gli economisti hanno a lungo dibattuto su questo tema e la soluzione non è univoca, visto che dipende dalle preferenze intertemporali, che sono soggettive, e anche dal tasso di crescita economica e dalla funzione di benessere. L'attuale consenso è che sia necessario usare tassi di sconto bassi se paragonati ai tassi di mercato e ancora di più alle preferenze individuali. Un valore tra il 2 e il 3% è quello tipicamente suggerito, perché compatibile con una crescita economica sui livelli storici e una limitata disegualianza intergenerazionale.

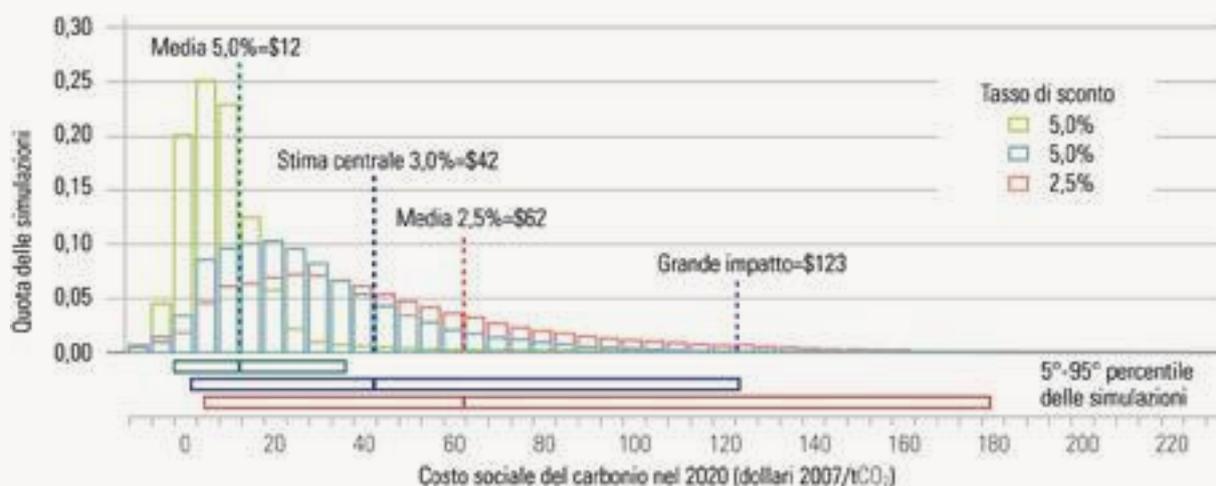
L'Agenzia statunitense dell'ambiente usa il 3% come valore di riferimento. È interessante notare dalla stessa figura come anche per un dato tasso di interesse le stime dei costi sociali della CO₂ varino enormemente. Gli intervalli 5-95 percentili del caso

centrale con tasso di sconto al 3% variano tra pochi dollari fino a ben oltre 100.

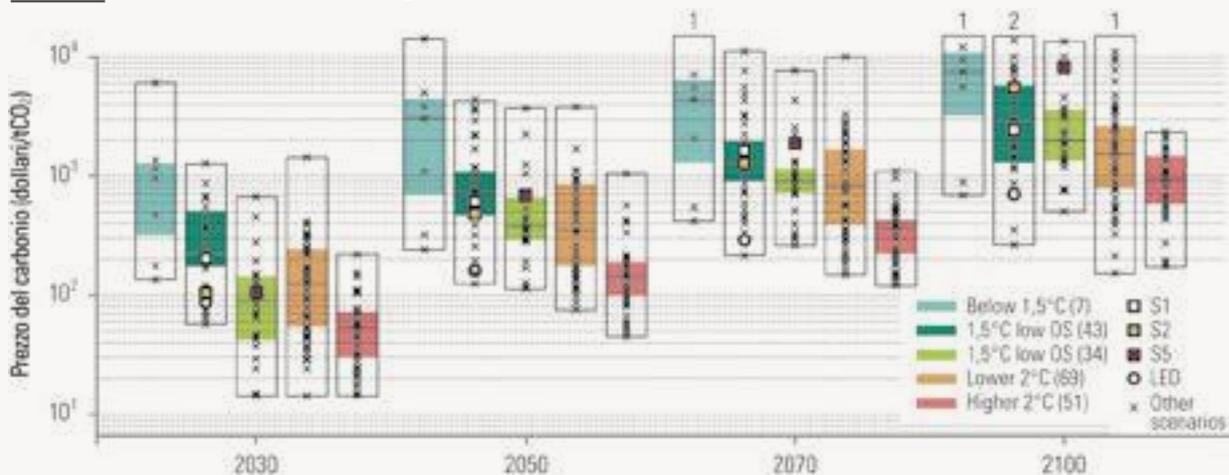
Stime più recenti, alle quali hanno contribuito anche gli estensori di questo rapporto (Ricke et. al 2018), trovano valori molto più alti, con valori centrali anche di centinaia di dollari per ogni tCO₂ emessa. Questi valori sono dello stesso ordine di grandezza dei prezzi della CO₂ necessari per stabilizzare il clima ai livelli più ambiziosi previsti dall'Accordo di Parigi. Come si vede in Figura 5, la tassa sulla CO₂ necessaria per raggiungere i 2°C al 2030 si aggira sui 50 dollari/tCO₂, valore che cresce a 100 dollari/tCO₂ per l'obiettivo di 1,5°C.

Uno degli elementi fondamentali per determinare gli impatti economici dei cambiamenti climatici e le strategie necessarie per affrontarli riguarda la definizione degli scenari socio-economici futuri. Negli ultimi anni, un team internazionale di scienziati del clima, economisti (tra i quali uno degli estensori del presente rapporto) e modellisti di sistemi energetici, ha creato una serie di nuovi "percorsi" che esaminano come la società globale, i dati demografici e l'economia potrebbero cambiare nel corso del prossimo secolo. Sono collettivamente noti come "shared socio-economic pathways" Ssp (percorsi socio-economici condivisi) (Riahi et. al 2016). Questi Ssp vengono ora utilizzati come input importanti per gli ultimi modelli climatici, alimentando il sesto rapporto di valutazione del Panel intergovernativo sui cambiamenti climatici (Ippc) che dovrebbe essere pubblicato nel 2020-

Figura 4 Stima del costo sociale della CO₂ per diversi tassi di sconto



Fonte: Agenzia della protezione dell'ambiente statunitense

Figura 5 Stima del prezzo della CO₂ necessario per rispettare i target di 1,5-2°C


Fonte: Ippc, Rapporto speciale 1,5°C

2021. Vengono anche utilizzati per esplorare come le scelte della società influenzeranno le emissioni di gas a effetto serra e, quindi, come potrebbero essere raggiunti gli obiettivi climatici dell'Accordo di Parigi. Gli Ssp descrivono cinque percorsi che il mondo potrebbe intraprendere nel futuro. Rispetto agli scenari precedenti, offrono una visione più ampia di un mondo "business as usual" senza una futura politica climatica, con il riscaldamento globale nel 2100 che va da un minimo di 3,1°C a un massimo di 5,1°C sopra i livelli preindustriali. Gli scenari dimostrano che sarebbe molto più facile mitigare e adattarsi ai cambiamenti climatici in alcune versioni del futuro che in altre. Suggestiscono, ad esempio, che un futuro con "nazionalismo risorgente" e una frammentazione dell'ordine internazionale potrebbe rendere impossibile l'obiettivo di Parigi "ben al di sotto del 2°C".

Gli Ssp si basano su cinque narrazioni che descrivono ampie tendenze socio-economiche che potrebbero modellare la società futura. Questi sono destinati a coprire la gamma di futuri plausibili. Essi includono: un mondo di crescita e uguaglianza incentrate sulla sostenibilità (Ssp1); un mondo "in mezzo alla strada" in cui le tendenze seguono ampiamente i loro schemi storici (Ssp2); un mondo frammentato di "nazionalismo risorgente" (Ssp3); un mondo di disuguaglianza sempre crescente (Ssp4); un mondo di crescita rapida e senza limiti nella produzione economica e nell'uso dell'energia (Ssp5).

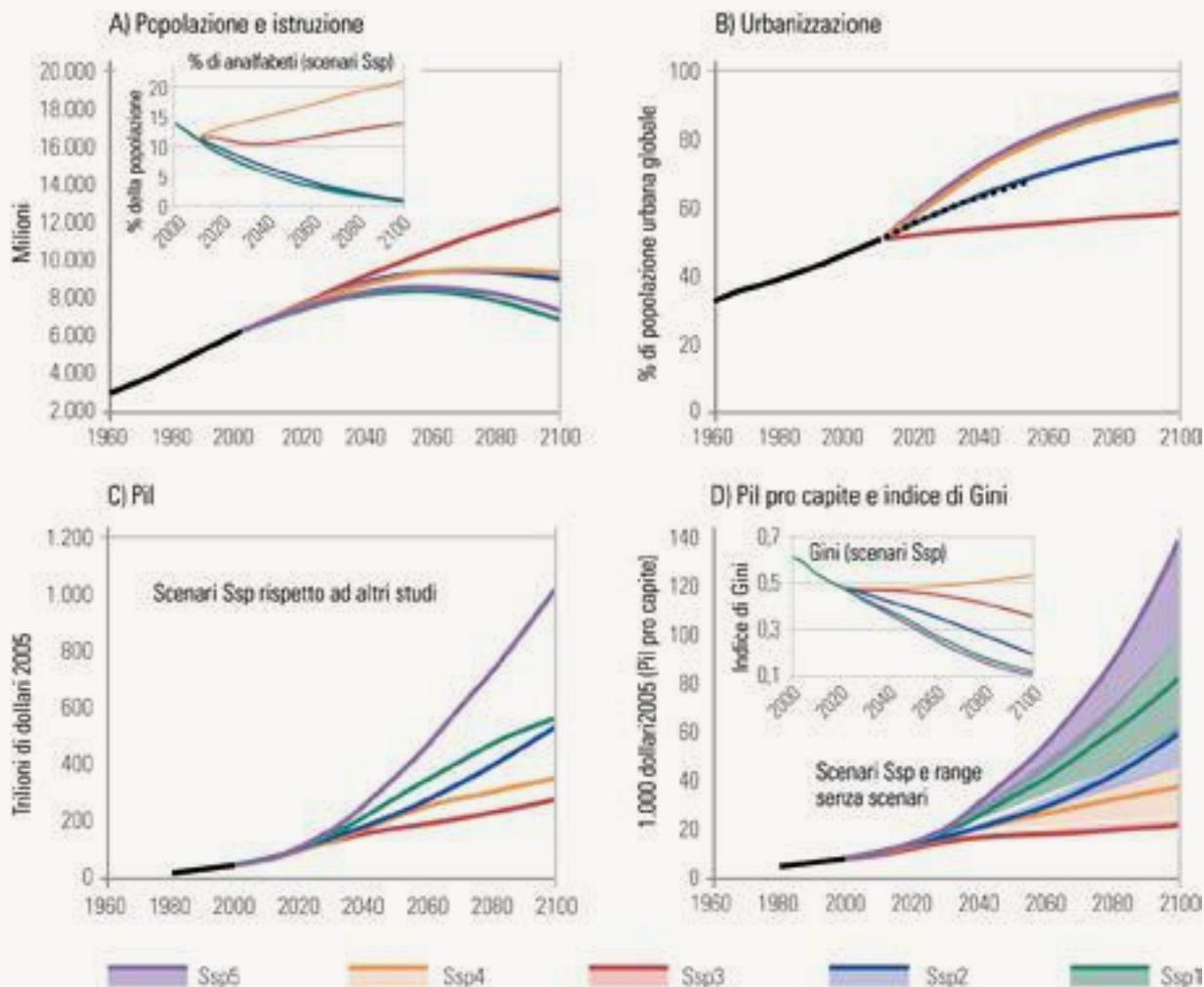
Queste narrazioni descrivono percorsi alternativi per la società futura. Presentano le basi di come apparirebbero le cose in assenza della politica

climatica e consentono ai ricercatori di esaminare le barriere e le opportunità di mitigazione e adattamento del clima in ogni possibile mondo futuro se combinato con obiettivi di mitigazione. Ssp1 e Ssp5 prevedono tendenze relativamente ottimistiche per lo sviluppo umano, con "investimenti sostanziali in istruzione e sanità, rapida crescita economica e istituzioni ben funzionanti". Si differenziano per il fatto che Ssp5 presume che questo sarà guidato da un'economia basata sui combustibili fossili ad alta intensità energetica, mentre in Ssp1 vi è un crescente spostamento verso pratiche sostenibili.

Ssp3 e Ssp4 sono più pessimisti nel loro futuro sviluppo economico e sociale, con pochi investimenti nell'istruzione o nella salute nei Paesi più poveri accoppiati con una popolazione in rapida crescita e disuguaglianze crescenti. Ssp2 rappresenta uno scenario di "mezzo della strada", i cui modelli storici di sviluppo sono proseguiti nel corso del 21° secolo.

Gli Ssp sono stati progettati per riflettere mondi in cui le sfide di mitigazione e adattamento variano da basse a molto alte. Mentre gli scenari Ssp di base presuppongono un'assenza di politica climatica, i ricercatori hanno anche voluto esaminare come le condizioni socio-economiche sottostanti avrebbero influenzato l'attuazione della politica climatica. Ad esempio, Ssp1 presenta basse sfide alla mitigazione e all'adattamento a causa del suo rapido sviluppo tecnologico, della relativa uguaglianza globale dei redditi e dell'attenzione alla sostenibilità ambientale. Ssp4, d'altra parte, presenta sfide altrettanto basse per la mitigazione a causa del

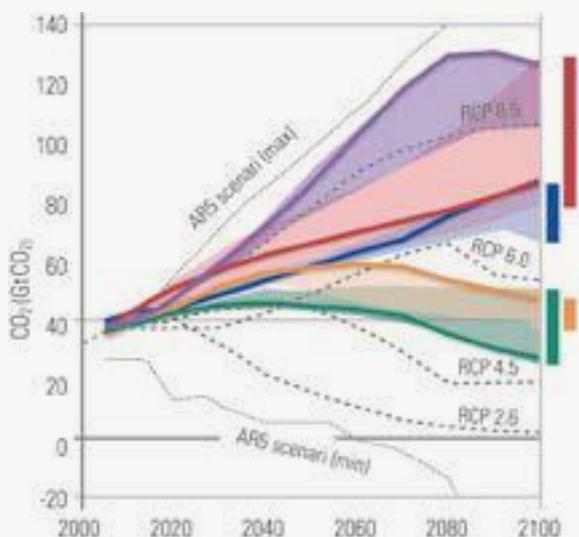
Figura 6 Principali driver degli Ssp (scenari socio-economici condivisi)



Fonte: Riahi et al., 2016

suo rapido sviluppo tecnologico, ma alte sfide per l'adattamento al clima a causa della persistente disuguaglianza e povertà in molte parti del mondo. Le principali differenze tra gli Ssp derivano dalle loro ipotesi sulla crescita della popolazione globale, sull'accesso all'istruzione, sull'urbanizzazione, sulla crescita economica, sulla disponibilità delle risorse, sugli sviluppi tecnologici e sui driver della domanda, come i cambiamenti nello stile di vita. Le principali ipotesi sottostanti gli Ssp sono mostrate in Figura 6. I diversi scenari futuri porteranno a diversi percorsi di emissione di CO₂, come mostrato in Figura 7. Come previsto, lo scenario Ssp1 ha le emissioni attese più basse, mentre per gli Ssp3 e 5 vale l'opposto. Da notare che tutti i percorsi di emissioni le prevedono in crescita o al massimo costanti, incompatibili con il mantenimento della temperatura sotto i 2°C (scenario Rcp2.6).

Figura 7 Emissioni future di CO₂ per i diversi Ssp



Fonte: Riahi et al., 2016

1.3 Gli impatti economici mondiali previsti

I cambiamenti climatici avranno profonde ripercussioni sugli ecosistemi e sugli esseri umani. Diversi di questi impatti non sono quantificabili da un punto di vista economico, perché hanno conseguenze come l'estinzione di ecosistemi e di specie. D'altro canto, alcuni impatti sono stati quantificati da un punto di vista economico e di benessere sociale, visto che il cambiamento del clima avrà ripercussioni su fattori produttivi come lavoro, capitale e risorse naturali. Gli economisti del clima hanno affrontato questo problema ormai da diversi anni, ma ancora a oggi le stime sugli impatti economici rimangono un tema di ricerca molto fertile e ancora ben lontano dall'essere consolidato.

Sono stati seguiti diversi approcci metodologici per stimare gli impatti futuri del clima. Il metodo tradizionale è quello di usare modelli economici a diversa risoluzione settoriale per valutare come il cambiamento di temperatura e precipitazioni influenzerà il Pil (prodotto interno lordo) regionale mondiale. I risultati di questa analisi sono in Figura 8, che riassume 22 studi effettuati fino al 2018. Il grafico mostra come gli impatti economici del clima siano vicini allo zero fino ad aumenti di temperatura di 2°C (si rammenti che già oggi siamo a +1°C), per

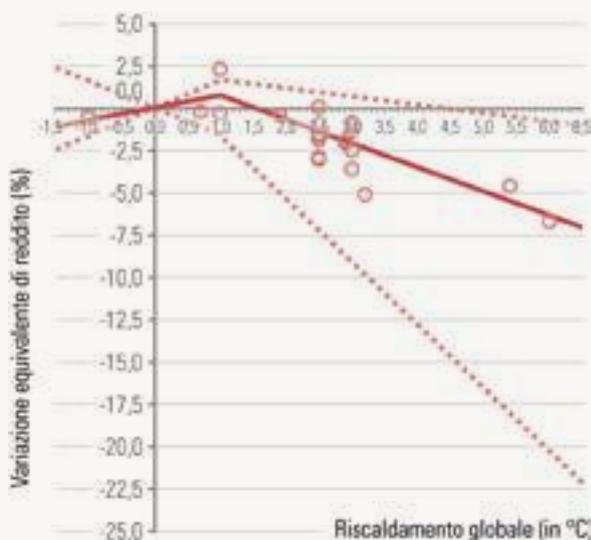
poi crescere significativamente con temperature maggiori. Da notare che la maggior parte degli studi si è concentrata su aumenti di temperatura tra 2 e 3°C, che rappresentano climi più simili a quello attuale. L'evidenza empirica per aumenti di temperatura maggiore è molto limitata e comporta grandi bande di incertezza, come evidente dallo stesso grafico. Temperature oltre i 2-3°C porterebbero effetti imprevedibili e possibili feedback positivi che rendono di fatto impossibile darne una stima economica sensata.

Recentemente, sono stati sviluppati metodi alternativi per stimare l'impatto economico del clima a partire dai dati empirici storici. Questo approccio analizza come le variazioni di temperatura degli ultimi quarant'anni hanno influenzato la crescita economica di tutti Paesi del mondo, tenendo conto delle loro diversità istituzionali, tecnologiche e climatiche. Il principale risultato di questo approccio è mostrato in Figura 9. I dati storici hanno rivelato una relazione non lineare tra temperatura e crescita economica: per i Paesi freddi (al di sotto di una temperatura 'ideale'), un aumento di temperatura potrebbe beneficiare l'economia. Per i Paesi caldi, invece, porterebbe a una diminuita crescita economica, tanto più significativa quanto più caldo è il Paese.

Applicando queste stime a diversi scenari futuri di riscaldamento (Figura 9) si ottengono perdite economiche estremamente significative e molto al di sopra di quelle mostrare in Figura 8. Ad esempio, per aumenti di temperatura globale di 3°C, si prevedono perdite di Pil mondiali tra il 15 e il 60%! È importante tenere conto che questi studi - poiché estrapolano le informazioni del passato in un futuro con un clima diverso - non includono fattori come l'innalzamento del mare, l'acidificazione degli oceani, ecc., fattori che andrebbero per lo più ad aumentare i danni economici del clima. Per contro, un'aumentata capacità di adattamento potrebbe limitare i danni.

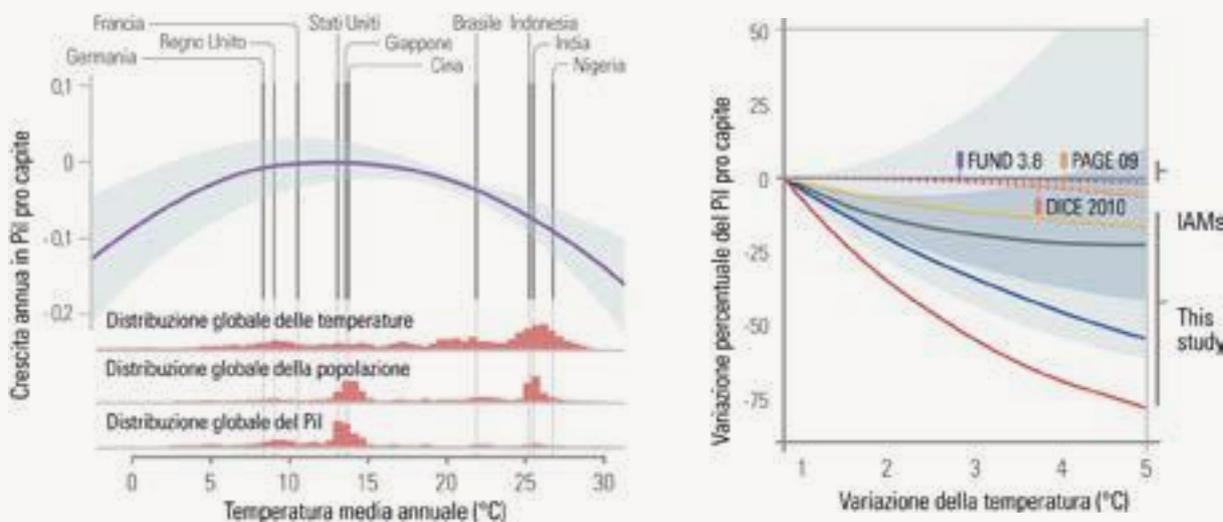
Un elemento su cui tutti gli studi di entrambi i filoni di ricerca concordano è l'avverso impatto distributivo del clima sull'economia. In altre parole, i Paesi in via di sviluppo risultano colpiti in modo molto più negativo rispetto alle economie sviluppate, evidenziando perdite di Pil elevate anche quando la perdita mondiale media è contenuta o addirittura

Figura 8 Impatti economici in termini di perdita di reddito (in %) per diversi aumenti di temperatura



Fonte: Tol, Reep, 2018

Figura 9 Aumento di temperatura e perdita di Pil mondiale (destra) e relazione fra crescita economica e temperatura (sinistra)



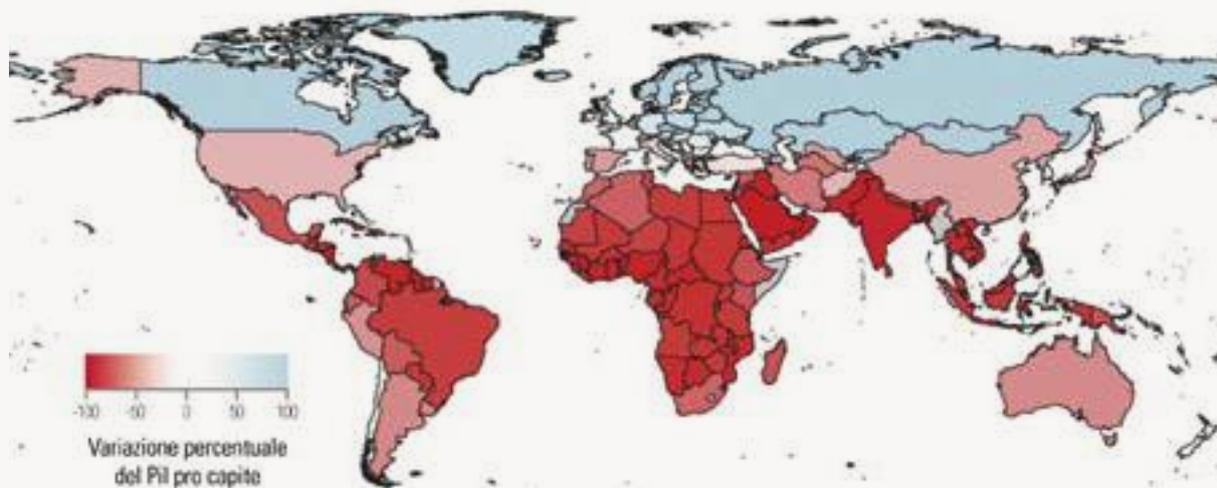
Fonte: Burke et al., 2015

leggermente negativa. Il cambiamento climatico aumenta la distanza tra ricchi e poveri, e quindi la disuguaglianza. I fattori che contribuiscono a questo risultato sono tre: anzitutto i Paesi in via di sviluppo sono concentrati alle medie e basse latitudini, dove il cambiamento climatico è più intenso, c'è quindi una maggiore "esposizione" al fenomeno; le economie in via di sviluppo mostrano inoltre una maggiore dipendenza da settori, primo tra tutti l'agricoltura, che sono maggiormente sensibili alle variazioni del clima;

infine, i Paesi in via di sviluppo hanno minori risorse, finanziarie, economiche e istituzionali per fare fronte ai cambiamenti climatici. Si parla in questo caso di minore "capacità" adattiva.

Gli impatti del clima sulla disuguaglianza globale sono stati stimati sia a oggi che per il futuro. Come si vede in Figura 10, il riscaldamento globale ha esacerbato la disuguaglianza economica globale, con aumento di circa il 25% della disuguaglianza tra i Paesi nell'ultimo mezzo secolo. Questo incremento

Figura 10 Impatti economici dei cambiamenti climatici futuri, per uno scenario Rcp 8.5 all'anno 2100



Fonte: Burke et al., 2015

deriva dall'impatto del riscaldamento sulla crescita economica annuale, che nel corso dei decenni ha accumulato una robusta e sostanziale riduzione nei Paesi più caldi e più poveri - e aumentata in molti Paesi più ricchi e più freddi - rispetto a un mondo senza riscaldamento. Per quanto riguarda il futuro, gli impatti sulla disuguaglianza sono ancora più drammatici: i Paesi caldi avrebbero enormi perdite economiche mentre quelli freddi potrebbero avere guadagni entro certe soglie di aumento della temperatura. Ovviamente questi scenari non tengono conto delle ripercussioni internazionali che conseguirebbero da questi impatti e che non sono incluse nei dati storici.

L'ultimo rapporto dell'Ipcc su 1,5°C ha dimostrato impatti significativi del riscaldamento globale anche per aumenti di temperature moderati. I cambiamenti climatici potrebbero influire sul turismo, sui sistemi energetici e sui trasporti attraverso impatti diretti e impatti sull'offerta e sulla domanda, con rischi che variano in modo significativo a seconda della regione geografica, della stagione e del tempo. Il rapporto nota come i rischi previsti dipendano anche da ipotesi relative alla crescita della popolazione, al tasso e al modello di urbanizzazione e agli investimenti nelle infrastrutture.

Riprendendo la metodologia empirica discussa in precedenza, si trova che limitare il riscaldamento a 1,5°C invece di 2°C consentirebbe di risparmiare l'1,5-2,0% del prodotto lordo (Pil) mondiale entro la metà del secolo e il 3,5% del Pil entro la fine del secolo. Sulla base di un tasso di sconto del 3%, ciò corrisponde a 8,1-11,6 trilioni di dollari e 38,5 trilioni di dollari di danni evitati entro la metà e la fine del secolo, rispettivamente. E' importante tenere presente che queste stime empiriche basate su dati storici non considerano i danni globali aggregati associati a eventi singoli su larga scala. Pertanto, questo porterebbe a una potenziale sottovalutazione dei danni globali aggregati a causa della mancanza di considerazione del potenziale di questi eventi in molti studi. Ulteriori analisi delle potenziali conseguenze economiche dell'attivazione di questi eventi catastrofici su larga scala hanno indicato un impatto economico

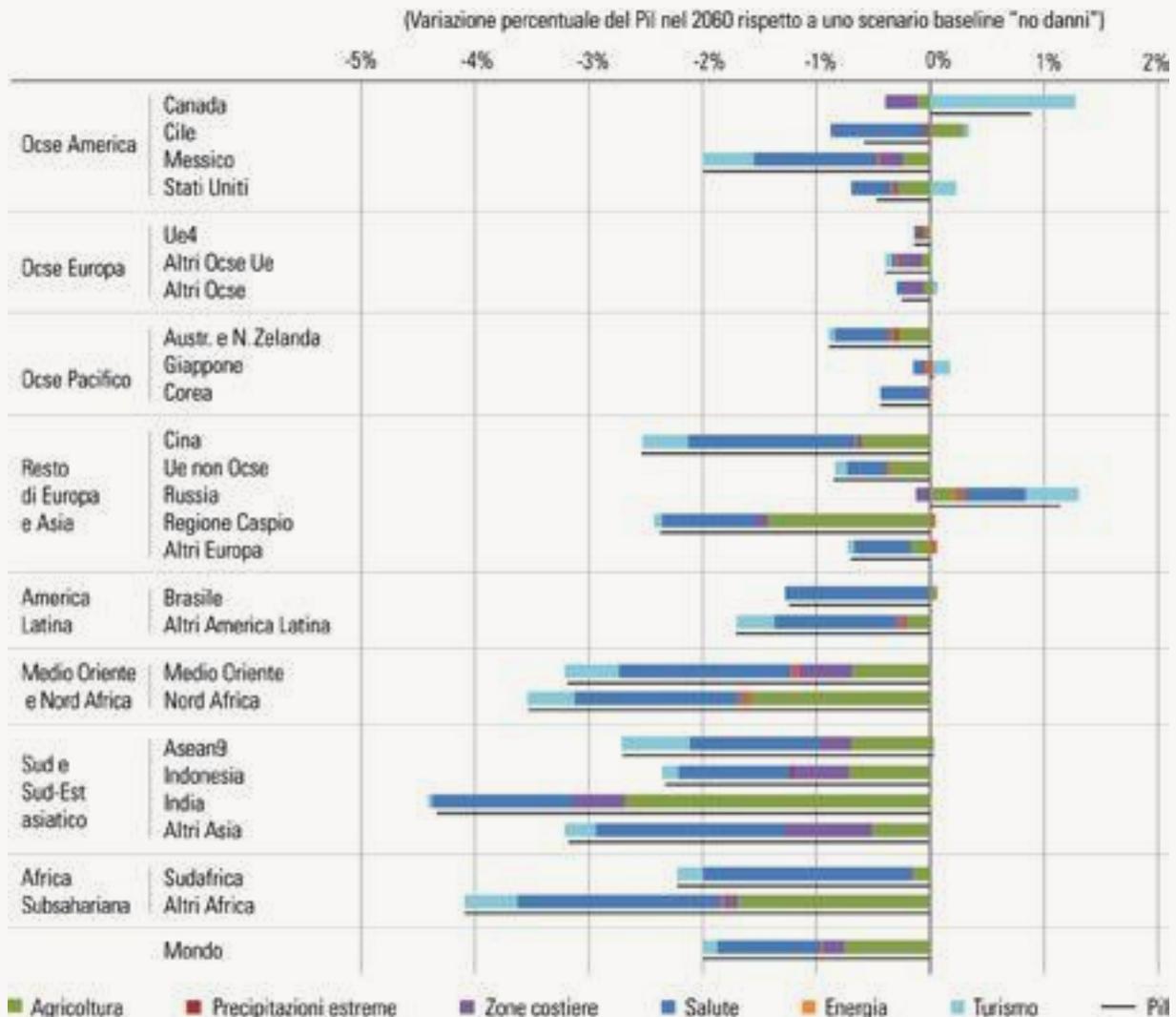
da due a otto volte maggiore associato a un riscaldamento di 3°C rispetto a quanto stimato nella maggior parte delle analisi precedenti, con l'entità dell'aumento a seconda del numero di eventi incorporati.

Si può cercare di "scomporre" gli impatti economici diretti e indiretti del cambiamento climatico nella loro rilevanza settoriale. Non è sempre semplice compiere questo esercizio dato che al momento non esistono conoscenze sufficienti a considerare in modo esaustivo le interazioni tra impatti e la loro multidimensionalità, soprattutto quando si sviluppino valutazioni macroeconomiche di impatto su scala di Paese se non maggiore. Tuttavia sono stati fatti numerosi sforzi in questa direzione.

Uno studio dell'Ocse (Dellink et al. 2019) ha valutato una vasta gamma di impatti: cambiamenti nelle rese delle colture, perdita di terre e capitali a causa dell'innalzamento del livello del mare, cambiamenti nelle catture della pesca, danni ai capitali causati dagli uragani, cambiamenti nella produttività del lavoro e cambiamenti nelle spese sanitarie da malattie e stress termico, cambiamenti nei flussi turistici e cambiamenti nella domanda di energia per il raffreddamento e il riscaldamento. Un modello di equilibrio generale multisettoriale è utilizzato per collegare diversi impatti fino al 2060. I risultati, in Figura 11, stimano che i danni aumenteranno due volte più velocemente dell'attività economica globale.

Si prevede che gli impatti sulla produttività del lavoro e sull'agricoltura abbiano le maggiori conseguenze economiche negative. I danni causati dall'innalzamento del livello del mare crescono più rapidamente dopo la metà del secolo. I danni all'energia e al turismo sono molto piccoli da una prospettiva globale, poiché i benefici in alcune regioni compensano i danni in altri. I danni indotti dal clima dagli uragani possono avere effetti significativi sulle comunità locali, ma si prevede che le conseguenze macroeconomiche siano relativamente ridotte. In linea con gli studi sopra elencati, si stima che le conseguenze economiche nette saranno particolarmente gravi in Africa e in Asia, dove le economie regionali sono vulnerabili a una serie di diversi impatti climatici.

Figura 11 Impatti settoriali e regionali al 2060 in uno scenario di innalzamento della temperatura di 2,5°C



Fonte: Dellink et. al., 2019

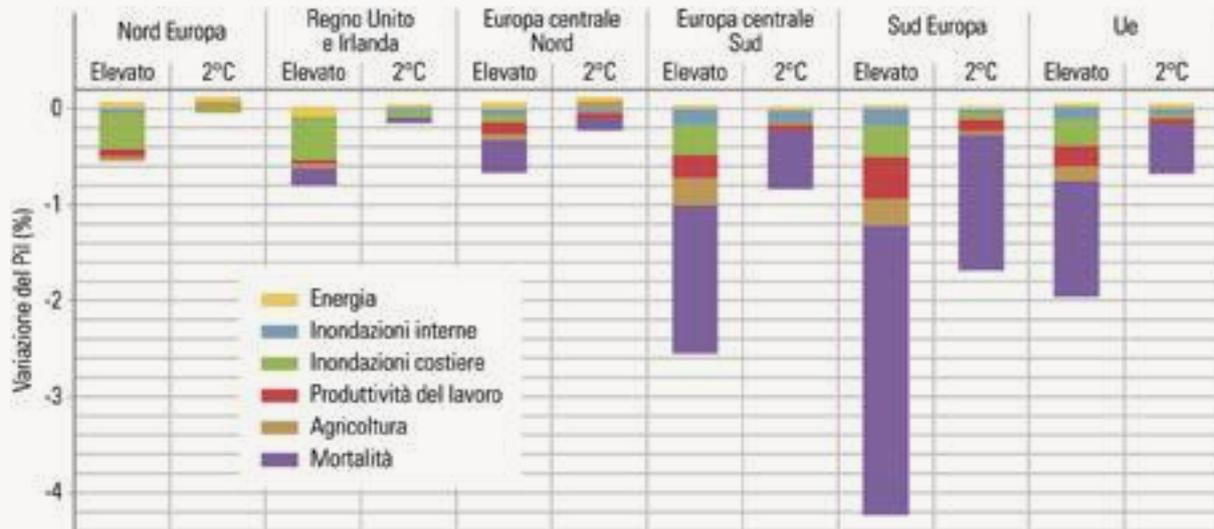
1.4 Gli impatti economici in Europa

Una valutazione integrata degli impatti economici del cambiamento climatico sul Pil, distinguendo per principali aree geografiche europee e categorie/settori di impatto, viene proposta dal progetto Peseta III (Ciscar et al 2018). Il progetto confronta uno scenario di aumento della temperatura di 2°C, che rappresenta una situazione di cambiamento climatico considerata ancora "gestibile", contro una di "elevato cambiamento climatico" in cui invece le temperature medie mondiali sono previste superare i 3°C nel periodo 2071-2100 (Figura 12).

I risultati della ricerca ripropongono su scala

europea, facendo le debite proporzioni, l'asimmetria degli impatti tra nord-sud già evidenziata su scala mondiale. Quest'ultima, nello scenario a elevato cambiamento climatico, evidenzia perdite di Pil superiori al 4%. La componente di costo più elevata è quella associata alle variazioni di morbilità e mortalità derivanti dagli aumenti di patologie cardiovascolari e respiratorie indotte dagli aumenti di temperature medie ed estreme. Esclusi gli impatti sulla salute, le voci di costo principali sono associate alla perdita di produttività del lavoro, pari a circa lo 0,4% del Pil regionale, seguite dalle perdite di aree e

Figura 12 Impatti economici del cambiamento climatico in Europa (% Pil) per regione e “aree di impatto” negli scenari di aumento di temperatura di 2°C e “elevato”



Fonte: Ciscar et al., 2018

infrastrutture costiere per innalzamento del livello del mare e da quelle nel settore agricolo.

E' interessante notare anche il ruolo delle variazioni nella domanda di energia che deriva da una ricomposizione di domanda tra esigenze per il riscaldamento, in diminuzione nei mesi invernali, e quelle per il raffreddamento nei mesi estivi, in crescita. L'analisi macroeconomica di Peseta III non può prendere in considerazione gli aspetti più ingegneristici della questione energetica, rileva però che la ricomposizione della domanda potrebbe avere effetti negativi sul Pil soprattutto nel nord Europa e marginali nel Sud.

Non bisogna comunque trascurare il fatto che i danni espressi su aree geografiche così estese possano nascondere zone di alta o altissima vulnerabilità

economica al loro interno. Infine, è importante considerare cosa manca all'analisi: non fa parte dell'indagine la probabilità associata al verificarsi di tipping point climatici.

Dagli studi citati, l'Europa emerge comunque, nel complesso, relativamente meno colpita economicamente dal cambiamento climatico rispetto ad altre aree geografiche. Questo elemento sottolinea ancora una volta l'importanza della componente "redistributiva" in senso avverso del cambiamento climatico. I suoi impatti tendono ad aumentare la disuguaglianza e, in un contesto globale già caratterizzato da forti asimmetrie nella distribuzione della ricchezza, diventano un ulteriore elemento di conflitto e tensione sociale tra Paesi ma, vedremo, anche al loro interno.

2 CAMBIAMENTI CLIMATICI IN ITALIA OSSERVATI E FUTURI

*Questo capitolo si prefigge di rispondere alla seguente domanda:
come evolverà il clima nel nostro Paese?*

Come altri Paesi dell'area mediterranea, l'Italia si trova in quello che viene definito un "hot spot" climatico. Il Mediterraneo è infatti caratterizzato da mutamenti climatici più accentuati rispetto ad altre zone del pianeta, con conseguenti ricadute in termini di impatti fisici più severi (Ippc 2014).

Il dato storico osservato per l'Italia (Castellari et al. 2014) riporta un aumento della temperatura media di circa 1°C/secolo negli ultimi cento anni, ma di 2°C/secolo se la rilevazione si riferisce agli ultimi 50 anni. Le precipitazioni cumulate medie annuali nel lungo periodo appaiono in diminuzione nell'ordine dell'1%/

decennio. Tuttavia, il segno e il livello di significatività delle tendenze, soprattutto di intensità e frequenza delle stesse, sono molto variabili a seconda dell'intervallo di tempo, dell'area geoclimatica e della stagione considerati. I cambiamenti climatici in atto hanno comunque già comportato una diminuzione degli apporti nevosi, della permanenza della neve al suolo ed effetti sul permafrost. Il livello relativo del mare negli ultimi 2000 anni nelle aree tettonicamente stabili del Mediterraneo centrale è risalito di circa 1,3/1,4 metri. Di questo sollevamento, 12 cm sono attribuibili allo scioglimento dei ghiacciai, mentre la restante parte è dovuta ad altri fattori (riaggiustamento glacio-idro-isostatico). E' però opportuno segnalare che l'innalzamento di 12 cm è concentrato negli ultimi 100 anni e pertanto è una probabile conseguenza diretta del progressivo riscaldamento globale in atto.

La caratterizzazione del clima futuro in Italia si rifà al lavoro coordinato dal Ministero dell'Ambiente italiano in ambito di stesura del Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici per il Paese². Il Piano identifica anzitutto una serie di descrittori chiave delle caratteristiche climatiche (Tabella 1).

Successivamente vengono proiettate al 2050 le anomalie (quindi la deviazione rispetto allo scenario di riferimento per il "clima attuale"³) di ciascuno degli indicatori selezionati, negli scenari climatici Rcp4.5 e 8.5. Sia l'Rcp4.5 che l'Rcp8.5 proiettano a metà secolo un generalizzato incremento nei valori degli indicatori di temperatura, sia media che estrema. Nell'Rcp 8.5 in particolare, la prima è prevista aumentare di 2°C rispetto alla situazione attuale in vaste aree della Penisola. Aumenterebbe in modo consistente anche il numero di giorni (fino a 20 in più all'anno rispetto a oggi) in cui la temperatura supera valori "statisticamente estremi" (Su95p). Coerentemente, i frost days, diminuiscono in entrambi gli scenari, in modo più marcato nello scenario Rcp8.5, e in particolare nelle aree alpine lungo la dorsale appenninica.

Nello scenario Rcp4.5 si osserva una riduzione diffusa su tutto il territorio nazionale delle precipitazioni estive (Sp) con picchi del -60% in zone della Sardegna e del sud Italia, con qualche eccezione nelle aree costiere del basso versante adriatico. L'andamento delle precipitazioni invernali è più diversificato: si riducono

Tabella 1 Indicatori selezionati per la descrizione dell'evoluzione del clima in Italia

Indicatore	Abbreviazione	Descrizione	Unità di misura
Temperatura media annuale	Tmean	Media annuale della temperatura media giornaliera	(°C)
Giorni di precipitazione intense	R20	Media annuale del numero di giorni con precipitazione giornaliera superiore ai 20 mm	(giorni/anno)
Frost days	FD	Media annuale del numero di giorni con temperatura minima al di sotto di 0°C	(giorni/anno)
Summer days	SU95p	Media annuale del numero di giorni con temperatura massima maggiore di 29,2°C (valore medio del 95° percentile della distribuzione delle temperature massime osservate (E-Obs))	(giorni/anno)
Cumulata delle precipitazioni invernali	WP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio)	(mm)
Cumulata delle precipitazioni estive	SP	Cumulata delle precipitazioni nei mesi estivi (giugno, luglio, agosto)	(mm)
Copertura nevosa	SC	Media annuale del numero di giorni per cui l'ammontare di neve superficiale è maggiore di 1 cm	(giorni/anno)
Evaporazione	Evap	Evaporazione cumulata annuale	(mm/anno)
Consecutive dry days	CDD	Media annuale del massimo numero di giorni consecutivi con pioggia inferiore a 1 mm/giorno	(giorni/anno)
95° percentile della precipitazione	R95p	95° percentile della precipitazione	(mm)

Fonte: Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici, 2017

sulle Alpi, sugli Appennini, in Calabria e nell'area centro-orientale della Sicilia. Aumentano nell'area padana, in Sardegna e lungo la costa adriatica e tirrenica. Diretta conseguenza è la riduzione dei giorni di copertura nevosa, da -20 a -40 all'anno, su tutto l'arco Alpino, in particolare quello orientale. Anche l'evaporazione tende a ridursi, specie in parte della Puglia e in Basilicata, ma a esclusione delle Alpi, fatto quest'ultimo probabilmente associato all'incremento di temperatura e variazione della copertura nevosa. L'intensità delle precipitazioni è invece prevista in aumento. E' quanto evidenziato dagli indicatori R20 in crescita, seppur in modo contenuto, soprattutto in centro Italia e nella zona della Pianura Padana, e R95p in aumento su tutto il territorio nazionale. Dovremo quindi aspettarci meno piogge, ma più violente.

A differenza dell'Rcp4.5, lo scenario Rcp8.5 proietta un aumento significativo delle precipitazioni estive sul basso versante adriatico rispetto allo scenario di riferimento e un aumento complessivo nel centro-nord delle precipitazioni invernali e dell'evaporazione. I giorni di copertura nevosa tuttavia si riducono in modo

ancora più marcato che nell'Rcp4.5 a testimonianza del fatto che le precipitazioni invernali, pur in aumento, causa le più elevate temperature, avranno carattere piovoso piuttosto che nevoso. Il sud Italia è in controtendenza con riduzione delle precipitazioni sia nel periodo estivo che invernale. Gli indicatori R20 e R95p confermano un aumento dell'intensità degli eventi di precipitazione estrema.

Prevedere le dinamiche caratterizzanti il livello del Mar Mediterraneo nel futuro è notevolmente complesso a causa della sua particolare fisiografia, delle condizioni meteorologiche, del bilancio idrogeologico negativo (dal mare evapora più acqua di quante ne arrivi dai fiumi) e delle anomalie di salinità. Gli scenari di innalzamento del livello del mare indicano comunque un sollevamento del bacino per effetto sterico (risultato netto di effetto termico e salinità) dell'ordine di 0,29 cm/anno, che ne porterebbero il livello nel periodo 2021-2050 a essere mediamente più alto di circa 7 cm nell'Adriatico e nel Mar Ionio e ad assumere, nel Mediterraneo occidentale, valori nettamente superiori intorno ai 9 cm.

3 CAMBIAMENTO CLIMATICO, UNA VALUTAZIONE ECONOMICA COMPLESSIVA PER L'ITALIA

*Questo capitolo si prefigge di rispondere alle seguenti domande:
quale sarà l'impatto del riscaldamento globale sulla mancata crescita economica del nostro Paese? Quali regioni saranno più o meno colpite?
Quale sarà l'impatto sulla disuguaglianza regionale?*

3.1 La conoscenza disponibile

Gli unici due studi che tentano un'analisi complessiva degli impatti sul Pil italiano dei cambiamenti climatici sono Carraro (2009) e McCallum et al. (2013). Entrambi utilizzano un modello economico del funzionamento dell'economia italiana che viene "perturbato" da una serie di variazioni nelle dinamiche di domanda e offerta, a loro volta quantificate con modelli non-economici di impatto climatico. Carraro riporta che, anche in uno scenario di aumento della temperatura contenuto, circa 1°C rispetto al 2001, la perdita potrebbe essere compresa tra lo 0,12% e lo 0,2% del Pil nel 2050. Usando ad esempio il Pil dell'Italia

nel 2018 come riferimento, ciò ammonterebbe a circa 2-3,5 miliardi di euro sull'anno di mancata produzione di beni e servizi. Lo studio conferma inoltre che gli impatti e i costi aumentano in modo esponenziale nella seconda metà del secolo, con una riduzione del Pil nel 2100 sei volte maggiore che nel 2050. McCallum analizza scenari climatici più estremi con aumenti di temperatura tra i 2°C e i 4°C a metà secolo. Lo scenario a 2°C evidenzia per l'Italia una perdita dello 0,5% del Pil (circa 9 miliardi di euro), quello a 4°C del 2% del Pil al 2050 (35 miliardi di euro). Questi dati vanno comunque interpretati con una certa cautela

e considerati come sottostime dei costi effettivi. L'approccio valutativo utilizzato considera solo marginalmente gli eventi estremi e non cattura né gli eventi catastrofici né le dimensioni più sociali degli impatti (quelle ad esempio legate al deterioramento della salute, all'incremento di mortalità, a eventuali spostamenti forzati delle popolazioni dalle zone a rischio dissesto idrogeologico, ecc.). Si basa poi sul Pil come indicatore economico di impatto. Questo, tra le sue molte limitazioni come indicatore di benessere,

3.2 Una stima econometrica per l'Italia

Come accennato nel capitolo 2, un recente filone di letteratura economica (si veda Carleton e Hsiang 2015 per una rassegna) utilizza per la valutazione dei costi del cambiamento climatico lo strumento econometrico piuttosto che il ricorso alla modellistica economica. L'idea è quella di stimare la relazione osservata nel passato tra performance economica dei Paesi e variabili climatiche, per poi proiettarla nel futuro secondo i valori che tali variabili potranno assumere nei diversi scenari climatici.

Senza addentrarci troppo nella tecnicità dell'approccio, attraverso l'osservazione e la stima dell'esperienza storica, il metodo econometrico dovrebbe essere in grado di catturare "per costruzione" tutti quegli elementi di difficile inclusione dell'analisi modellistica, come ad esempio non linearità nell'andamento degli impatti, effetti di amplificazione tra componenti economiche, sociali e istituzionali, aspetti comportamentali. Questa analisi, per rappresentarli, dovrebbe infatti tradurli in modo esplicito in equazioni di un "modello"; nell'econometria, queste informazioni sarebbero invece già incorporate nei dati osservati, nelle stime, e quindi trovarsi poi incluse nelle proiezioni successive. L'econometria utilizzata è quella dei dati "panel" a "effetti fissi", un approccio consolidato applicato

3.3 I dati

Il punto di partenza sono i dati relativi a Pil e popolazione su griglia. La ricostruzione utilizzata è quella di Kummur et al. (2018), per il periodo 1990-2015. Questa effettua il downscaling del Pil mondiale a partire da dati nazionali World Bank e Cia (Cia World Factbook) e sub-nazionali (Gennaioli, et al. 2013),

annovera anche quella di non rilevare le perdite di "stock" come ad esempio quelle relative ai valori fondiari, e quella di non rappresentare adeguatamente la dimensione ambientale ed ecologica. Lo stesso Carraro ad esempio evidenzia come, se il danno anziché in termini di Pil venisse misurato in termini di conseguenze sulle possibilità di consumo delle famiglie, la perdita sarebbe molto più considerevole, passando dai 3,5 miliardi di euro di perdita di Pil ai 20-30 miliardi.

ai contesti più diversi (Baltagi 2003), che si basa su osservazioni condotte su diverse unità di indagine (nel caso degli studi sugli impatti climatici, di solito, Paesi) in diversi periodi di tempo (sempre nel caso degli studi sugli impatti climatici, di solito, anni).

Un aspetto interessante, che permette alcuni sviluppi particolarmente innovativi, è la disponibilità, acquisita in tempi relativamente recenti, di dati economici (ad esempio sul valore aggiunto settoriale o sul Pil pro capite) ad alta risoluzione spaziale. In altre parole, diverse iniziative di ricerca (Nordhaus et al. 2006; Murakami e Yamagata 2016; Kummur et al. 2018) hanno ricostruito informazioni sull'attività economica mondiale su griglia spaziale (con un dettaglio che va dai 100 km² a 1 km² a seconda dello studio). Questi nuovi database permettono quindi di investigare la relazione tra clima e performance economica in modo molto puntuale, evidenziando le specificità regionali e l'eterogeneità presente all'interno di ogni Paese.

L'approccio econometrico non è esente da criticità, tuttavia risulta anche promettente e costituisce una novità nel panorama delle valutazioni di impatto macroeconomico. Di seguito viene descritta un'applicazione specifica per l'Italia di questa recente metodologia e ne vengono commentati i risultati.

quello della popolazione a partire dai dati Hyde 3.2 (Goldewijk et al. 2017) e Global Human Settlement (Freire and Pesaresi 2015).

I dati sono disponibili con un dettaglio di 1 km², ma per lo studio presente vengono aggregati alla risoluzione di 10 km² per uniformarli alla scala

dell'informazione climatica disponibile. I dati climatici derivano dal database Uerra Harmonie⁴ che contiene le rianalisi regionali per l'Europa. Sono stati estratti con una frequenza temporale di sei ore per poi venire

aggregati sul periodo annuale. Dai database citati sono stati estratti i dati relativi all'Italia, che hanno originato un totale di 23.850 osservazioni disponibili per la successiva analisi macroeconomica.

3.4 La specificazione econometrica

Di seguito viene riportata la specificazione econometrica utilizzata.

$$\ln(y_{it}) = \rho W y_{it} + \beta_1 T_{it} + \beta_2 T_{it}^2 + \beta_3 P_{it} + \beta_4 P_{it}^2 + \alpha_i + \gamma_t + \varepsilon_{it}$$

in cui:

i e t sono gli indici identificativi rispettivamente dell'area geografica (cella) e del tempo (anno), y è il Pil pro capite, T è la temperatura (riportata anche in termine quadratico), P la precipitazione (anch'essa riportata anche con termine quadratico). α è un fattore che cattura tutti gli elementi comuni alle diverse aree e non varianti nel tempo, mentre γ cattura gli elementi di variabilità temporale (α e γ sono i due "effetti fissi"), ε è il termine di errore. I coefficienti β sono gli oggetti

del processo di stima e possono venire interpretati, dopo adeguate trasformazioni, in termini di variazioni percentuali esercitate dalla variabile esplicativa (ad esempio la temperatura), sulla variabile da spiegare (nel caso presente il Pil pro capite). La forma quadratica consente di evidenziare l'eventuale presenza di comportamenti non lineari.

Una parola in più va spesa per il termine W . Si tratta di una matrice di "pesi" che cattura i possibili effetti di interazione dell'attività economica tra celle. In un contesto "geograficamente dettagliato" come quello considerato, omettere di considerare le possibili interazioni tra celle limitrofe potrebbe distorcere il processo di stima.

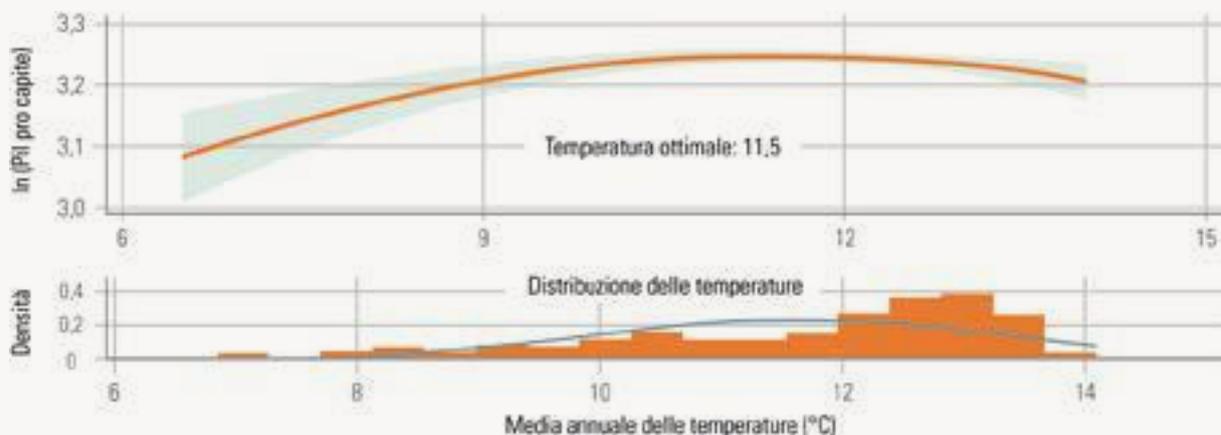
3.5 I risultati

Il risultato del processo di stima è riportato in Figura 13. Anzitutto i coefficienti β sono, in linguaggio tecnico, "significativamente diversi da zero". Ciò significa che i dati evidenziano l'esistenza di una relazione tra attività economica e temperatura che può essere colta statisticamente, diversa da un mero "rumore di fondo". La natura di questa relazione, dato in accordo con la letteratura preesistente (vedi sezione 2), è non lineare, "a campana". Sostanzialmente, a

temperature troppo basse o troppo alte rispetto a un "ottimo" corrisponderebbe un declino, a parità di tutte le altre condizioni, dell'attività economica.

La stima dell'ottimo di temperatura per l'Italia, quella che consentirebbe di osservare il massimo nell'attività economica, è di 11,5°C. Il valore è leggermente più basso rispetto ai 12°C di Burke et al. (2015) ottenuto per il mondo utilizzando dati a scala nazionale, e ai 13°C di Nordhaus et al. (2006) sempre ottenuto per il

Figura 13 Relazione stimata tra Pil pro capite e temperatura in Italia



Fonte: elaborazione degli autori

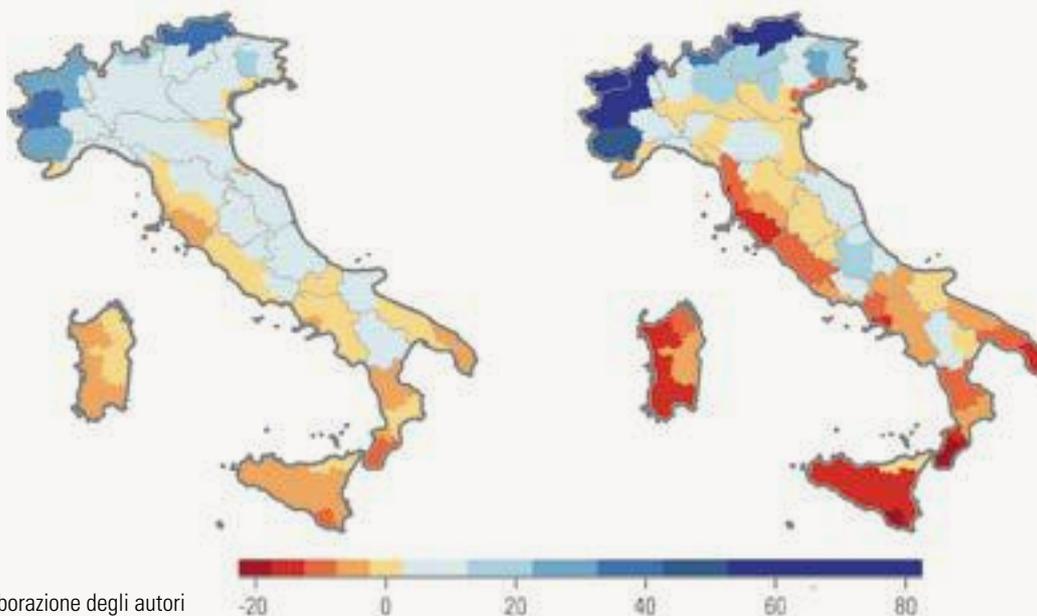
mondo utilizzando dati grigliati su celle di 100 km². Da notare come la maggior parte della distribuzione di temperature medie in Italia sia al di sopra del valore ottimo di 11,5°C e pertanto portino già a oggi a una riduzione di crescita economica.

Questo è quanto emerge analizzando il periodo storico 1990-2015. Cosa otteniamo quando le relazioni stimate (in particolare i coefficienti β_1 e β_2) vengono utilizzati per proiettare la performance economica in scenari di cambiamento climatico futuro?

Le proiezioni di temperatura futura sono state estratte dai dati Cordex che riportano la media ricavata da un "ensemble" di 5 modelli climatici regionali per l'Europa. I risultati per lo scenario di riferimento Rcp8.5 per il 2050 e per il 2080, aggregati per provincia italiana vengono riportati in Figura 14.

Il dato medio per l'Italia evidenzia un declino del Pil pro capite del 3,7% nel 2050 e dell'8,5% nel 2080. La prima osservazione è che il dato risulta sensibilmente più alto rispetto alle analisi modellistiche citate nella sezione 4.1 (Figura 15). Queste ad esempio, in uno scenario di +2°C al 2050, grosso modo confrontabili con l'Rcp8.5 riportano un danno dello 0,5% del Pil nazionale. Ciò conferma che l'approccio econometrico coglie sicuramente elementi diversi e non facilmente quantificabili dai modelli economici. Un modello ibrido econometrico-modellistico è stato proprio recentemente sviluppato (Kahn 2019). I risultati per l'Italia prevedono perdite di Pil del 2,6% al 2050 e del 7% al 2100 nello stesso scenario Rcp8.5. Questi risultati ci assicurano che l'ordine di grandezza delle nostre stime sia corretto.

Figura 14 Impatti dell'aumento di temperatura sulla performance economica (variazioni % Pil pro capite rispetto alle condizioni climatiche correnti) per provincia italiana, Rcp8.5 (2050 sinistra - 2080 destra)



Fonte: elaborazione degli autori

Figura 15 Confronto tra le perdite di Pil per l'Italia associate a diversi livelli di temperatura secondo diversi studi e il presente (la barra verticale connota l'intervallo di confidenza al 95%)



Fonte: elaborazione degli autori

Le proiezioni evidenziano inoltre una dicotomia nord-sud in cui le regioni meridionali e le isole maggiori riportano perdite del 5-15% nel 2050 e del 5-25% nel 2080, mentre le aree settentrionali perdite moderate o addirittura, soprattutto nelle aree più a ridosso dell'arco alpino, potenziali guadagni del 5-60% nel 2050 e del 10-80% nel 2080. Si nota anche una, seppur meno marcata, dicotomia tra aree adriatiche e tirreniche, con le prime meno impattate delle seconde. Nell'ambito di questi trend macro regionali, è possibile infine cogliere un'ulteriore variabilità degli impatti economici come ad esempio i moderati guadagni nelle aree interne della Basilicata o le spiccate perdite delle aree del veneziano.

È opportuno ribadire che questi risultati sono determinati solamente dall'andamento delle temperature future. Questo è il punto sia di maggior interesse, sia di debolezza dell'approccio proposto. Da un lato infatti questo non è in grado di offrire un vero e proprio contesto esplicativo delle singole determinanti e dinamiche degli impatti economici, essendo tutto riassunto nella temperatura come driver dei risultati. Dall'altro, proprio perché volto a isolare l'effetto temperatura, considera tutte le altre variabili di contesto immutate. Queste ultime possono influenzare sia in modo positivo che negativo i costi. Ad esempio, un aumento del reddito o delle conoscenze tecnologiche potrebbe far crescere la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici dei sistemi economici impattati e ridurre le perdite. Al contrario, ci possono essere impatti non collegati alla temperatura che l'analisi non coglie.

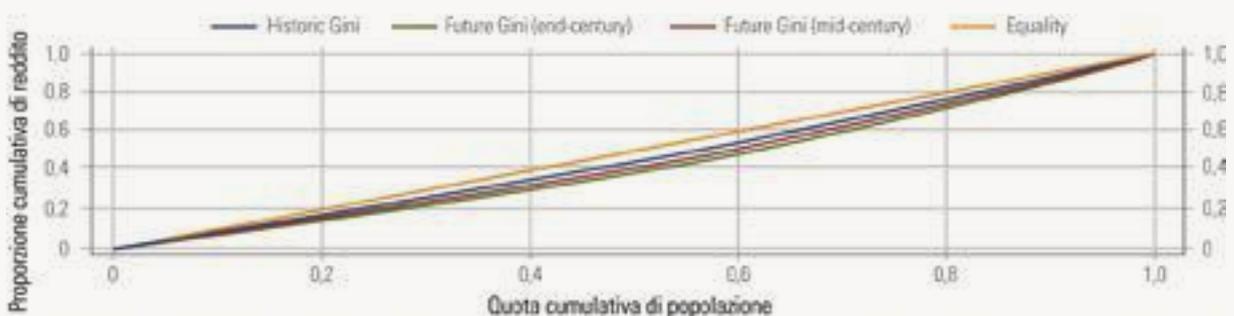
Come ultimo risultato si riporta una stima dei potenziali impatti sulla disuguaglianza in Italia

indotti dal cambiamento climatico. Nel presente studio la disuguaglianza è espressa in termini di distribuzione del Pil pro capite tra le diverse unità di indagine e cioè le celle. È quindi una misura della variazione nella dispersione territoriale-geografica del Pil e non tra le classi di reddito della popolazione, riassunta dall'indice di Gini. L'indice di Gini può assumere un valore tra 0 e 1. Zero corrisponde alla distribuzione uniforme, che nel nostro caso sarebbe rappresentata da celle tutte con lo stesso Pil pro capite. Un valore di 1 corrisponde invece al massimo della disuguaglianza. Sempre nel nostro caso, tutto ciò avverrebbe se il Pil fosse concentrato in un'unica cella e nelle altre fosse nullo. Nel periodo "storico" l'indice di disuguaglianza "territoriale" di Gini per l'Italia ha un valore di 0.18, nello scenario Rcp8.5 aumenta a 0.21 nel 2050 e 0.29 nel 2080. La disuguaglianza regionale incrementerebbe quindi del 16% nel 2050 e del 61% nel 2080.

Questo andamento è visualizzabile dalle curve di Lorenz (Figura 16) che sono la rappresentazione geometrica dell'indice di Gini.

La Figura 17 riporta un'informazione analoga, ma considerando i quintili di reddito (sempre tra celle e non classi della popolazione). Si nota come, se nel periodo storico il quintile delle celle più ricco assorbiva il 27,3% del Pil pro capite, a seguito del solo cambiamento climatico questa percentuale sale al 29,7% nel periodo 2030-2050 e al 32,2% nel periodo 2060-2080. Analogamente, il quintile più povero passa da una quota di ricchezza del 12,5% del periodo storico all'11,6% nel 2060-2080. La disuguaglianza quindi aumenta all'interno di ciascuna regione, ma anche tra regioni seguendo i pattern evidenziati nella

Figura 16 Aumento della disuguaglianza territoriale a causa del cambiamento climatico misurata dall'indice di Gini e rappresentato dalle curve di Lorenz



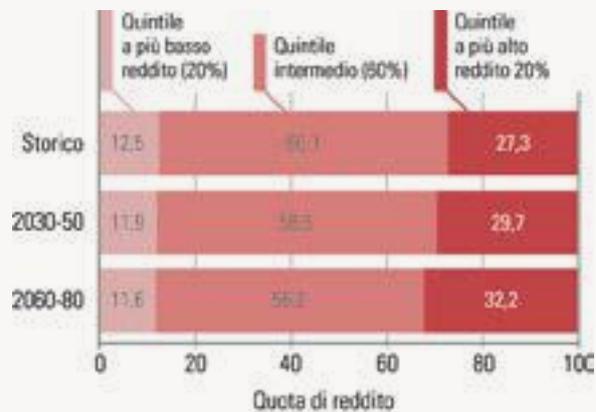
Alla linea "Equality" corrisponde il valore 0, a quella "Historic" il valore 0,18, a quella "mid-century" il valore 0,21 a quella "end-century" il valore 0,25

Fonte: elaborazione degli autori

precedente Figura 14. Si sostanzia cioè una maggiore disparità nord-sud. Ad esempio, se nel periodo storico considerato, Lombardia e Trentino Alto Adige, le due regioni più ricche per reddito pro capite, totalizzavano rispettivamente il 15,2% e il 4,8% del Pil Italiano, nel 2080 per solo effetto degli impatti climatici tali percentuali salgono al 17,6% e 7,6%. Regioni più povere in termini di reddito pro capite come Puglia e Sicilia passano invece da un contributo al Pil italiano rispettivamente del 3,9% e 4,4% nel periodo storico al 3% e 3,4% nel 2080.

Questi sono i soli effetti del cambiamento climatico, a cui si aggiungeranno i trend economici, che anche in Italia prevedono un'aumentata concentrazione della ricchezza nei percentili più alti e una aumentata disuguaglianza regionale.

Figura 17 Distribuzione territoriale del Pil per quintili, periodo storico, 2030-2050, 2060-2080 nello scenario climatico Rcp8.5



Fonte: elaborazione degli autori

4 CAMBIAMENTO CLIMATICO, UNA VALUTAZIONE ECONOMICA SETTORIALE PER L'ITALIA

*Questo capitolo si prefigge di rispondere alle seguenti domande:
quale sarà l'impatto del riscaldamento globale sui diversi settori economici?
Quali saranno le aree economiche di maggiore impatto?*

Dopo aver descritto i potenziali effetti complessivi del cambiamento climatico per l'economia italiana, viene di seguito fornito un quadro degli impatti economici per settore o "area di impatto". Le valutazioni presentate si basano su una rassegna della letteratura più recente. Questa utilizza un mix di metodologie di indagine diverse, dalle stime dirette dei costi, all'econometria,

alla modellistica economica. Le fonti sono eterogenee per scenario climatico e periodo preso a riferimento; si rileva inoltre una certa scarsità di studi condotti per il nostro Paese. Non è pertanto sempre facile confrontare le indicazioni di costo tra settori e studi diversi. Il quadro che emerge è tuttavia quello di una chiara rischiosità del Paese rispetto ai cambiamenti climatici.

4.1 Cambiamenti climatici, pesca e risorse ittiche

I cambiamenti climatici possono impattare pesca e acquacoltura attraverso una serie di fattori: aumento delle temperature superficiali, innalzamento del livello del mare, acidificazione delle acque, aumento della frequenza e dell'intensità di eventi meteorologici estremi, alterazione del regime delle piogge e stress idrico. Gli ultimi tre effetti sono specifici dell'acquacoltura e riguardano le caratteristiche dei siti destinati all'allevamento ittico. I fattori combinati influenzano direttamente la capacità riproduttiva e la crescita (la fisiologia) delle specie, ma anche la loro distribuzione attraverso le modifiche degli habitat e, indirettamente, attraverso gli impatti sulla catena alimentare.

A livello mediterraneo sono già evidenti i segnali di modificazione delle comunità ittiche, con specie ad affinità calda in espansione e quelle ad affinità fredda in netta contrazione. Sulla base dell'optimum termico delle varie specie e degli scenari di cambiamento della temperatura superficiale del Mediterraneo, si ipotizza che gran parte delle popolazioni di pesci costieri, entro la metà del secolo in corso, sposteranno il loro areale di distribuzione di circa 70 km verso nord o in acque profonde. Sono inoltre ritenuti probabili effetti negativi legati a fenomeni di esplosione demografica di specie opportuniste, quali ad esempio il macro-

zooplancton gelatinoso (in particolare meduse e salpe), che potrebbero modificare, direttamente e/o indirettamente, anche le popolazioni di specie di interesse commerciale. La prevista riduzione del pH delle acque marine (acidificazione) è attesa produrre impatti negativi, in particolare sulle specie dotate di parti calcificate (su tutti i molluschi, sia bivalvi che gasteropodi).

Al momento, le conoscenze disponibili sono insufficienti a prevedere con precisione gli impatti dei cambiamenti climatici sulla fisiologia delle specie allevate, sulla disponibilità di siti idonei per le attività di acquacoltura e sulla capacità produttiva delle aziende. Si nota tuttavia che l'acquacoltura in Italia è particolarmente sviluppata negli ambienti ritenuti più vulnerabili ai cambiamenti climatici, in particolare lungo le zone costiere e lagunari del Mar Adriatico dove si concentra, per naturale vocazione del territorio, la maggior parte delle attività di molluschicoltura e piscicoltura estensiva. In particolare, la molluschicoltura appare il segmento produttivo sottoposto a un maggior numero di impatti. Due progetti Europei, il progetto Sesame⁵ del 6PQ e Vectors del 7PQ per la ricerca europea, propongono tra i loro obiettivi una valutazione degli impatti economici per l'area del Mediterraneo (oltreché degli altri mari "europei" Nero, Baltico, del Nord) derivanti dal potenziale deterioramento degli ecosistemi marini in un contesto di cambiamento climatico. Le ricadute sul settore ittico attraverso impatti sullo stock delle principali specie commerciali sono analizzate da entrambi i progetti con una metodologia molto simile. In una prima fase della ricerca si applicano modelli biodinamici (Cheung et al. 2008 per Sesame, Bujsman et al. 2014 in Vectors) che valutano il massimo potenziale "pescabile" considerando i tassi di riproduzione e area di distribuzione delle principali specie ittiche commerciali e quindi, essenzialmente,

della disponibilità per area geografica delle specie ittiche in base alla variazione dei parametri determinanti le caratteristiche dell'habitat marino. Sesame usa le forzanti climatiche dello scenario A1B dell'Ipcc che orientativamente prevede un aumento di temperatura leggermente superiore ai 3°C nel 2100 rispetto al periodo preindustriale (Rogelj et al. 2012). Nel 2030 risulta che la perdita di produttività aggregata dello stock ittico per l'Italia (in assenza di contromisure) si aggira attorno all'8%. Conclusioni simili, una potenziale riduzione del 9% dell'attività al 2030, derivano da Vectors, che però rispetto a Sesame si concentra su un numero più ristretto di specie commerciali (nel particolare caso dell'Italia, solo il 40% del pescato), e sullo scenario A2 dell'Ipcc (che prevede un aumento di circa 3,4°C rispetto al periodo preindustriale a fine secolo). La seconda fase della ricerca applica modelli economici per valutare l'impatto sul Pil delle economie interessate. Entrambi i progetti usano un modello di equilibrio economico generale (*Computable General Equilibrium*, in seguito Cge⁶). In questo caso le stime divergono maggiormente anche a causa delle diverse ipotesi di scenario macroeconomico di riferimento dei due progetti. Ciò detto, Sesame riporta una potenziale perdita di Pil media annualizzata tra i 25 e i 35 milioni di euro da oggi al 2030, mentre Vectors di circa 58 milioni di euro nel periodo 2008-2030⁷. Nel 2030 le perdite raggiungerebbero i 1.270 milioni di euro secondo Vectors e circa 760⁸ secondo Sesame. E' importante sottolineare che tali valutazioni non si riferiscono ai costi diretti (perdita di introiti per il settore) né considerano problemi legati a potenziale perdita di posti di lavoro o più in generale a frizioni negli aggiustamenti economici, ma quantificano solo l'impatto che la minore disponibilità di risorse ittiche può avere sulla capacità del sistema Italia di produrre beni e servizi in futuro (cioè ciò che il Pil misura).

4.2 Cambiamenti climatici e agricoltura

La letteratura propone approcci metodologici diversi per la valutazione economica dei cambiamenti climatici in agricoltura. Tutti comunque traducono la variazione di produzione e/o resa delle colture interessate in termini monetari. Per una valutazione dei costi "diretti", nel caso più semplice, ciò avviene moltiplicando il valore unitario della produzione (cioè

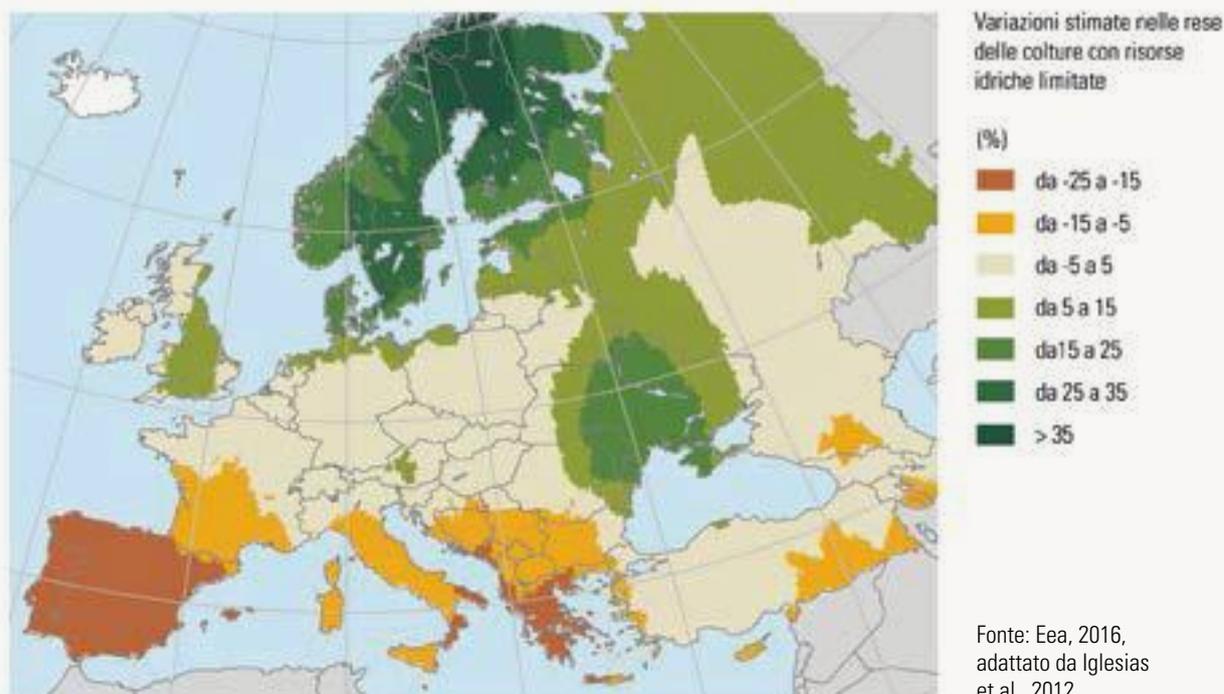
il prezzo) per la variazione osservata o attesa della quantità prodotta. Vi sono però approcci valutativi che cercano di catturare anche gli effetti indotti o i costi indiretti degli impatti in agricoltura. A questo fine possono venire utilizzati modelli economici che descrivono il funzionamento dei mercati agricoli e quindi gli aggiustamenti di domanda e offerta in

risposta agli impatti, pur mantenendo esogeno il resto del contesto macroeconomico. Un livello di ulteriore complessità è raggiunto dalla modellistica Cge che cerca di risalire fino agli impatti sul Pil nazionale o sul benessere⁹ derivanti dalle mutate performance produttive del settore agricolo, inserendolo nel contesto economico complessivo nazionale e internazionale. Infine, un approccio valutativo alternativo è quello "ricardiano" che quantifica gli impatti sul settore agricolo attraverso le variazioni stimate delle rendite fondiarie.

Per l'Italia si cita innanzitutto la valutazione Copa Cogeca¹⁰ (2003) dell'impatto sul settore agricolo e forestale dell'eccezionale ondata di calore nell'estate del 2003. In futuro eventi come quello saranno sempre più frequenti e quindi l'analisi di quanto avvenuto nel passato fornisce utili indicazioni quantomeno sugli ordini di grandezza coinvolti. Nel 2003 la riduzione osservata nella produzione nazionale di foraggio, grano, mais, patate è stata rispettivamente del 40%, 8%, 24%, 18%. Come spesso accade, il dato aggregato nasconde importanti differenze regionali: ad esempio, la produzione di mais nella sola valle del Po nello stesso anno ha fatto registrare una caduta del 36% (Ciais et al. 2005). La perdita economica diretta è stata stimata attorno ai 4-5 miliardi di euro.

Prevedere gli impatti del cambiamento climatico sulle rese future, passo preliminare per la quantificazione economica, è comunque complicato. E' necessario infatti valutare in modo integrato elementi quali eventi estremi, tra cui picchi di temperatura, eventi siccitosi particolarmente prolungati o precipitazioni estreme, aumenti di temperatura e variazioni nella disponibilità idrica medie e, soprattutto, gli effetti della variazione della concentrazioni di CO₂ nel suolo con il suo potenziale effetto di fertilizzazione, per colture molto diverse tra loro per caratteristiche fisiologiche e geografiche. Il confronto tra studi recenti (Eea 2016, Dominguez e Fellman 2018, Pnacc 2017) evidenzia l'alta variabilità nelle proiezioni dovuta alle risposte dei modelli agrologici alle forzanti climatiche. Per esempio, le rese del grano variano a seconda che si consideri o meno l'effetto di fertilizzazione della CO₂, che parrebbe in grado di compensare le perdite dovute al peggioramento delle condizioni climatiche. L'Italia in particolare è caratterizzata da aumenti potenziali di resa tra il 5 e il 20%. Lo studio rappresentato considera però due soli modelli climatici applicati allo scenario climatico Rcp8.5 nel 2030. La Figura 18 riporta un'analisi simile, che considera però 12 modelli climatici, il periodo 2050, lo scenario A1B, più colture cerealicole e un diverso modello agronomico.

Figura 18 Variazione percentuale media delle rese di grano, mais e soia nel 2050 rispetto al periodo 1961-1990 usando 12 modelli climatici per lo scenario A1B simulate con il modello Climatecrop



In questo caso il sud Europa è caratterizzato dal prevalere di impatti negativi sulle rese, che in Italia variano tra il 5% e il 25%.

Nonostante le incertezze menzionate, esistono chiare indicazioni di un deterioramento delle condizioni agro-climatiche in termini sia di aumento dello stress idrico che di riduzione della stagione di crescita soprattutto in Europa centrale e del sud (Trnka, Olesen et al. 2011). Questo risultato viene ribadito per le colture cerealicole italiane (soprattutto frumento tenero e mais) dalle simulazioni proposte in ambito di Piano nazionale di adattamento in entrambi gli scenari Rcp4.5 e 8.5 in cui ampie e diffuse zone della Penisola sono caratterizzate da riduzioni di resa superiori al 20%.

Le risposte delle colture orticole appaiono più varie dipendendo dalla specie in funzione sia del tipo di componente commestibile (organi vegetali, riproduttivi, radici) sia del tipo di coltura (a ciclo determinato o indeterminato). Le rese dei terreni prativi e pascoli varieranno in produzione e qualità (per esempio, rapporto carbonio/azoto). Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle colture da energia non sono invece ancora chiaramente determinati. Di particolare importanza per la rilevanza economica sono gli impatti sulle principali colture arboree (vite e olivo), che saranno caratterizzate da diminuzioni qualitative e quantitative delle produzioni e da possibili spostamenti degli areali di coltivazione.

La valutazione economica degli effetti sulle rese varia molto a seconda che si considerino i costi diretti o indiretti.

Una valutazione economica degli impatti diretti in agricoltura in Italia viene fornita dal tender Dg Clima EuAdaptstrat (McCallum et al. 2013). Gli impatti fisici sulle rese vengono stimati applicando una versione aggiornata del modello ClimateCrop, lo stesso di Figura 18, in caso di innalzamento della temperatura di 2 e 4°C rispetto all'epoca pre-industriale. Il valore della produzione persa è quantificabile tra i 13 e i 30 miliardi

di euro¹¹, a seconda degli scenari, corrispondenti rispettivamente allo 0,76% e all'1,86% del Pil nel 2050. Un'analisi ricardiana delle implicazioni economiche dei cambiamenti climatici sul settore agricolo dell'Europa a 15 è fornita da Van Passel et al. (2012). Nello scenario A2 dell'Ipcc il decremento di valore dei terreni agricoli nel sud Europa va dall'8 al 13% per ogni grado di aumento di temperatura. Per l'Italia questo è del 10% per grado e valutabile tra 87 e 162 miliardi di euro al 2100. Gli alti valori monetari evidenziati dallo studio sono in parte dovuti al valore economico dei terreni agricoli in Italia, che è tra i più alti d'Europa.

Le ricadute sul Pil italiano degli effetti sul settore agricolo vengono stimate in Carraro (2009). Gli incrementi di temperatura considerati sono però modesti (0,93°C e 1,2°C rispetto al 1990), pertanto l'impatto sulle rese e produzione agricola è in generale positivo. Diventa negativo solo introducendo i fenomeni di desertificazione modellizzati come perdita di terreni agricoli. Un'analisi Cge più recente è proposta dal già citato tender Dg Clima EuAdaptstrat. Le perdite di resa del 9,27% e del 23% per aumenti di 2°C e 4°C rispettivamente, una volta inserite come input in un modello di equilibrio economico generale, si traducono in contrazioni della produzione comprese tra -2,6% e -7,3%. E' però interessante notare che in questo caso l'impatto finale sul Pil è leggermente positivo (per 2°C) o nullo (4°C). La performance sul Pil in controtendenza rispetto alle perdite evidenziate dalle metodologie di quantificazione dei costi diretti deriva dalla prospettiva economica globale adottata dal modello economico e soprattutto dalla considerazione dei meccanismi di commercio internazionale. L'impatto sulle rese in Italia, pur negativo, è infatti inferiore a quello di altre regioni del Mediterraneo (in particolare Spagna, Grecia, Nord Africa) per cui in termini relativi l'Italia si troverebbe leggermente avvantaggiata rispetto ad alcuni suoi competitori diretti.

4.3 Cambiamenti climatici e turismo

E' un fatto ormai accertato che i fattori climatici quali temperatura, umidità, frequenza e tipologia delle precipitazioni contribuiscono, a volte in modo decisivo, a determinare l'attrattiva turistico/ricreativa delle diverse destinazioni. I cambiamenti climatici possono quindi impattare in modo rilevante

l'attività del comparto turistico del nostro Paese, sia dal lato della domanda che dal lato dell'offerta.

L'aumento di temperatura nella stagione estiva, soprattutto negli scenari con segnale climatico più forte (A2 o Rcp6, 8.5), possono ridurre, a parità di ogni altra condizione, l'attrattività di molte località

balneari o d'arte, che divengono "troppo calde". La riduzione dell'innescamento stagionale con relativo innalzamento della "linea di affidabilità neve" (Lan), l'altitudine cioè oltre la quale il manto nevoso è sufficiente a garantire una "sciabilità" stagionale, porterebbe fuori operatività molte località sciistiche collocate alle altitudini più basse.

A oggi, l'80% delle spiagge italiane presenta fenomeni erosivi dovuti a mareggiate e innalzamento del livello del mare. Il cambiamento climatico intensifica entrambi i fenomeni che, se non adeguatamente contrastati attraverso l'intensificazione delle attuali misure di protezione costiera, porterebbero alla perdita di attività e di infrastrutture ricreative e ricettive.

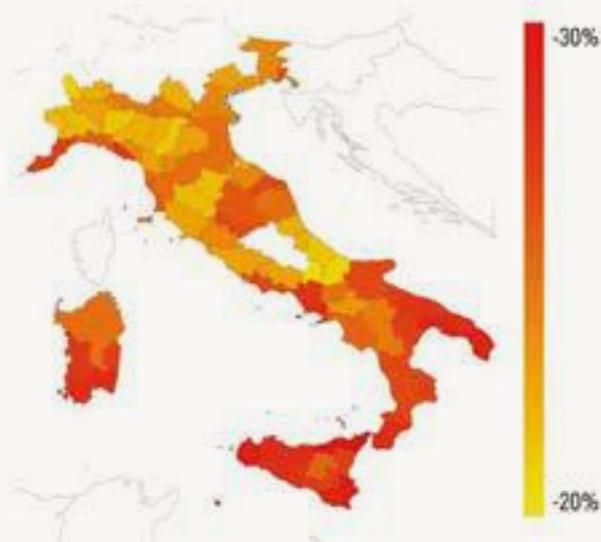
Molte infrastrutture turistiche, esercizi ricreativi, attrazioni storico-artistiche, nonché le infrastrutture che ne permettono la fruizione, come le vie di comunicazione, sono inoltre soggette all'intensificarsi degli eventi climatici estremi e al conseguente aumento del rischio da dissesto idrogeologico dovuto al cambiamento climatico. Questo può pertanto accelerarne la scomparsa/il deperimento o renderne più difficile l'accessibilità. Discorso analogo può farsi per particolari ambienti naturali o ecosistemi con valenza turistica che possono essere minacciati dal cambiamento climatico.

Il Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici propone alcune stime delle possibili variazioni dei flussi turistici basati sulla semplice variazione delle condizioni di comfort termico associato alle temperature future, prendendo a riferimento la media degli scenari A1, A2, B1 e B2 dell'Ipcc e la metà del secolo (Figura 19). Gli arrivi internazionali sono previsti in massiccia riduzione dal 20% al 30%; considerando i totali, e quindi anche la

ricomposizione dei flussi dovuta al turismo domestico, la perdita sulla maggior parte del territorio italiano è più contenuta, ma comunque rilevante.

Al di là del comparto nel suo complesso, il segmento turistico invernale sarà interessato in modo particolare. Secondo l'Ocse (Abegg et al. 2007), già in caso di una variazione moderata di temperatura (+1°C e Lan a 1.650 s.l.m.), tutte le stazioni sciistiche del Friuli Venezia Giulia si troverebbero al di sotto della Lan; in Lombardia, Trentino e Piemonte, rispettivamente il 33%, 32% e il 26%. Con un aumento di 4°C e Lan a 2.100 m, le stazioni sciistiche al di sopra della Lan in tutto l'arco alpino italiano si ridurrebbero a solo il 18% di quelle attualmente operative.

Figura 19 Variazione percentuale dei flussi turistici internazionali nel 2050 rispetto a una situazione di non cambiamento climatico



Fonte: Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici, 2017

4.4 Cambiamenti climatici e dissesto idrogeologico

4.4.1. Alluvioni fluviali

Il primo studio citato è stato prodotto in ambito del tender del Directorate generale ambiente (Dg Env) ClimWatAdapt¹². Questo propone una stima dei costi diretti e indiretti per l'Europa, con dettaglio nazionale, degli eventi alluvionali fluviali nei prossimi 50 anni nello scenario A1B dell'Ipcc applicando il modello idrologico Lisflood (Feyen and

Dankers 2009). Per l'Italia si stima un potenziale danno diretto atteso da alluvioni nel 2050, in caso il livello di protezione sia mantenuto allo stato attuale di 1,6 miliardi di euro. Ciò configurerebbe circa un triplicarsi in 50 anni dei dati stimati dal modello per i danni attuali. Degli 1,6 miliardi di euro, circa 1/3 derivano dalle mutate condizioni

climatiche, il resto è da imputarsi alle dinamiche di crescita economica che arricchiscono la dotazione infrastrutturale e abitativa delle aree esposte. Il tender propone infine una valutazione dell'impatto indiretto sul Pil del Paese, che misura invece gli effetti indotti sulla capacità produttiva dell'Italia dagli eventi alluvionali. Questi considerano una temporanea minore produttività del capitale fisico, dei terreni agricoli e della forza lavoro. L'impatto, seppure più contenuto, rimane comunque rilevante in termini assoluti, ammontando, nel 2050, a un totale di 457 milioni di euro, 155 dei quali imputabili al cambiamento climatico.

A conclusioni nettamente più pessimistiche giungono due studi più recenti. Alfieri et al. (2015) quantificano i danni da eventi alluvionali nel contesto emissivo più elevato dell'Rcp8.5. In questo caso nel 2050 le perdite annue sono comprese tra 4,5 e 11 miliardi

e tra i 14 e i 72 miliardi nel 2080. L'alta volatilità delle stime è da imputarsi ai diversi scenari di sviluppo economico considerati e quindi del capitale infrastrutturale e della popolazione a rischio. Uno studio ancora più recente sull'argomento è proposto dal progetto Peseta III (Ciscar et al., 2018) e ribadisce questi ordini di grandezza. Pur nell'ampia variabilità nei risultati, l'Italia risulta il Paese europeo con la più alta esposizione economica al rischio alluvionale. In uno scenario di aumento di temperatura comparabile all'Rcp8.5 in cui si superino i 2°C prima del 2050 e i 3°C al 2070, i costi diretti in termini di perdita attesa di capitale infrastrutturale si aggirerebbero tra 1 e 2,3 miliardi di euro annui nel periodo 2021-2050, e tra 1,5 e 15,2 miliardi di euro annui nel periodo 2071-2100. Quest'ultima cifra corrisponderebbe a un aumento di circa 7 volte dei danni sperimentati dal Paese in condizioni di clima inalterato.

4.4.2. Innalzamento del livello del mare e inondazioni costiere

Una considerazione di partenza riguarda le caratteristiche delle coste italiane. Secondo i dati EuroSION ripresi anche da Ispra (2016), al 2004 in Italia circa il 60% della costa risultava "stabile", mentre il 21,8%, pari a una lunghezza di circa 1.703 km, era interessato da processi erosivi (si rilevava inoltre un 4,2% in accrescimento, un 9,5% caratterizzato da strutture artificiali, per il restante non ci sono dati). Dati regionali sulle coste più recenti (Mattm-Regioni-Ispra 2016, non disponibili però per Sicilia, Calabria, Abruzzo, Friuli e riferiti a periodi più o meno lunghi) riportano un totale di 965 km esposti a erosione e in arretramento. Una stima dei potenziali costi imposti dalle inondazioni costiere in Italia a seguito del cambiamento climatico viene proposta dal progetto Peseta III (Ciscar et al. 2018). Lo studio combina le proiezioni delle principali determinanti delle dinamiche di innalzamento del livello del mare, inclusi episodi estremi, per gli scenari Rcp

4.5 e 8.5 con mappe di rischio alluvionale e proiezioni di popolazione e Pil derivanti da diversi Ssp. In termini di danni e di popolazione esposta, l'Italia risulta uno dei Paesi a più elevata rischiosità da innalzamento del livello del mare in Europa, contribuendo da sola per il 9% e il 12% rispettivamente al totale europeo di 1,25 miliardi di euro e 102.000 persone esposte già nel periodo di riferimento. Isolando la sola componente climatica, e cioè prescindendo da un aumento dell'esposizione al rischio determinata dalla crescita della popolazione e degli asset infrastrutturali nelle aree prone all'inondazione, le perdite attese al 2050 raggiungerebbero i 650 e i 950 milioni di euro e i 3,1 e i 5,7 miliardi di euro nel 2100 nell'Rcp 4.5 e 8.5 rispettivamente. Il numero di persone colpite varierebbe, rispetto alle attuali 12.000, tra circa 72-90.000 nel 2050 e tra 198-265.000 nel 2100 negli scenari Rcp4.5 e 8.5 rispettivamente.

4.5 Cambiamenti climatici e energia

Il settore energetico è particolarmente vulnerabile ai cambiamenti climatici, sia per l'elevata "sensibilità" della produzione e del consumo di energia all'andamento delle temperature e ai fenomeni estremi sia per la stringenza dei requisiti ai quali devono rispondere i servizi energetici, in termini di quantità, qualità e

continuità. Purtroppo, a livello italiano non sono al momento disponibili valutazioni in termini di variazione dei consumi o della produzione energetica conseguenti al cambiamento climatico, che possono pertanto essere discusse in modo soprattutto qualitativo.

In Italia, già l'andamento delle temperature negli

scenari Rcp4.5 e 8.5 porta a prevedere un incremento della domanda di energia per il condizionamento, con ovvi picchi nei consumi elettrici nella stagione estiva e potenziale aumento dei rischi blackout in concomitanza di più frequenti e intense ondate di calore, e una riduzione della domanda di energia per il riscaldamento. Picchi di domanda di elettricità possono essere fatti registrare anche dal settore agricolo, nel caso questo ricorra in modo più intenso alle attività di irrigazione.

Secondo Giannakopoulos et al. (2009 a, b) il numero dei giorni in Italia in cui sarà richiesto un elevato raffrescamento potrà aumentare fino a due settimane nel periodo 2021-2050 e a cinque settimane nel periodo 2071-2100 rispetto alle condizioni climatiche attuali. Anche il Piano nazionale di adattamento riporta un cospicuo aumento dei cooling degree days, eventi in cui la temperatura media giornaliera supera i 24°C sia nello scenario Rcp4.5 e 8.5, e riduzione degli heating degree days, eventi in cui la temperatura media giornaliera scende al di sotto dei 15°C.

Pur nell'assenza di una stima precisa si può già concludere preliminarmente che, data anche la minore efficienza e il maggior costo della conversione della domanda energetica in consumi di energia finale che caratterizza le tecnologie di raffrescamento rispetto a quelle di riscaldamento, l'incremento dei costi per il raffrescamento supererà di gran lunga i risparmi relativi al riscaldamento.

Anche l'offerta di energia sarà probabilmente influenzata in modo negativo, o comunque dovrà far fronte a una più problematica gestione dei flussi, dal momento che, seppur con connotazioni geografiche diversificate, la disponibilità delle risorse idriche per la produzione idroelettrica o per il raffreddamento delle centrali termoelettriche è prevista ridursi¹³, mentre la variabilità nei regimi idrici nell'arco dell'anno è prevista aumentare. In generale, gli impatti dei trend climatici sulla produzione termoelettrica in Italia potrebbero risultare piuttosto consistenti, anche alla luce del fatto che gran parte della capacità di generazione da combustibili fossili è raffreddata con acqua fluviale e solo il 46% degli impianti di capacità oltre ai 2 MW è localizzato in zone costiere. Questi ultimi saranno dal canto loro esposti a un progressivo aumento della frequenza delle inondazioni, accentuato dall'aumento del livello del mare.

Altro elemento impattante l'offerta di energia sono

gli eventi climatici estremi. Secondo Forzieri et al. (2016), entro il 2100 eventi che ai giorni nostri hanno un tempo di ritorno di cent'anni potrebbero verificarsi ogni 2-8 anni, con chiare implicazioni sulla sicurezza e continuità della produzione e distribuzione. Di sicuro le caratteristiche oro-geografiche e l'evoluzione del dissesto idrogeologico da cambiamento climatico diventeranno sempre più determinanti per le scelte di localizzazione di eventuali nuovi impianti.

Non sono infine da trascurare gli effetti sulle reti elettriche dovuti agli aumenti della temperatura e alla siccità. Al crescere della prima cresce la resistenza dei cavi e quindi aumentano le perdite di trasmissione. Per ogni grado in più, la capacità dei trasformatori può ridursi fino all'1%, mentre la resistenza dei cavi di rame aumenta all'incirca dello 0,4%. Nell'insieme, la capacità di una rete si riduce dell'1% circa per ogni grado Celsius in più. Per i cavi sotterranei, la capacità di trasporto cala all'aumentare delle temperature e al diminuire dell'umidità del suolo ed è quindi vulnerabile agli episodi di siccità.

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili da eolico, biomasse e fotovoltaico, si prevedono impatti di entità minore, che si manifesteranno peraltro con tempi più lunghi della vita media degli impianti. In particolare per il fotovoltaico un recente studio (Jerez et al. 2015), che prende in considerazione i driver climatici di irradiazione solare, temperatura dell'aria e velocità del vento, evidenzia un piccolo incremento della produzione e un miglioramento della stabilità delle condizioni operative giornaliere per il sud Europa, Italia compresa, ma percepibile essenzialmente dopo il 2040.

Il Piano nazionale di adattamento ai cambiamenti climatici per l'Italia fornisce, infine, anche un ordine di grandezza di massima del costo di un parziale adeguamento del parco di generazione termoelettrica a uno scenario di aumento delle temperature. La stima ipotizza la sostituzione dei sistemi di raffreddamento once through esistenti con sistemi di raffreddamento a ciclo chiuso (closed cycle), più adatti alle temperature in crescita. Considerando il caso estremo in cui tutto il parco di generazione italiano (70 GW di capacità installata) abbia bisogno di tale miglioria, e supponendo che le centrali a oggi in dismissione (11,7 GW) vengano sostituite da impianti già provvisti delle tecnologie di raffreddamento più avanzate o da impianti che utilizzeranno fonti rinnovabili, si arriva a un costo totale di 7 miliardi di euro.

Conclusioni

I cambiamenti climatici rappresentano una delle grandi sfide di questo secolo. La scienza è unanime nell'attribuire l'aumento di temperatura e la variazione di altre variabili climatiche alle emissioni di gas serra dovute alle attività umane. Le emissioni di gas serra sono aumentate nel corso degli ultimi decenni modificando la composizione dell'atmosfera oltre i livelli osservati negli ultimi centinaia di migliaia se non milioni di anni. Continuando sui trend storici la temperatura del pianeta già aumentata di un grado centigrado rispetto ai livelli pre-industriali crescerà ben oltre, arrivando fino ad aumenti di 4-5°C a fine secolo. I vari rapporti scientifici che si sono così susseguiti negli ultimi anni hanno evidenziato potenziali effetti disastrosi per aumenti di temperatura già oltre 1,5°C, in particolare su aree particolarmente esposte come il bacino del Mediterraneo.

Se gli impatti climatici e fisici dei cambiamenti climatici sono sempre più chiari, le conseguenze sull'economia e la società diventano di conseguenza sempre più importanti. Storicamente la valutazione economica degli impatti dei cambiamenti climatici ha generato una letteratura ricca e variegata, ma anche limitata nella capacità di valutare le conseguenze economiche di un clima che cambia. Questo è particolarmente vero per ragioni specifiche o Paesi come l'Italia, dove la stima degli impatti economici del clima rimane limitata. Lo scopo di questo studio è stato quello di colmare il gap di conoscenza sulle conseguenze economiche del clima in Italia. A questo fine abbiamo rivisto la letteratura degli ultimi anni concentrandoci sugli impatti economici globali per l'Europa e per l'Italia e per i diversi settori produttivi. In aggiunta, abbiamo sfruttato un nuovo data set contenente decine di migliaia di osservazioni ad alta risoluzione sull'evoluzione storica del clima e dell'economia nel nostro Paese. Questa analisi originale ha permesso di identificare la relazione storica fra clima e crescita economica e la possibile evoluzione nel futuro, secondo scenari tendenziali.

I risultati delle analisi mostrano uno scenario preoccupante: gli impatti economici del cambiamento climatico saranno molto significativi, con perdite di prodotto interno lordo di alcuni punti percentuali già a metà secolo e potenzialmente fino a quasi 10 punti percentuali nella seconda metà del secolo. Queste nuove stime empiriche eccedono quelle esistenti di diversi

ordini di grandezza. Ad aggiungere preoccupazione, l'analisi mostra come l'impatto economico del clima sarà diverso in diverse parti del Paese. In particolare, le zone più calde saranno quelle maggiormente colpite economicamente dall'aumento della temperatura. Poiché le regioni più calde nel nostro Paese sono anche quelle più povere, questo diversificato impatto del clima porterà a una aumentata disuguaglianza all'interno del nostro Paese. Specificatamente, abbiamo stimato che l'iniquità regionale, uno storico problema dell'Italia, aumenterà fino al 60% dopo la seconda metà del secolo. Queste nuove analisi empiriche complementano le storiche analisi modellistiche e settoriali che avevano già evidenziato impatti significativi per specifici settori, come quello del turismo, della salute, dell'agricoltura, ecc. La differenza nelle stime complessive è riconducibile alla diversità dei metodi. Le stime empiriche usano la relazione storica per fare previsioni nel futuro. La possibilità di impatti diversi da quelli osservati nel passato, di effetti non lineari e irreversibili, di impatti catastrofici e non ancora osservati - come ad esempio l'innalzamento del livello del mare - vanno tutti nella direzione di una potenziale sottostima degli impatti economici. D'altro canto la capacità di adattamento e il progresso tecnologico, se opportunamente diretti e controllati, potrebbero permettere di gestire gli impatti economici a un costo economico e sociale più ridotto. In questo la politica, oltre alla necessità di ridurre le emissioni di gas serra nazionale rispettando gli accordi internazionali di Parigi, dovrà affrontare la sfida di adattarsi al riscaldamento globale nel miglior modo possibile evitando impatti economici diretti, conseguenze sulle finanze pubbliche e impatti sociali.

Come in tutte le analisi scientifiche questo studio condivide le limitazioni e le incertezze. Ciò nonostante le nuove stime presentate qui sono allineate con un quadro scientifico di diversi gruppi di ricerca internazionale che negli ultimi anni ha evidenziato potenziali impatti economici regionali e globali molto superiori a quanto precedentemente creduto. In questa ottica il ruolo delle istituzioni internazionali, dei governi nazionali e sotto nazionali, del comportamento dei cittadini e delle imprese sarà sempre più cruciale nel gestire il problema della crisi climatica.

Note

- ¹ Bastin et. Al., 2019, Plos One <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0217592>
- ² In attesa di adozione ufficiale il Piano è attualmente disponibile per consultazione pubblica su https://www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/adattamenti_climatici/documento_pnacc_luglio_2017.pdf
- ³ Le anomalie climatiche vengono calcolate come la differenza tra due periodi, uno futuro e uno di riferimento, entrambi della durata di trent'anni. Tale lunghezza è ritenuta adeguata per la caratterizzazione sia dei valori medi che degli estremi delle variabili atmosferiche di interesse (Ipcc 2013a). Nel Piano, il periodo di riferimento rappresentativo delle condizioni climatiche attuali è il 1981-2010
- ⁴ <https://apps.ecmwf.int/datasets/data/uerra/levtype=sfc/stream=oper/type=an/>
- ⁵ Southern European Seas: Assessing and Modelling Ecosystem Changes, <http://www.sesame-ip.eu/>
- ⁶ Questo tipo di analisi evidenzia gli interscambi tra settori produttivi e le retroazioni sul/del contesto macroeconomico. Ciò avviene attraverso l'esplicita rappresentazione dei flussi di domanda e offerta intra e internazionali per ciascun fattore produttivo, bene e servizio. In altri termini i modelli Cge riescono a catturare la reazione degli agenti economici (famiglie, imprese, governo) e dei mercati ai segnali economici (variazioni nei prezzi relativi) innescati dagli impatti dei cambiamenti climatici descrivendo così parte dell'adattamento autonomo
- ⁷ Nostra annualizzazione del dato al 2030
- ⁸ Nostro calcolo in base al dato annualizzato riportato nello studio citato
- ⁹ Il benessere nell'approccio Cge viene solitamente misurato in termini di compensazione monetaria da trasferire alle famiglie per mantenere inalterate le loro possibilità di consumo attraverso diversi "stati del mondo". Ad esempio, una eventuale somma positiva necessaria per permettere alle famiglie di consumare nello "stato di arrivo" quanto consumato nello "stato di partenza" configura e quantifica la loro perdita di "benessere" espressa in variazione dei consumi
- ¹⁰ Copa-Cogeca: <http://www.copa-cogeca.be/Menu.aspx>
- ¹¹ Dato non pubblicato, reso disponibile dagli autori del rapporto
- ¹² ClimWatAdapt: Climate Adaptation modelling water scenarios and sectoral impacts, http://circa.europa.eu/Public/irc/env/wfd/library?l=/framework_directive/climate_adaptation/climwatadapt_report&vm=detailed&sb=Title
- ¹³ E' opportuno sottolineare come, in un contesto di cambiamento climatico, riduzioni della disponibilità idrica per il settore energetico possano venire non solo da una riduzione delle precipitazioni, ma anche da una maggior competizione con altri macro-settori economici, primo tra tutti l'agricoltura, o con gli usi domestico-residenziali .

Bibliografia

- Abegg B, Agrawala S, Crick F, de Montfalcon A (2007) "Climate change impacts and adaptations in winter tourism". In: S. Agrawala (ed) Climate change in the European Alps: Adapting winter tourism and natural hazard management. OECD Publishing, Paris, pp 25–60
- Alfieri L, Feyen L, Dottori F, Bianchi A (2015) Ensemble flood risk assessment in Europe under high end climate scenarios. *Global Environmental Change* 35:199–212. doi: 10.1016/j.gloenvcha.2015.09.004
- Baltagi, B.H., Song, S.H. and Koh, W. (2003). Testing panel data regression models with spatial error correlation, *Journal of Econometrics*, 117, 123–150.
- Bastin et. Al, 2019, Plos One <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0217592>
- Buisman F. et al., (2014). Impact of ecological changes on economic results of marine sectors, VECTORS deliverable D33.1
- Burke, M., S. Hsiang, and E. Miguel. (2015). Global non-linear effect of temperature on economic production. *Nature*, doi: 10.1038/nature15725
- Carleton, T.A. and S.M. Hsiang (2016), "Social and economic impacts of climate", *Science* Vol. 353, Issue 6304,
- Carraro C. (a cura di) (2009). Cambiamenti climatici e adattamento in Italia. Il Mulino, Bologna.
- Castellari S., Venturini S., Giordano F., Ballarin Denti A., Bigano A., Bindi M., Bosello F., Carrera L., Chiriaco M.V., Danovaro R., Desiato F., Filpa A., Fusani S., Gatto M., Gaudio D., Giovanardi O., Giupponi C., Gualdi S., Guzzetti F., Lapi M., Luise A., Marino G., Mysiak J., Montanari A., Pasella D., Pierantonelli L., Ricchiuti A., Rudari R., Sabbioni C., Sciortino M., Sinisi L., Valentini R., Viaroli P., Vurro M., Zavatarelli M. (2014). Elementi per una Strategia Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Roma.

- Cheung WWL, Lam VWY, Pauly D (2008) Dynamic bioclimate envelope model to predict climate-induced changes in distribution of marine fishes and invertebrates. In: Cheung WWL, Lam VWY, Pauly D (eds) *Modelling present and climate-shifted distributions of marine fishes and invertebrates*. University of British Columbia, Vancouver, pp 5–50
- Ciais, P., Reichstein, M., Viovy, N., Granier, A., Ogée, J., Allard, V., Aubinet, M., Buchmann, N., Bernhofer, C., Carrara, C., Chevallier, F., De Noblet, N., Friend, A. D., Friedlingstein, P., Grünwald, T., Heinesch, B., Keronen, P., Knohl, A., Krinner, C., Loustau, D., Manca, G., Matteucci, G., Miglietta, F., Ourcival, J. M., Papale, D., Pilegaard, K., Rambal, S., Seufert, G., Soussana, J. F., Sanz, M. J., Schulze, E. D., Vesala, T. & Valentini, R. (2005) "Europe-wide reduction in primary productivity caused by the heat and drought in 2003", *Nature*, 437, 529-533, doi: 10.1038/nature03972
- Ciscar J.C., D. Ibarreta, A. Soria, A. Dosio, A. Toreti, A. Ceglar, D. Fumagalli, F. Dentener, R. Lecerf, A. Zucchini, L. Panarello, S. Niemeyer, I. Pérez-Domínguez, T. Fellmann, A. Kitous, J. Després, A. Christodoulou, H. Demirel, L. Alfieri, F. Dottori, M.I. Voudoukas, L. Mentaschi, E. Voukouvalas, C. Cammalleri, P. Barbosa, F. Micale, J.V. Vogt, J.I. Barredo, G. Caudullo, A. Mauri, D. de Rigo, G. Libertà, T. Houston Durrant, T. Artés Vivancos, J. San-Miguel-Ayanz, S.N. Gosling, J. Zaherpour, A. De Roo, B. Bisselink, J. Bernhard, L., Bianchi, M. Rozsai, W. Szewczyk, I. Mongelli and L. Feyen, *Climate impacts in Europe: Final report of the JRC PESETA III project*, EUR 29427 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-97218-8, doi: 10.2760/93257, JRC112769.
- Collins, M., R. Knutti, J. Arblaster, J.-L. Dufresne, T. Fichet, P. Friedlingstein, X. Gao, W.J. Gutowski, T. Johns, G. Krinner, M. Shongwe, C. Tebaldi, A.J. Weaver and M. Wehner, 2013: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Copacogeca, (2003), "Assessment of the impact of the heat wave and drought of the summer 2003 on agriculture and forestry". General Committee for Agricultural Cooperation in the European Union, Brussels.
- Rob Dellink & Elisa Lanzi & Jean Chateau, 2019. "The Sectoral and Regional Economic Consequences of Climate Change to 2060," *Environmental & Resource Economics*, Springer/European Association of Environmental and Resource Economists, vol. 72(2), pages 309-363, February.
- Domínguez, P. I. and Fellmann, T. (2018): PESETA III: Agro-economic analysis of climate change impacts in Europe, JRC Technical Reports, EUR 29431 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, ISBN 978-92-79-97220-1, doi:10.2760/179780.
- N. S. Diffenbaugh and Marshall Burke 'Global warming has increased global economic inequality', *PNAS* May 14, 2019 116 (20) 9808-9813
- Eea (2017), "Climate change, impacts and vulnerability in Europe 2016. An indicator-based report", EEA Report No 1/2017
- Feyen, L. & Dankers, R. (2009). Impact of global warming on streamflow drought in Europe. *Journal of Geophysical Research*, 114 (D17116), doi: 10.1029/2008JD011438.
- Freire S., Kemper T., Pesaresi M., Florczyk F., and Syrris V. (2015) Combining GHSL and GPW to Improve Global Population Mapping, 2015 IEEE International Geoscience & Remote Sensing Symposium Proceedings, 2541-2543.
- Forzieri, G., Feyen, L., Russo, S., Voudoukas, M., Alfieri, L., Outten, S., Migliavacca, M., Bianchi A., Rojas, R., Cid, A (2016), "Multi-hazard assessment in Europe under climate change", *Climatic Change*, Volume 137, Issue 1–2, pp 105–119
- Gennaioli, Nicola, Rafael LaPorta, Florencio Lopez-de-Silanes, and Andrei Shleifer. 2013. "Human Capital and Regional Development." *Quarterly Journal of Economics* 128 (1): 105-164.
- Giannakopoulos C, Hadjinicolaou P, Zerefos C, Demosthenous G (2009a) Changing Energy Requirements in the Mediterranean Under Changing Climatic Conditions. *Energies* 2:805–815. doi: 10.3390/en20400805
- Giannakopoulos C, Le Sager P, Bindi M, et al (2009b) Climatic changes and associated impacts in the Mediterranean resulting from a 2°C global warming. *Glob Planet Change* 68:209–224. doi: 10.1016/j.gloplacha.2009.06.001
- Goldewijk, K.K., Beusen, A.H.W., Doelman, J., Steffest, E. (2017), "Anthropogenic land use estimates for the Holocene – HYDE 3.2", *Earth System Science Data* 9(2):927-953
- Goldewijk, K.K., Beusen, A., and Janssen, P (2010), "Long term dynamic modeling of global population and built-up area in a spatially explicit way: HYDE 3.1", *The Holocene*, 20, 565–573,
- Ispra (2016) Una valutazione economica degli ecosistemi marini e un'analisi di scenario economico al 2020, Ispra, Rapporto 255/16. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
- Jerez S, Tobin I, Vautard R, et al (2015) The impact of climate change on photovoltaic power generation in Europe. *Nat Commun* 6:10014. doi: 10.1038/ncomms10014

Kahn et. Al 2019. 'Long-term Macroeconomic Effects of Climate Change', NBER working paper

McCallum, S., Dworak, T., Prutsch, A., Kent, N., Mysiak, J., Bosello, F., Klostermann, J., Dlugolecki, A., Williams, E., König, M., Leitner, M., Miller, K., Harley, M., Smithers, R., Berglund, M., Glas, N., Romanovska, L., van de Sandt, K., Bachschmidt, R., Völler, S., Horrocks, L. (2013). Support to the development of the EU Strategy for Adaptation to Climate Change: Background report to the Impact Assessment, Part I – Problem definition, policy context and assessment of policy options. Environment Agency Austria, Vienna.

Murakami, D. and Yamagata, Y. (2016). "Estimation of gridded population and GDP scenarios with spatially explicit statistical downscaling", ArXiv, 1610.09041, URL: <https://arxiv.org/abs/1610.09041>.

Nordhaus, W. (2006), "Geography and Macroeconomics: New Data and New Findings", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(10), 3510-3517.

Kummu, M., Taka, M., and J.H.A. Guillaume (2018), "Gridded global datasets for Gross Domestic Product and Human Development Index over 1990–2015", *Scientific Data* volume 5, n: 180004

Riahi, Keywan, Detlef P. van Vuuren, Elmar Kriegler, Jae Edmonds, Brian C. O'Neill, Shinichiro Fujimori, Nico Bauer, et al. "The Shared Socioeconomic Pathways and Their Energy, Land Use, and Greenhouse Gas Emissions Implications: An Overview." *Global Environmental Change*. Accessed November 23, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.05.009>

Rogelj, J., Meinshausen, M. & Knutti, R. (2012), Global warming under old and new scenarios using IPCC climate sensitivity range estimates, *Nature Climate Change* 2, 248–253. doi: 10.1038/nclimate1385

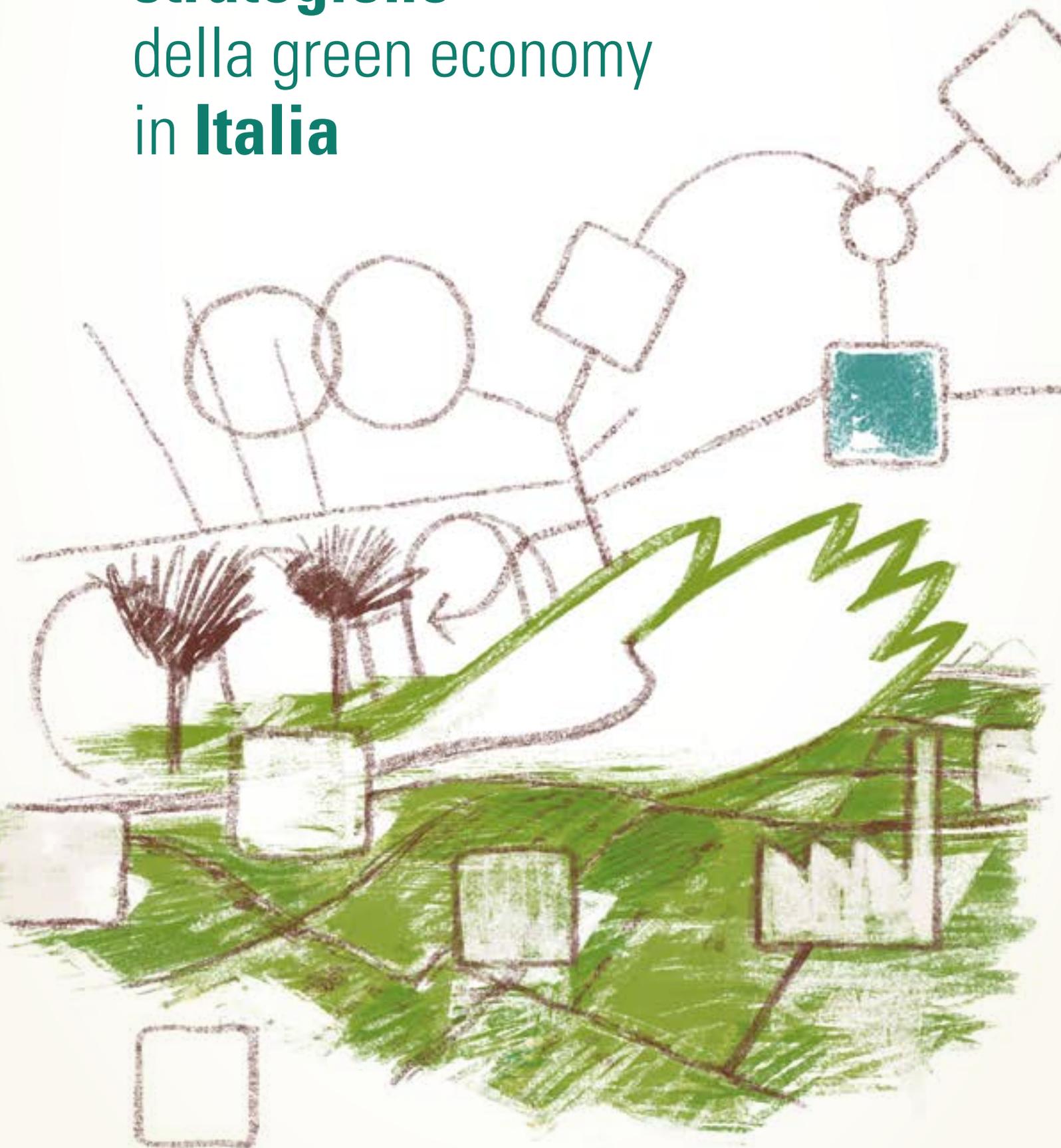
Ricke, K., L. Drouet, K. Caldeira and M. Tavoni (2018) Country level social cost of carbon, *Nature Climate Change*

Olesen JE, Trnka M, Kersebaum KC, et al (2011), "Impacts and adaptation of European crop production systems to climate change". *European Journal of Agronomy*, 34:96–112. doi: 10.1016/j.eja.2010.11.003

Richard Tol 2018 'The economic impacts of climate change', Review of Environmental Economics and Policy, Volume 12, Issue 1, Winter 2018, Pages 4–25, <https://doi.org/10.1093/reep/rex027>

Van Passel, S., Massetti, E., Mendelsohn R. (2013), "A Ricardian analysis of the impact of climate change on the European agriculture", FEEM Note di Lavoro 83.2012.

Le **tematiche** **strategiche** della green economy in **Italia**



EMISSIONI DI GAS SERRA E CRISI CLIMATICA

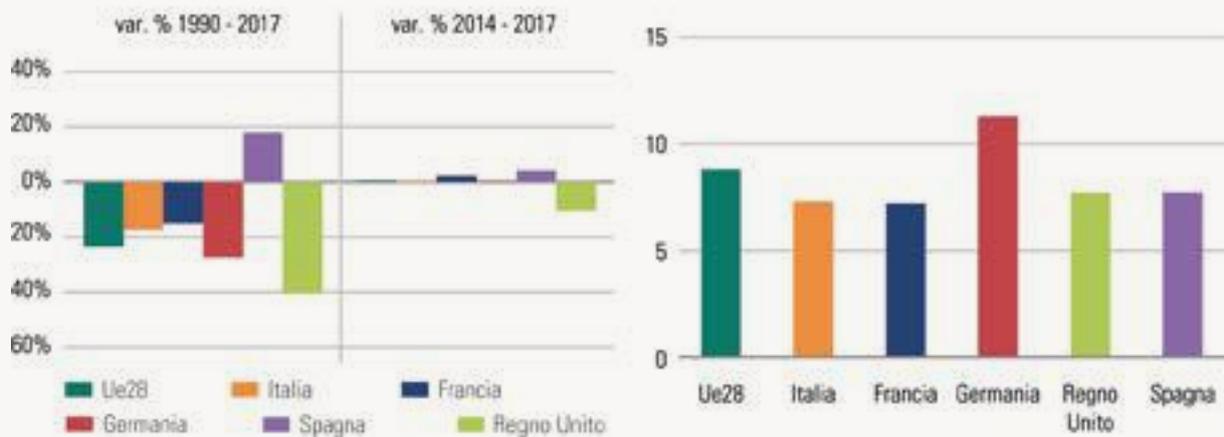
Nell'ottobre del 2018 l'Intergovernmental panel on climate change (Ippc) ha rilasciato uno Special Report¹ su impatti e prospettive di un riscaldamento globale di +1,5°C rispetto al periodo preindustriale. Il documento ha segnato un punto cruciale nella lotta ai cambiamenti climatici, in quanto ha finalmente definito la traiettoria che le emissioni globali di gas serra devono seguire per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi. Lo scenario delineato dall'Ippc non lascia dubbi: le emissioni globali nette (cioè al netto degli assorbimenti) dovranno azzerarsi entro la metà del secolo, ma le riduzioni dovranno essere significative già a partire dai prossimi anni. Tuttavia, dopo una fase di rallentamento tra il 2014 e il 2016, negli ultimi anni le emissioni sono tornate ad aumentare, trainate in primo luogo dalla crescita delle economie asiatiche. Ai dati sulle emissioni si accompagnano quelli sui livelli di concentrazione della CO₂ in atmosfera, mai visti almeno negli ultimi 800.000 anni, con l'ultimo record di 415 ppm di maggio 2019², e un aumento della temperatura globale che ha già raggiunto (e in alcune parti del mondo anche superato) il +1°C rispetto al periodo preindustriale.

L'Europa, da sempre in prima linea nelle trattative diplomatiche per gli accordi sul clima, ha lanciato per il tramite della Commissione una Strategia climatica di lungo periodo³ – non ancora approvata formalmente – che prevede un'economia prospera e carbon neutral al 2050. Tuttavia, anche nel vecchio continente le emissioni di gas serra già dal 2014 non stanno più diminuendo. Dopo un aumento medio intorno all'1% registrato dal 2014 al 2017, le stime preliminari della Iea⁴ per il 2018 segnano una timida ma incoraggiante riduzione delle emissioni di CO₂ dell'1,3%, in primis grazie a una domanda energetica stagnante associata a una crescita delle fonti rinnovabili, comunque inferiori rispetto agli anni precedenti. È ancora troppo presto per capire se si tratti di una reale inversione di tendenza oppure no. Quel che è certo è che senza

una revisione al rialzo dell'obiettivo intermedio di riduzione delle emissioni di gas serra al 2030, ancora fermo al 40% rispetto al 1990 e ormai del tutto inadeguato non solo alla traiettoria di Parigi, il ruolo di leader dell'Unione europea rischia di essere fortemente compromesso.

Guardando a quanto sta accadendo nelle altre principali economie europee, si può vedere come il forte rallentamento del processo di decarbonizzazione sia un trend abbastanza comune a molti Paesi. Secondo Eurostat, nel 2017 l'Europa è riuscita a ridurre le emissioni di gas serra di oltre il 23% rispetto al 1990: a questo risultato hanno contribuito in primis Regno Unito (-40%) e Germania (-28%), i due principali emettitori del continente. L'Italia, che partiva da emissioni pro capite minori, ha realizzato una riduzione delle emissioni del 17%, simile a quella della Francia del 15%, mentre la Spagna, che partiva da emissioni ancora più basse, ha fatto registrare un aumento considerevole, pari al 18%. Se però si focalizza l'attenzione sugli ultimi quattro anni, si può vedere come in tutti i Paesi, a eccezione del Regno Unito, il processo di riduzione delle emissioni si sia fermato: in Europa le emissioni di gas serra, infatti, registrano una crescita dello 0,6%; oltre alla Polonia, gli aumenti maggiori si sono registrati in Francia e Spagna (rispettivamente +2% e +4%), mentre l'Italia e la Germania sono più stabili intorno al +0,5%. Unico Paese in controtendenza rimane il Regno Unito, a seguito delle importanti politiche di sostituzione delle centrali a carbone che gli hanno permesso di ridurre le emissioni di oltre il 10% negli ultimi quattro anni. Conseguentemente, anche le emissioni pro capite si sono stabilizzate, attestandosi nel 2017 intorno alle 8,8 tCO₂eq come media Ue28, con le principali economie che registrano valori leggermente più bassi con l'esclusione della Germania con oltre 11 tCO₂eq pro capite (Figura 20).

Figura 20 Andamento delle emissioni di gas serra nelle principali economie europee: variazioni percentuali (% , a sx) ed emissioni pro capite (tCO₂eq, a dx)



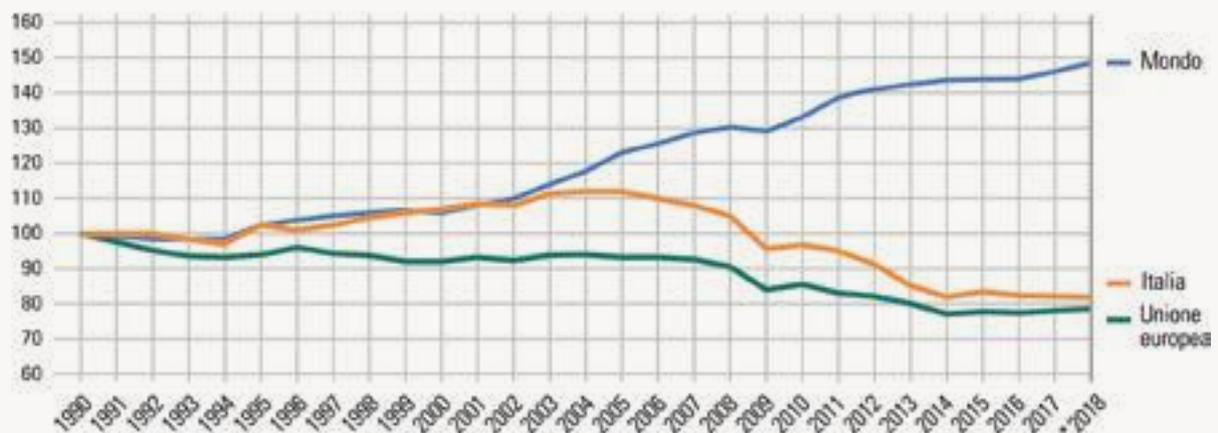
Fonte: Eurostat

L'Italia, a partire dal 2005, complice una difficile situazione economica e grazie a una serie di strumenti messi in campo per promuovere l'efficienza energetica e le fonti rinnovabili, ha tagliato le proprie emissioni più della media europea fino al 2014. Tuttavia, anche da noi da qualche anno questo processo virtuoso si è arrestato: nel 2017 le emissioni di gas serra si sono attestate a 428 MtCO₂eq, un valore di poco superiore a quello registrato nel 2014. Secondo le stime preliminari dell'Ispra⁵, anche nel 2018 le emissioni non accennano a diminuire, attestandosi intorno alle 426 MtCO₂eq: questo perché, sempre secondo l'Ispra, la riduzione delle emissioni, modesta ma diffusa pressoché in tutti i

settori (produzione di energia, industria, riscaldamento, rifiuti), è stata compensata da un forte aumento delle emissioni relative al settore trasporti. Per il 2019, stando alle dinamiche emerse nel primo trimestre, la Fondazione per lo sviluppo sostenibile stima le emissioni energetiche stabili ai livelli del 2018: c'è un importante contributo alla decarbonizzazione fornito dalla contrazione del ricorso al carbone (trend costante ormai dal 2012), ma l'effetto risulta compensato dall'aumento dei consumi di gas naturale e di prodotti petroliferi, soprattutto gasolio (Figura 21).

L'intensità carbonica dell'economia italiana ha continuato a calare, ma con una velocità molto ridotta:

Figura 21 Andamento delle emissioni di gas serra nel mondo, nella Ue28 e in Italia, 1990-2018 (valori indice 1990=100), *dati provvisori



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Ispra, Mise, UP, Eurostat, International Energy Agency, Unep

siamo passati dalle 360 tCO₂eq per milione di euro di Pil registrate nel 2005 alle 286 del 2014, quasi 10 tCO₂eq/M€₂₀₁₀ in meno mediamente ogni anno. Le riduzioni di intensità carbonica susseguites negli anni successivi sono state ben più modeste e le stime per il 2018 indicano un valore di 265 tCO₂eq/M€₂₀₁₀. Se non si interverrà con decisione interrompendo la serie modesta degli ultimi quattro anni e riavviando il virtuoso

processo di decarbonizzazione del Paese, non sarà possibile non solo rispettare gli impegni sottoscritti a Parigi nel 2015, ma neanche centrare i pur insufficienti attuali target al 2030 che l'Unione europea ha indicato per il nostro Paese, a partire dal timido target del 37% di riduzione delle emissioni di gas serra indicato nella bozza di Piano energia e clima dal governo, come contributo al già citato -40% a livello Ue.

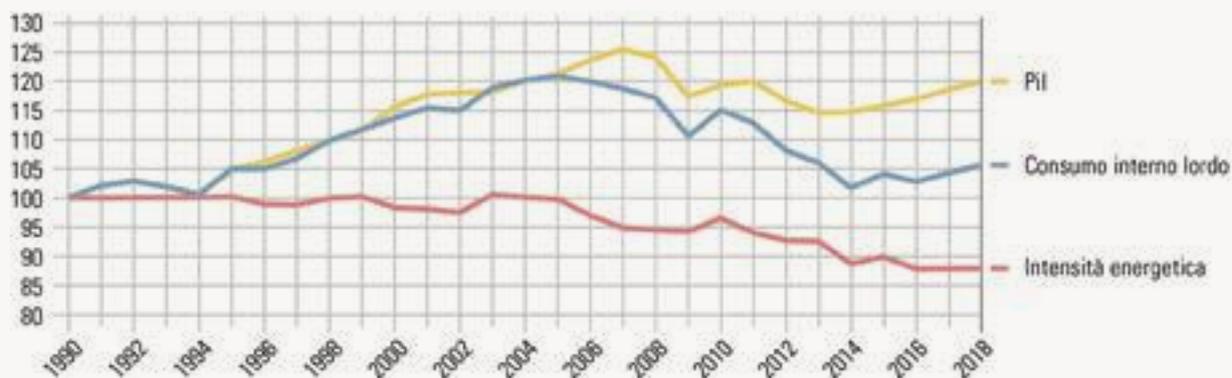
RISPARMIO E EFFICIENZA ENERGETICA

Il 2018 è stato un anno importante per le politiche energetiche e climatiche dell'Unione europea, che ha varato tre provvedimenti fondamentali per il futuro dell'energia: il nuovo Regolamento sulla Energy Union, che stabilisce le regole per contribuire agli obiettivi energetici dell'Ue, in particolare attraverso i Piani nazionali energia e clima (Pnec); le due Direttive sulla promozione delle energie rinnovabili e sull'efficienza energetica, che hanno aggiornato i rispettivi target al 2030. Il nuovo obiettivo di risparmio energetico, stabilito solo a livello europeo e senza trasposizioni vincolanti a livello nazionale, prevede una riduzione dei consumi energetici al 2030 del 32,5% rispetto al 1990. Come indicato nella bozza di Pnec⁶, l'Italia intenderebbe contribuire al target europeo riducendo di 9,3 Mtep i suoi consumi nel prossimo decennio, arrivando a 103,8 Mtep di consumi finali al 2030. Si tratta di un obiettivo ambizioso, soprattutto alla luce dei trend registrati negli ultimissimi anni durante i quali, a fronte di una modesta ripresa economica, il fabbisogno energetico del nostro Paese è tornato a crescere.

Dal 2005 in Italia si è iniziato a assistere a un disaccoppiamento delle due variabili, ovvero a una

crescita dei consumi energetici inferiore a quella del Pil, con un miglioramento dell'intensità energetica, scesa dai circa 120 ai 108 tep/M€ del 2014. Nell'ultimo quadriennio, tuttavia, in concomitanza con una ripresa economica e una nuova fase di crescita del Pil, benché modesta, il consumo interno lordo di energia è tornato a crescere, da 166 a oltre 170 Mtep tra il 2014 e il 2017. I dati preliminari forniti dal Mise per il 2018⁷ confermano tale trend: a fronte di una crescita del Pil reale dello 0,9%, il fabbisogno energetico sarebbe aumentato dell'1,9%, facendo aumentare nuovamente l'intensità energetica dai 106 tep/M€ del 2017 a quasi 107 nel 2018 (Figura 22). Si tratta probabilmente del principale driver che ha portato all'arresto del processo di decarbonizzazione, illustrato in precedenza, che ha caratterizzato l'Italia negli ultimi anni, oltre al rallentamento della crescita delle fonti rinnovabili che verrà descritto nel seguito. Questo aumento dei consumi energetici ha portato a una lievitazione della bolletta energetica che, dopo una costante riduzione dal 2011, nel 2017 ha raggiunto i 35 miliardi di euro, attestandosi nuovamente al 2% del Pil. Una ulteriore, analoga crescita sarebbe confermata anche nel 2018,

Figura 22 Pil, consumo interno lordo di energia e intensità energetica del Pil in Italia, anni 1990-2018 (valori indice, anno base 1990)



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Istat, Mise

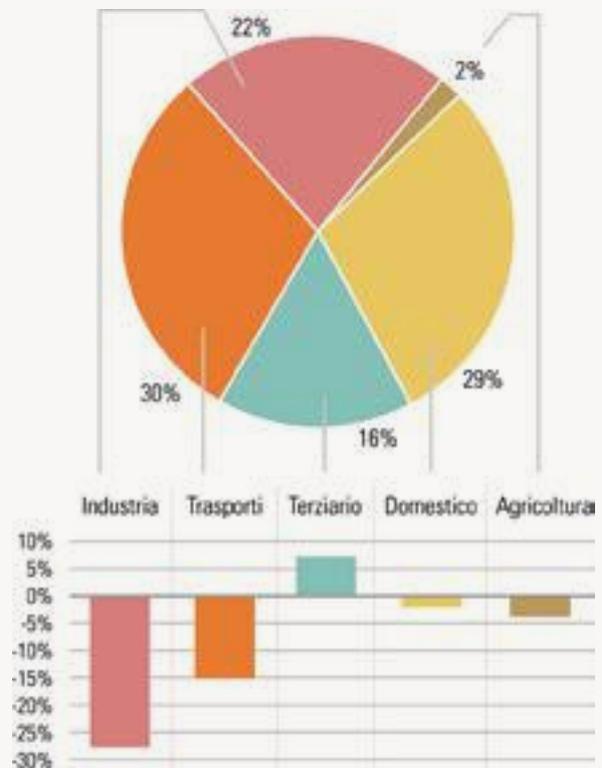
periodo in cui Unione Petrolifera stima che la bolletta energetica del nostro Paese abbia raggiunto i 40 miliardi di euro, ovvero il 2,3% del Pil⁸.

Nel 2018, analogamente al fabbisogno energetico lordo, anche i consumi finali hanno registrato un aumento dell'1,5%: secondo i dati preliminari del Mise, trainanti sono stati i trasporti con un aumento del 3,2% dei consumi finali, il tasso di crescita più alto del settore degli ultimi vent'anni. Il settore più energivoro del Paese resta quello civile (terziario e residenziale), che assorbe oltre il 40% dei consumi, anch'esso in leggero aumento (+0,7%); si tratta, inoltre, del settore che ha visto crescere di più i consumi negli ultimi anni e che, anche durante la lunga crisi economica, non ha accennato a ridurli in maniera significativa. Stando ai nuovi dati Mise ed Eurostat, negli ultimi dieci anni il settore terziario ha aumentato i consumi del 7% mentre quello residenziale li ha ridotti solo del 2%, contro il -15% dei trasporti e addirittura il -27% dell'industria. L'industria è infatti il settore economico che più ha risentito della crisi finanziaria anche da un punto di vista di fabbisogno energetico, segnando una leggera ripresa negli ultimi tre anni e ricoprendo tuttora il 22% dei consumi finali nazionali (Figura 23).

L'Italia registra storicamente una buona performance di efficienza energetica (in termini assoluti, è la seconda grande economia europea dopo il Regno Unito per intensità energetica del Pil). Se, tuttavia, si considerano le intensità energetiche "aggiustate" per tenere conto sia dei fattori climatici sia di quelli legati alla struttura produttiva, elaborate fino al 2016 dal progetto Odyssey-Mure⁹, emerge che tra le grandi economie europee l'Italia fa meglio solo della Francia, ma meno bene di Germania, Spagna e Regno Unito, nonché della stessa media europea. Questo anche perché i miglioramenti in termini di intensità energetica registrati dal nostro Paese tra il 2005 e il 2017 sono più bassi di quelli degli altri grandi Paesi europei (Figura 24).

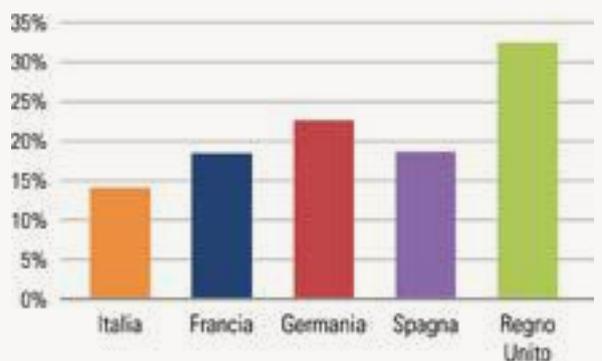
Per raggiungere l'obiettivo sfidante indicato nel Pnec e le indicazioni che derivano dall'attuazione dell'Accordo di Parigi, quello dell'efficientamento energetico si presenta per l'Italia come un impegno particolarmente ambizioso che va affrontato con maggiore determinazione. Secondo i dati del 2018 dell'Enea¹⁰, i Certificati bianchi avrebbero prodotto dal 2005 un totale di circa 6 Mtep di risparmio energetico, mentre 1,7 milioni di interventi di

Figura 23 Consumi settoriali in Italia: ripartizione per l'anno 2017 (%) e, sotto, riduzione dei consumi finali per settore nel periodo 2008-2017 (%)



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Mise e Eurostat

Figura 24 Miglioramento dell'intensità energetica del Pil nelle principali economie europee tra il 2005 e il 2017



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Eea e Eurostat

riqualificazione in detrazione fiscale hanno generato un risparmio complessivo di 1,4 Mtep di consumi dall'avvio del meccanismo (2007): risultati significativi, ma insufficienti a raggiungere gli obiettivi previsti dal Pnec.

FONTI RINNOVABILI

Secondo gli ultimi dati Eurostat¹¹, nel 2017 in Italia le fonti energetiche rinnovabili (Fer), con circa 22 Mtep, hanno soddisfatto il 18,3% del fabbisogno energetico interno, contro il 17,5% della media europea, il 17,5% della Spagna, il 16,3% della Francia, il 15,5% della Germania e il 10,2% del Regno Unito. La buona performance dell'Italia, tuttavia, è rallentata negli ultimi anni, con una crescita di appena 300 ktep fra il 2013 e il 2016¹², performance solo parzialmente migliorata dal dato 2017 che farebbe segnare un aumento rispetto all'anno precedente di circa 900 ktep. Il rallentamento della crescita delle rinnovabili negli ultimi quattro anni ha riguardato tutte le principali economie europee, con la sola eccezione del Regno Unito (Figura 25).

I dati provvisori del Gse¹³, infatti, confermerebbero questo trend anche per il 2018: secondo la contabilizzazione prevista dalla nuova Direttiva rinnovabili (Red II), l'Italia lo scorso anno ha registrato un consumo da fonti rinnovabili pari a 21,8 Mtep, ovvero 200 ktep in meno rispetto al 2017, comportando una leggera riduzione della quota Fer che si attesta al 18,1%, anche a causa del modesto aumento dei consumi finali lordi complessivi, +400 ktep. La quota di rinnovabili sui consumi complessivi del Paese è cresciuta solo di un punto percentuale nell'arco di cinque anni: il 30% di Fer indicato per il 2030 nel Piano energia e clima in corso di definizione, pur insufficiente per rispettare gli impegni di Parigi,

richiederebbe invece che ogni anno fosse conseguito un punto percentuale di crescita.

Il contributo alla crescita dei consumi Fer è ampiamente diversificato fra i diversi settori d'uso (Figura 26), con il settore trasporti decisamente più indietro degli altri. Secondo i dati provvisori del Gse, nei trasporti nel 2018 si assiste a una buona crescita dei consumi da fonti rinnovabili, cioè dei biocarburanti, che passano da 1.060 del 2017 a circa 1.250 ktep in termini reali, con un aumento del 18% quasi interamente attribuibile al biodiesel rispondente ai requisiti di sostenibilità della Red II.

Le stime preliminari del Mise indicano che la produzione di biometano sarebbe triplicata nel 2018, raggiungendo 29 milioni di metri cubi, stimabili in circa 25 ktep. Al 2018 gli impianti allacciati alla rete sono solo cinque, quasi interamente alimentati da biomasse residuali (principalmente Forsu o scarti del comparto agroindustriale), ma già oggi sono previsti allacciamenti per nuovi impianti con un potenziale di produzione di 400 milioni di metri cubi l'anno al 2022. Il potenziale nazionale di produzione, sia da biomasse residuali che agricole sostenibili, sarebbe in realtà decisamente più elevato, pari secondo gli studi a oggi disponibili a diversi miliardi di metri cubi ogni anno. Le stime preliminari della quota Fer trasporti per il 2018 non sono state ancora rese note dal Gse. La quota di rinnovabili nel 2016 era stata del 7,5% ed era scesa nel 2017 al 6,5%. Quello dei trasporti è uno dei settori su cui la penetrazione delle fonti rinnovabili è più impegnativa e nel quale gli obiettivi previsti dal Pnec

Figura 25 Andamento del contributo delle rinnovabili nei principali Paesi europei e nella media europea: quote Fer (% , a sx) e variazioni annue in punti percentuali (% , a dx)



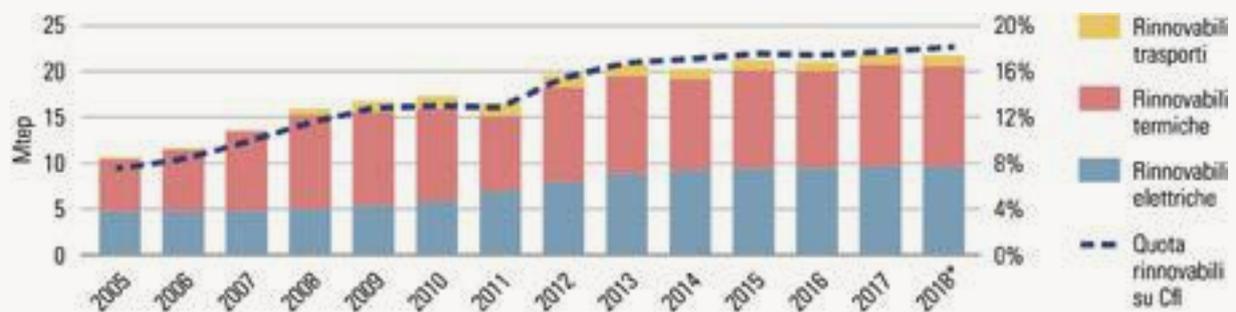
Fonte: Eurostat

(21,6% di quota Fer nei trasporti e oltre 3.000 ktep fra biocarburanti e mobilità elettrica rinnovabile al 2030) appaiono oggi decisamente sfidanti.

Gli usi termici rimangono la prima voce dei consumi da fonti rinnovabili in Italia, 11.200 ktep nel 2017, ovvero la metà dei consumi complessivi di energia rinnovabile, con oltre il +6% sull'anno precedente che ha permesso al nostro Paese di raggiungere il 20% di consumi termici da fonti rinnovabili. La biomassa rappresenta quasi i tre quarti delle rinnovabili termiche in Italia, anche se il suo ruolo, secondo la bozza di Pnec, sarebbe destinato a ridursi in modo significativo, arrivando a costituire circa la metà delle rinnovabili termiche nel 2030. Quasi tutta la parte rimanente di rinnovabili termiche, circa il 24% del consumo nazionale, è riconducibile alle pompe di calore: queste, dopo una fase di crescita abbastanza rapida fino al 2012 (mediamente 200 ktep aggiuntivi ogni anno), negli ultimi anni crescono a ritmi decisamente più blandi (siamo passati dai 2.500 ktep del 2013 ai 2.650 ktep stimati nel 2017, all'incirca stabili anche nel 2018). Si tratta di un trend preoccupante, specie considerando che il Pnec punta molto sulla crescita delle pompe di calore che dovrebbero raddoppiare e arrivare all'85% della crescita delle rinnovabili termiche al 2030. Tra le altre fonti termiche sono da segnalare le difficoltà che continua a incontrare il solare termico: sempre tra il 2013 e il 2017 è cresciuto solo da 168 a circa 210 ktep e sembrerebbe rimanere stabile anche nel 2018, mentre invece dovrebbe raggiungere quasi 800 ktep nel 2030 secondo le previsioni del Pnec. Complessivamente anche i trend registrati dalle fonti rinnovabili termiche sono insufficienti per cogliere l'obiettivo contenuto nella bozza di Pnec di 14.700 ktep al 2030.

La produzione di elettricità da fonti rinnovabili in Italia è più che raddoppiata tra il 2007 e il 2013, arrivando a oltre 110 TWh. A partire dal 2014 questa crescita si è fermata: negli ultimi quattro anni abbiamo perso circa il 14% di produzione da fonti rinnovabili (dato reale non normalizzato) per la forte riduzione della produzione idroelettrica, con un calo di oltre il 35% in poco più di tre anni e per il rallentamento della crescita delle nuove rinnovabili (dal 2007 al 2013 sono stati installati in media ogni anno quasi 5 GW di nuova capacità, nei quattro anni successivi la media è scesa a 1 GW/anno). Nel 2017 la produzione da fonti rinnovabili ha raggiunto il picco più basso degli ultimi cinque anni, arrivando a 103,9 TWh. Le stime preliminari riportate dal Mise per il 2018 mostrano segnali positivi, con la produzione di elettricità da fonti rinnovabili che ha quasi raggiunto i 115 TWh, contribuendo per il 34,5% alla domanda di energia elettrica (+3 punti percentuali rispetto al 2017). L'inversione di tendenza è trainata principalmente dalla ripresa del settore idroelettrico grazie alle condizioni climatiche più favorevoli (+10 TWh rispetto all'anno precedente, dato reale). A esclusione dell'idroelettrico, però, il 2018 ha segnato una contrazione netta della produzione elettrica da parte di tutte le fonti rinnovabili, soprattutto del fotovoltaico che ha ridotto la produzione di quasi il 7%. Il dato preliminare 2018, normalizzato dal Gse secondo le indicazioni della Red II, indica una situazione pressoché identica all'anno precedente, con il 34% dei consumi finali lordi elettrici coperto da fonti rinnovabili. Secondo i dati preliminari per il 2019 forniti da Terna¹⁴, il totale della produzione elettrica da rinnovabili risulterebbe in contrazione del 3% rispetto al primo semestre dell'anno precedente.

Figura 26 Consumo finale lordo di energia da fonti rinnovabili in Italia tra il 2005 e il 2018 per tipo di utilizzo (Mtep, asse sx) e in rapporto al Cfl totale (% , asse dx)



Fonte: Gse

* dati preliminari

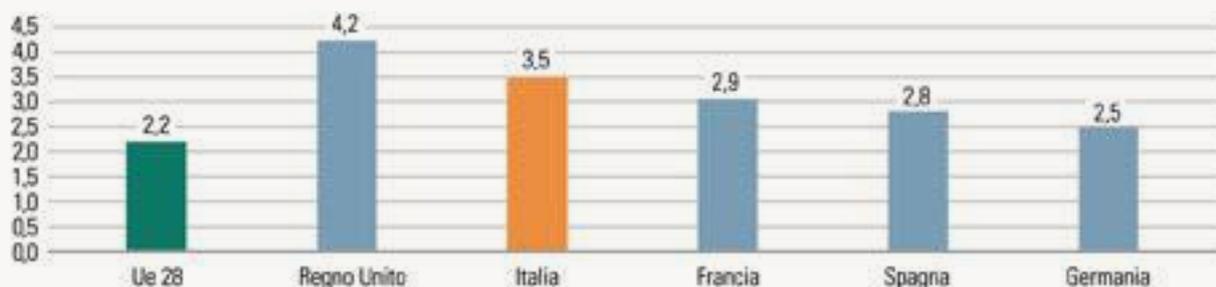
ECONOMIA CIRCOLARE E USO EFFICIENTE DELLE RISORSE

Produttività delle risorse

L'Italia ha una buona produttività delle risorse (misurata in euro di Pil per kg di risorse consumate) e si attesta, per il sesto anno consecutivo, al 2° posto fra i cinque principali Paesi europei, con 3,5 €/kg nel 2017, dietro al Regno Unito ma davanti a Francia, Spagna e Germania.

Nella Ue28 la produttività delle risorse per Pil prodotto tra il 2012 e il 2017 è aumentata da 1,97 a 2,2 €/kg, con un incremento del 12%, registrando una crescita costante negli anni. L'Italia, nello stesso periodo, segna un incremento del 22% e nel 2017 è sopra la media Ue di 1,3 €/kg (Figura 27).

Figura 27 Produttività delle risorse (€/kg), 2017



Fonte: Eurostat

Consumo interno dei materiali (Dmc)

Nella Ue28 il consumo interno dei materiali (Dmc), in termini di quantità, è passato da 6,83 miliardi di tonnellate nel 2012 a 6,86 nel 2017. Nello stesso periodo, il valore pro capite si è ridotto del 3% passando da 13,5 a 13,2 t/persona. In Italia, Paese naturalmente incline a fare tesoro delle poche risorse materiali a disposizione, nel 2017 il Dmc è

arrivato a 494 milioni di tonnellate. Il consumo pro capite, pari a 9,5 t/persona nel 2012, si attesta nel 2017 a 8,3 con una riduzione del 12%. Il confronto tra il Dmc italiano e quello degli altri principali Paesi europei mostra un buon risultato: l'Italia ha infatti il Dmc più basso, seguita da Spagna, Regno Unito, Francia e Germania (Figura 28).

Figura 28 Dmc pro capite 2017 (t/persona)



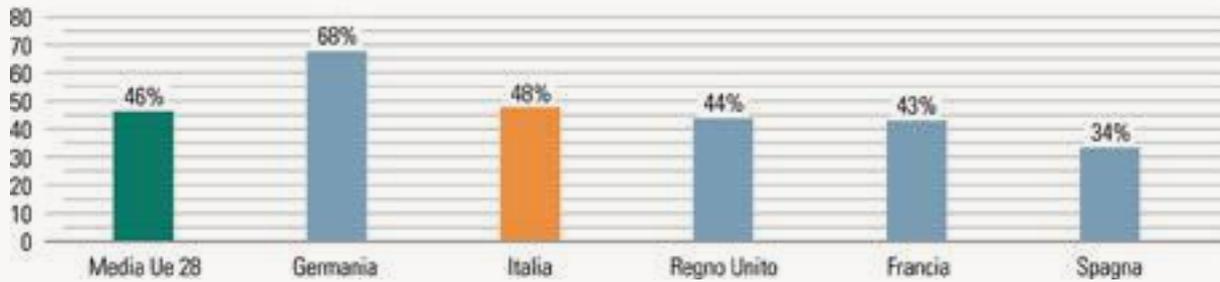
Fonte: Eurostat

Gestione dei rifiuti (urbani e speciali)

Nel 2017 sono state riciclate in Italia 14 milioni di tonnellate (Mt) di rifiuti urbani, pari al 47,7% dei rifiuti prodotti. Rispetto ai principali Paesi europei,

il nostro si colloca al secondo posto dietro alla Germania oltre a superare di due punti percentuali la media Ue (Figura 29).

Figura 29 Riciclo dei rifiuti urbani (%) in Europa, 2017



Fonte: Eurostat

Il 21% dei rifiuti urbani prodotti in Italia è stato avviato a recupero energetico (circa 6,2 Mt; -1% rispetto al 2016) e il 23% è stato smaltito in discarica, cioè circa 6,9 Mt (-7% rispetto al 2016). La rimanente parte dei rifiuti urbani è stata esportata, utilizzata come copertura di discariche o ha subito altri tipi di trattamento non specificati.

Tasso di utilizzo circolare dei materiali

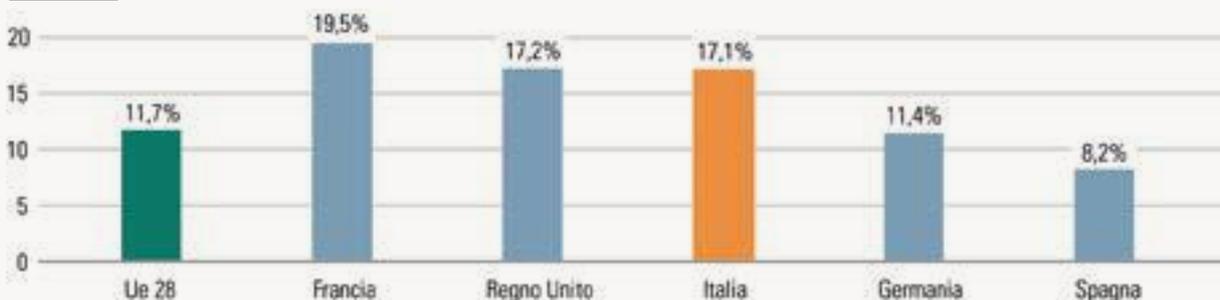
Per monitorare l'economia circolare in Europa, la Commissione ha individuato 10 indicatori. Tra questi vi è il tasso di utilizzo circolare dei materiali (Cmu), che misura il grado di impiego dei materiali riciclati all'interno dell'economia in relazione all'uso complessivo di materie prime. Il tasso Cmu indica la quantità di rifiuti raccolti, destinati al recupero dei materiali negli impianti di trattamento e reintrodotti nell'economia, risparmiando così l'estrazione di materie prime. Una maggiore quantità di materiali riciclati che sostituiscono le materie prime vergini evita l'estrazione di risorse naturali e riduce la produzione di rifiuti. Il tasso è calcolato come rapporto tra la quantità di materie prime secondarie (U) e il consumo interno di materiali complessivo

Nel 2017 sono state riciclate in Italia circa 99 Mt di rifiuti speciali (+8% rispetto al 2016), pari al 68% dei rifiuti prodotti (+1 punto percentuale rispetto al 2014). Seguono con il 10,9% (16 milioni di tonnellate) le altre operazioni di smaltimento e, con l'8,2% (12 milioni di tonnellate), lo smaltimento in discarica (fonte Ispra).

(Dmc). La quantità di materie prime secondarie (U) è approssimata dalla quantità di rifiuti trattati negli impianti di recupero, meno i rifiuti importati destinati al recupero, più i rifiuti esportati destinati al recupero all'estero.

Secondo i dati forniti da Eurostat nel 2016, il Cmu medio per l'Ue28 è dell'11,7% (+0,3 punti percentuali rispetto al 2015). Nel confronto con i principali Paesi europei, l'Italia è terza, superiore alla media Ue, ma preceduta da Francia e Regno Unito, che risultano essere i due Paesi con la maggior crescita annuale facendo registrare rispettivamente +0,8 e +1 punti percentuali tra il 2015 e il 2016. Poco al di sotto della media si colloca la Germania, in coda la Spagna (Figura 30).

Figura 30 Tasso di circolarità (%), 2016

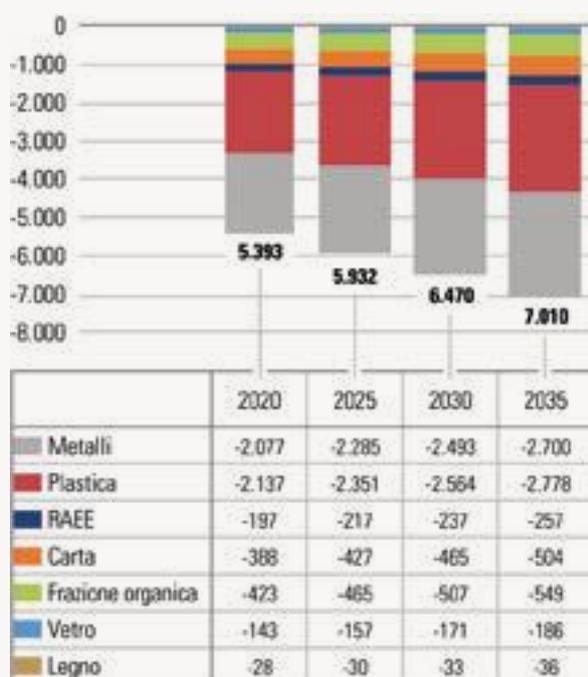


Fonte: Eurostat

Emissioni evitate grazie all'economia circolare

Studi condotti dalla Fondazione per lo sviluppo sostenibile dicono che per raggiungere gli obiettivi del Pacchetto economia circolare – ferma restando la produzione dei rifiuti urbani – dovremo riciclare

Figura 31 Emissioni evitate dal raggiungimento dei nuovi obiettivi di riciclo dei rifiuti urbani (ktCO₂eq)



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile

al 2035 circa 19 Mt di rifiuti urbani, quindi oltre 6 Mt in più rispetto al risultato ottenuto nel 2017. Questi rifiuti riciclati possono portare a un risparmio di emissioni di CO₂ che vanno da -5,9 MtCO₂eq nel 2025 a -7 MtCO₂eq al 2035 (Figura 31).

Il raggiungimento dei nuovi obiettivi di riciclo dei rifiuti di imballaggio porterà a una riduzione delle emissioni da -2,6 MtCO₂eq nel 2025 a -2,9 MtCO₂eq al 2030 (Figura 32).

Figura 32 Emissioni evitate dal raggiungimento dei nuovi obiettivi per gli imballaggi (ktCO₂eq)



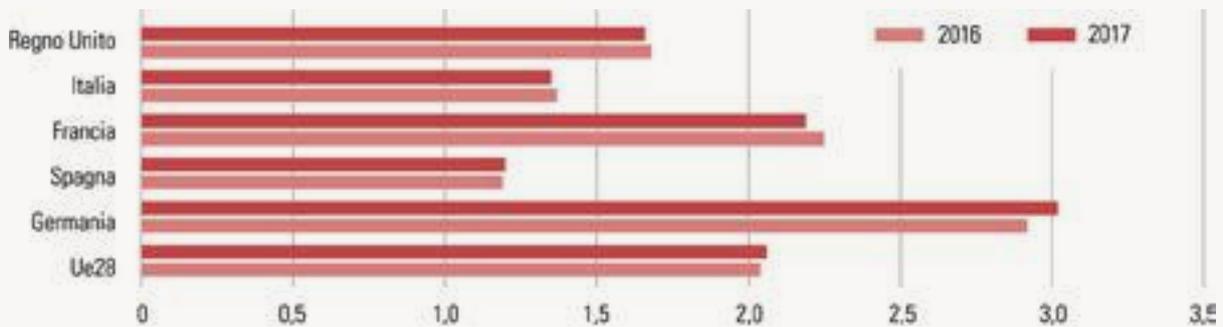
Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile

ECOINNOVAZIONE

L'ecoinnovazione può essere misurata tramite indicatori e strumenti statistici per alcune sue componenti quali: spese in ricerca (l'input dell'ecoinnovazione), brevettazione (output di ecoinnovazione), azioni di certificazione e "labelling" ambientale (le attività di ecoinnovazione). In questo modo si possono analizzare i trend e il posizionamento italiano per valutare l'impegno del settore pubblico (in termini di spesa in ricerca a fini ambientali) e del settore privato (in termini di miglioramento dei processi e di prodotto). Altra importante analisi viene fornita dalla digitalizzazione dell'ecoinnovazione e di attività in fieri.

La **spesa pubblica in R&S** dell'Italia tra il 2000 e il 2017 segna un aumento del 34%, mentre analizzando gli ultimi tre anni il trend non è omogeneo registrando un aumento dal 2015 al 2017 ma una contrazione dal 2016 al 2017. La tendenza europea è in aumento con picchi intorno al 2012 e fasi di crescita più moderate negli ultimi anni (+1%). Se si confronta la prestazione italiana del 2017 con il resto d'Europa, l'Italia si colloca sotto la media europea (22° posto con valore dell'1,35% sul Pil rispetto a 2,06% per Ue28). In un confronto con le altre quattro maggiori economie, l'Italia è al 4° posto, prima solo della Spagna per il 2016 e il 2017 (Figura 33).

Figura 33 Spesa pubblica in Ricerca e Sviluppo (% sul Pil), 2016-2017



Fonte: elaborazione Enea su dati Eurostat

Relativamente più positive sono le tendenze registrate per la brevettazione: l'Italia è al 4° posto nella Ue28 per numero di brevetti, è 4° rispetto alle maggiori economie europee (dopo Germania, Francia e Regno Unito) per numero totale di brevetti e 3° per brevetti in riciclo e materie prime seconde (Figura 34).

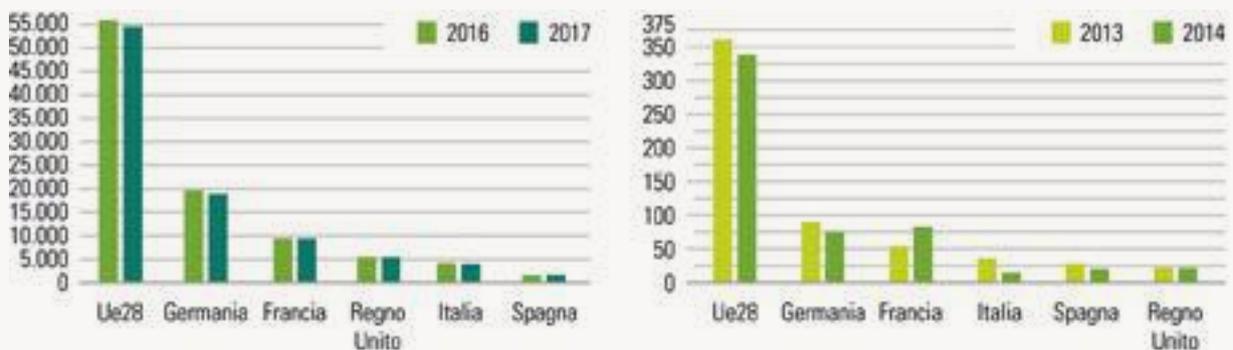
È stato riconosciuto il potenziale che gli strumenti **Emas** e **Ecolabel** Ue hanno nel contribuire all'ecoinnovazione e alla transizione all'economia circolare grazie alle informazioni offerte al mercato sulle prestazioni ambientali dei prodotti o delle organizzazioni. Tuttavia i limiti più evidenti alla loro diffusione sono collegati al loro carattere volontario e al livello limitato di diffusione per una serie di gruppi di prodotti, oltre che alla scarsa conoscenza nel mercato.

In Italia le licenze Ecolabel Ue attualmente in vigore sono 179, per un totale di 8.560 prodotti/servizi etichettati, distribuiti in 18 gruppi di

prodotti, con un generale trend positivo negli anni (si tenga conto che nell'ultimo anno è scaduta la validità di tutte le licenze rilasciate per strutture turistiche e campeggi con una conseguente marcata diminuzione delle licenze per questo gruppo di prodotti e che il 31 giugno 2019 è scaduta la licenza per i prodotti multiuso e per servizi sanitari, con conseguente leggera flessione del totale dei prodotti certificati). In Europa le licenze in vigore, al marzo 2019, mostrano un aumento dell'88% rispetto al 2016, sono 1.575 per un totale di 72.797 prodotti/servizi etichettati disponibili sul mercato¹⁵. Le organizzazioni registrate Emas in Italia sono in totale 967 mentre i siti 4.839. In Europa le organizzazioni registrate sono 3.728¹⁶.

Un settore molto importante per l'ecoinnovazione e per le attività connesse in ambito di economia circolare in Italia è la **digitalizzazione**. Un metodo di misura è offerto, a livello europeo, dal calcolo dell'indicatore Digital Economy and Society Index

Figura 34 Numero di richieste di brevetti: a sinistra la totalità dei brevetti (2016 e 2017), a destra i brevetti di riciclo e materie prime seconde (2013 e 2014)



Fonte: Eurostat - European Patent Office, Epo

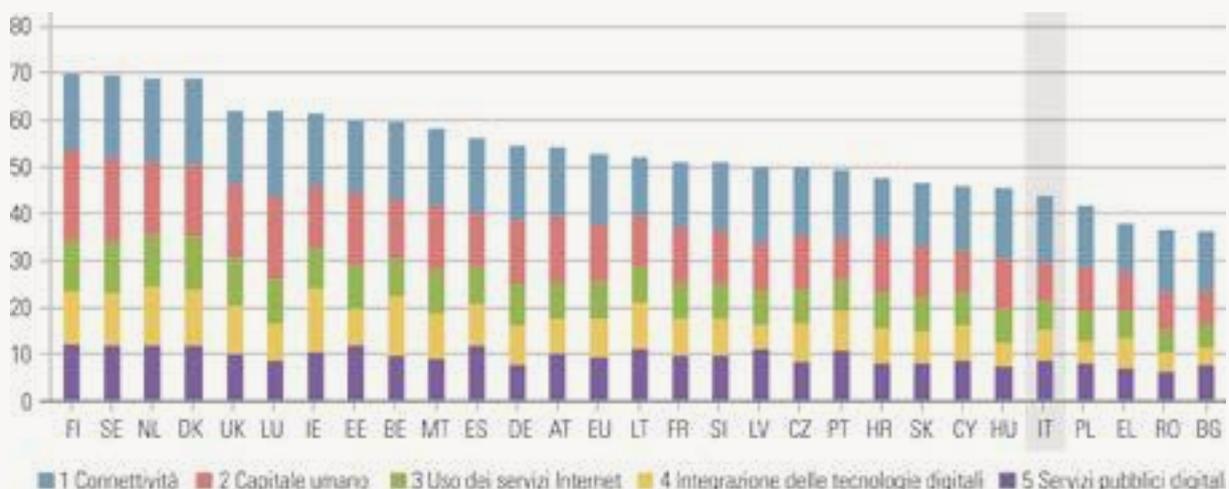
- Desi, che rileva i progressi compiuti dagli Stati membri in termini di digitalizzazione, aggiornato al 2019¹⁷. Questo indice presenta, in maniera chiara e molto analitica, dati di settore e comparazioni tra Paesi europei. Sono stati introdotti nuovi indicatori¹⁸ all'interno dei 5 principali elementi tramite i quali è strutturato il rilevamento dei progressi compiuti dagli Stati membri in termini di digitalizzazione: i) Connettività, ovvero reti fisse a banda larga, reti mobili a banda larga e relativi prezzi, ii) Capitale umano che include uso di Internet, competenze digitali di base e avanzate, iii) Uso dei servizi Internet e dunque uso di contenuti, canali di comunicazione e transazioni online da parte dei cittadini, iv) Integrazione delle tecnologie digitali, ovvero digitalizzazione delle imprese e e-commerce, v) Servizi pubblici digitali che comprende e-government e sanità digitale. Anche la metodologia di calcolo e dei pesi attribuiti ai vari indicatori è stata modificata.

L'Italia si colloca al 24° posto fra i 28 Stati membri dell'Ue: è in buona posizione, sebbene ancora al di sotto della media europea, in materia di connettività e di servizi pubblici digitali (Figura 35). I servizi pubblici online e open data sono prontamente disponibili e la diffusione dei servizi medici digitali è ben consolidata. La copertura a banda larga veloce e la diffusione del suo utilizzo sono in crescita (pur se quest'ultima rimane sotto la media), mentre sono ancora molto lenti i

progressi nella connettività superveloce. L'Italia è a buon punto per quanto riguarda l'assegnazione dello spettro 5G. Tuttavia tre persone su dieci non utilizzano ancora Internet abitualmente e più della metà della popolazione non possiede competenze digitali di base. Tale carenza nelle competenze digitali si riflette anche in un minore utilizzo dei servizi online, dove si registrano ben pochi progressi. La scarsa domanda influenza l'offerta e questo comporta una bassa attività di vendita online da parte delle Pmi italiane rispetto a quelle europee. Le imprese italiane presentano tuttavia un punteggio migliore per quanto riguarda l'utilizzo di software per lo scambio di informazioni elettroniche e social media.

A livello nazionale, l'Italia ha adottato la Strategia per la crescita digitale 2014-2020¹⁹ e la Strategia per la banda ultra larga nel marzo 2015²⁰. Nel settembre del 2016 l'Italia ha sviluppato la propria strategia Industria 4.0, ribattezzata "Piano nazionale Impresa 4.0"²¹, al fine di riflettere meglio l'ampia portata dell'iniziativa, includendo sia le imprese del settore dei servizi sia quelle del settore industriale. L'attuale governo ha confermato il mantenimento del piano Impresa 4.0 (con la possibilità di modificare alcune misure) e ha rinnovato il proprio sostegno alla Strategia per la crescita digitale mediante un orientamento politico ancora più attivo.

Figura 35 Posizionamento nella preparazione digitale dell'Italia rispetto ai Paesi europei, Desi 2019



Fonte: Commissione europea, 2019

AGRICOLTURA

Nell'ultimo decennio il comparto agroalimentare nazionale è stato caratterizzato da alcune significative trasformazioni, denotando una discreta capacità di adattamento alle mutate condizioni del mercato e una sensibile propensione al rinnovamento.

Nel 2018 si è assistito a una lieve ripresa del settore agricoltura, silvicoltura e pesca, con un aumento dello 0,6% della produzione e dello 0,9% del valore aggiunto. I risultati maggiormente positivi dell'industria alimentare hanno determinato per l'intero comparto agroalimentare una crescita del valore aggiunto dell'1,8% in volume e dell'1,3% a prezzi correnti²². Con un valore aggiunto dell'agricoltura pari a 32,2 miliardi di euro correnti,

l'Italia si trova al vertice della classifica europea 2018, mentre in termini di valore della produzione è seconda solo alla Francia²³.

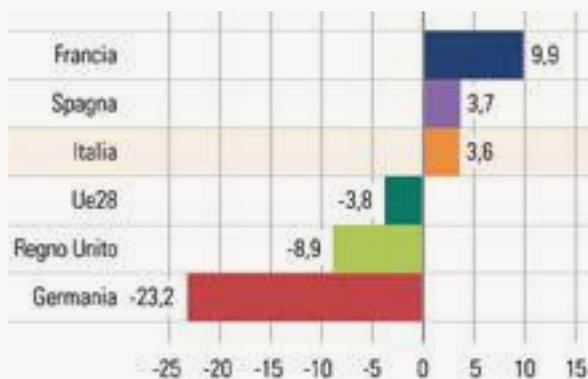
Anche la produttività del lavoro in agricoltura, misurata dall'indicatore di reddito agricolo²⁴, fa segnare un risultato positivo (3,6%) a fronte di una riduzione consistente registrata nella maggior parte dei Paesi dell'Unione europea (Figura 36).

Tra gli aspetti che maggiormente caratterizzano l'agricoltura nazionale vi è certamente la continua crescita del settore del biologico (Figura 37). Al 31 dicembre 2017 le superfici coltivate con metodo biologico interessano 1.908.653 ettari, con un incremento del 6,3% rispetto all'anno precedente e del 71% rispetto al 2010. La Sau (superficie agricola utilizzata) biologica rappresenta il 15,4% di quella totale (era l'8,7% nel 2010)²⁵.

Gli operatori complessivi sono 75.873 di cui 57.370 produttori esclusivi, con un incremento del 5,2% rispetto al 2016 e del 59% rispetto al 2010. Le aziende agricole biologiche rappresentano il 4,5% di quelle totali²⁶.

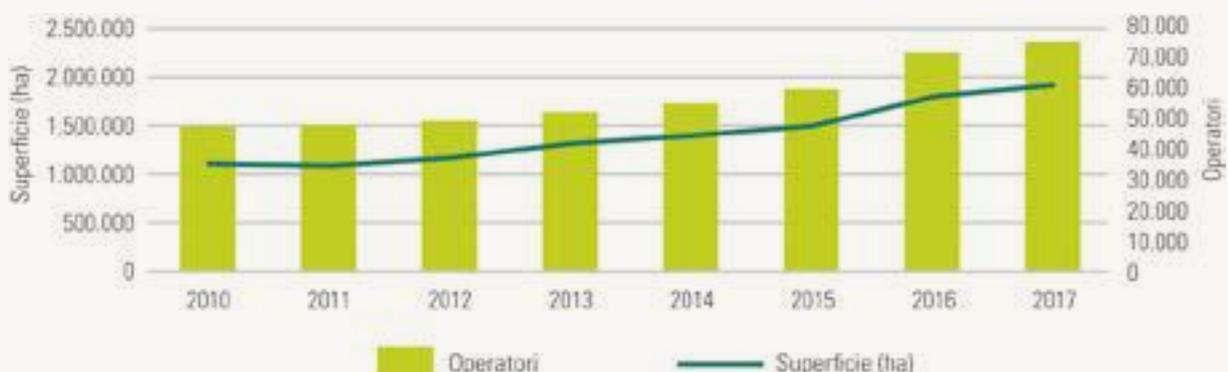
L'aumento della diffusione dell'agricoltura biologica è un fenomeno ormai comune a molti Paesi europei (Tabella 2). Nell'Ue28 le superfici coltivate col metodo biologico ammontano nel 2017 a quasi 12,6 milioni di ettari, con un incremento di circa il 25% rispetto al 2012. L'Italia si colloca al secondo posto, dietro alla Spagna, per estensione totale delle

Figura 36 Indicatore di reddito agricolo (%)



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Istat, 2019

Figura 37 L'agricoltura biologica in Italia, 2017



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Sinab (2010-2018)

Tabella 2 L'agricoltura biologica nei principali Paesi europei, 2017

	Superficie (ha)	% rispetto al totale Ue	% rispetto alla propria Sau totale
Spagna	2.082.173	16,6	8,7
Italia	1.908.653*	15,2	15,4*
Francia	1.744.420	13,9	6
Germania	1.138.272	9,1	6,8
Regno Unito	497.742	4	2,9
Ue28	12.560.191		7

Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Eurostat (2019) e Sinab (2019). *= dato Sinab

colture biologiche; le superfici di Spagna, Italia, Francia e Germania costituiscono più del 50% del totale coltivato a biologico dell'Ue28²⁷.

In termini di percentuale di Sau biologica rispetto a quella propria totale, l'Italia si assesta al quarto posto dietro a Austria (23,4 %), Estonia (19,6%) e Svezia (19,2%), con un valore nettamente superiore a quello medio della Ue28²⁸.

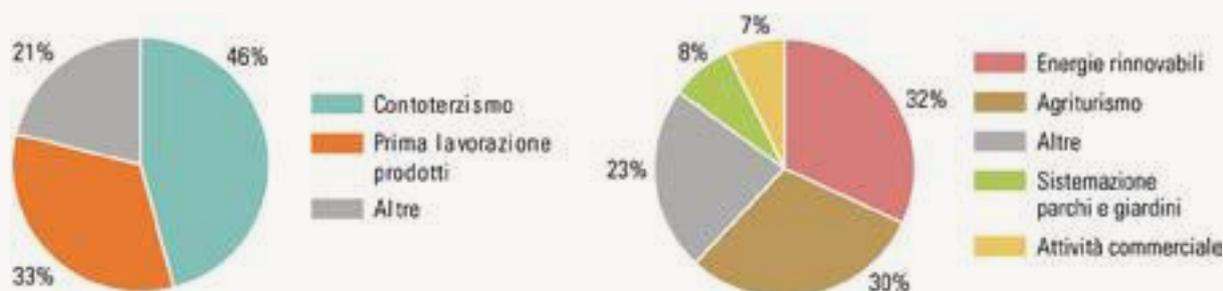
L'Italia è inoltre prima al mondo per quantità di produzioni a Indicazione geografica, che costituiscono una componente importante dell'agroalimentare di qualità, destinato a ricevere un crescente sostegno dalla futura politica comunitaria. Nel 2017 sono 822, di cui 299 nel comparto del Food (Dop, Igp, Stg) e 523 in quello del Wine (Dop e Igp). Rappresentano il 27,3% dei 3.010 complessivamente registrati in Europa, valore sensibilmente superiore a quello fatto segnare dalla Francia (685, il 22,7% del totale europeo) e dalla Spagna (329, pari al 10,9%)²⁹.

Nel 2017 hanno fatto registrare 15,2 miliardi di valore alla produzione (+2,6% rispetto al 2016) coinvolgendo 197.347 operatori e 275 Consorzi autorizzati³⁰. L'agricoltura italiana si è contraddistinta anche

per una apprezzabile e crescente diversificazione dell'attività produttiva, finalizzata sia a un uso più efficiente delle risorse – in risposta agli effetti dei cambiamenti climatici – sia a migliorare il proprio posizionamento competitivo rispondendo alle nuove domande del mercato.

Nel 2018 il valore della produzione realizzata dalle attività di supporto e dalle attività secondarie ammonta a circa 11,5 miliardi di euro, che corrispondono a quasi il 21% del totale (nel 2010 era pari a 17,9%)³¹. Le attività di supporto raggiungono 6,9 miliardi, di cui circa 3 determinati dalle "Attività agricole per conto terzi" (contoterzismo) e 2,3 dal settore della "Prima lavorazione dei prodotti agricoli". Le attività secondarie valgono 4,6 miliardi di euro, di cui 1,5 miliardi provenienti dalle energie rinnovabili e 1,3 dall'agriturismo (comprese le attività ricreative e sociali e le fattorie didattiche)³² (Figura 38).

L'ampliamento e il consolidamento delle attività di diversificazione mostrano l'affermarsi di un percorso evolutivo dell'agricoltura che ne attesta la potenziale dimensione extragricola.

Figura 38 Valore % della produzione in agricoltura dovuto ad attività di supporto (a sx) e ad attività secondarie (a dx)

Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Istat, 2019

TERRITORIO E CAPITALE NATURALE

Consumo di suolo

Ancora 51 chilometri quadrati di territorio consumati in Italia nel 2018, in media circa 14 ettari al giorno. E' quanto si legge nell'annuale Rapporto dell'Ispra³³, che ha preso in considerazione anche il "consumo di suolo netto", cioè il bilancio tra nuovo consumo e aree ripristinate. Un calcolo che riduce di conseguenza i valori assoluti dei cambiamenti nell'ultimo anno, portando la stima a circa 48 km², equivalenti a 1,6 metri quadrati per ogni ettaro di territorio italiano (Tabella 3).

La copertura artificiale è valutata nel 7,64%, con un incremento dello 0,21% nell'ultimo anno. In termini assoluti, il suolo consumato è calcolato in 23.033 chilometri quadrati, per oltre l'86% su suolo utile³⁴. Si stima in linea con l'anno precedente la velocità di trasformazione del suolo, mentre il ripristino ha coinvolto 2,8 km² di territorio nel 2018, contro i 2,7 km² dell'anno precedente (Tabella 4). D'altra parte, nell'ultimo anno 3,7 km² sono passati da suolo consumato

Tabella 3 Stima del consumo di suolo annuale (nuova superficie a copertura artificiale), del consumo di suolo annuale netto (bilancio tra nuovo consumo e aree ripristinate), della densità del consumo (incremento in metri quadrati per ogni ettaro di territorio) e del consumo di suolo annuale netto avvenuto in aree "utili", a livello nazionale

	2016 - 2017	2017 - 2018
Consumo di suolo (km ²)	53,5	50,9
Consumo di suolo (incr. %)	0,23	0,22
Consumo di suolo netto (km ²)	50,8	48,1
Consumo di suolo netto (incr. %)	0,22	0,21
Densità del consumo di suolo netto (m ² /ha)	1,69	1,60
Consumo di suolo utile netto (km ²)	45,5	43,2

Fonte: Ispra, 2019

Tabella 4 Velocità di consumo di suolo e di ripristino di suolo a confronto

	2016 - 2017	2017 - 2018
Velocità di consumo di suolo (ha/giorno)	14,7	14,0
Velocità di consumo di suolo netto (ha/giorno)	13,9	13,2
Ripristino (km ²)	2,7	2,8
Velocità di ripristino (ha/giorno)	0,7	0,8

Fonte: Ispra, 2019

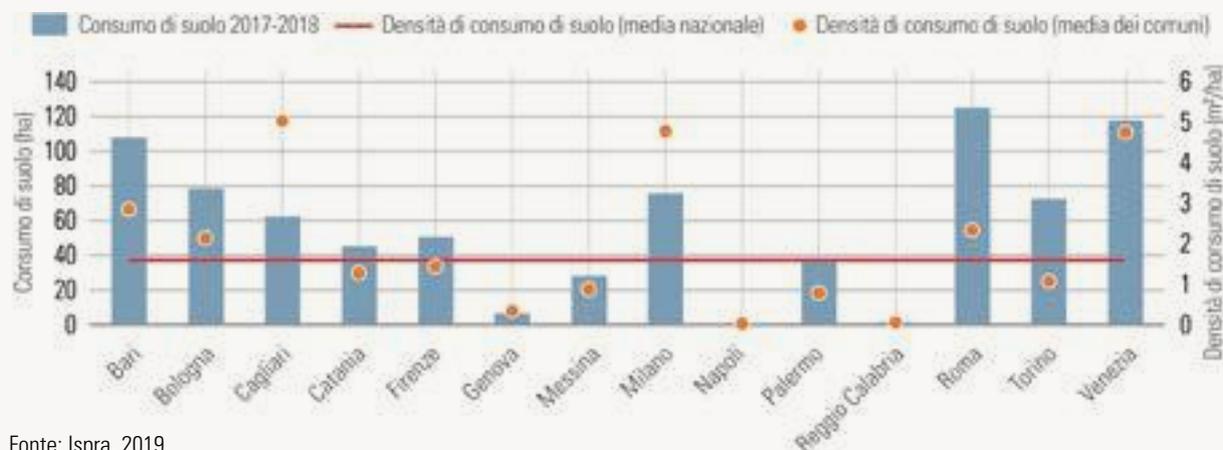
reversibile a suolo consumato permanente.

Interessante l'analisi della relazione tra il consumo di suolo e le dinamiche della popolazione, che conferma un legame non diretto. Ispra stima infatti una crescita delle superfici artificiali anche in presenza di stabilizzazione, in alcuni casi di decrescita, dei residenti: il suolo consumato pro capite passa così da 378,04 m²/ab nel 2016 a 379,35 nel 2017 fino a 380,81 m²/ab nel 2018.

E' infine nel territorio amministrato dalle 14 città metropolitane che si concentra più di un quinto (il 21%, oltre 4.800 km²) del suolo artificiale in Italia nel 2018. Considerando la densità di consumo di suolo, il valore più alto spetta all'area provinciale di Cagliari (5 m²/ha), seguita da Milano e Venezia (Figura 39).

In città, consumo di suolo e aumento delle temperature sono strettamente legati: più superfici artificiali a scapito del verde urbano determinano l'intensificarsi del fenomeno delle isole di calore. Nelle città metropolitane, tra le aree a copertura artificiale densa o diffusa rispetto a quelle rurali si raggiungono differenze di temperatura estiva spesso superiori ai 2°C, fino a 4-5°C in alcune regioni. In aggiunta, all'interno delle città sono le aree più scarsamente arborate a soffrire un incremento di temperatura rispetto a quelle alberate, con escursioni anche di 3-4°C.

Figura 39 Consumo di suolo nelle città metropolitane tra il 2017 e il 2018 in ettari complessivi (a sx) e in metri quadrati per ettaro (a dx)



Fonte: Ispra, 2019

Capitale naturale

Le analisi e gli studi riportati nella I e II edizione del Rapporto sullo stato del capitale naturale in Italia³⁵ hanno ben evidenziato il notevolissimo valore del nostro capitale naturale e l'importanza che riveste per la fornitura di beni e servizi necessari a garantire adeguati livelli di benessere sociale e la sussistenza di una vasta gamma di processi economici.

In questo contesto alcune componenti offrono un contributo di particolare rilevanza. L'Italia è uno dei Paesi europei più ricchi di biodiversità, con una flora vascolare costituita da oltre 6.700 specie – il 20,4% delle quali endemiche, ovvero presenti solo nel nostro Paese – e una fauna composta da circa 58.000 specie, con una percentuale di endemiche pari a quasi il 30%. Le 871 aree protette tutelano oltre 3 milioni di ettari di superficie a terra (poco più del 10% del totale), circa 2.850 ettari a mare e 658 chilometri di costa.

Queste cifre testimoniano la necessità di destinare risorse adeguate alla tutela e valorizzazione del capitale naturale, al fine di assicurare prelievi sostenibili e utilizzi non conflittuali degli ecosistemi con altre funzioni e servizi: un passaggio essenziale per garantire la conservazione di benefici sociali ed economici nel lungo periodo.

Nel 2018 l'ammontare della spesa primaria per la protezione dell'ambiente e l'uso e gestione delle risorse naturali è di circa 4,7 miliardi di euro, pari allo 0,7% della spesa primaria complessiva del

bilancio dello Stato³⁶. Rispetto al 2017 si registra un incremento di circa 60 milioni, pari a quasi l'1,3%³⁷. In aumento anche le risorse destinate specificamente alla protezione della biodiversità e del paesaggio³⁸, pari nel complesso a 576.197.659 euro, corrispondenti a circa lo 0,03% del Pil (Figura 40).

Lo stanziamento di sostegni appropriati è un elemento imprescindibile per l'applicazione di politiche efficaci di gestione del territorio, in grado di tutelare le risorse naturali tenendo conto dei processi naturali e antropogenici in atto. Gli ultimi dati pubblicati da Ispra sulla copertura del suolo³⁹ (stimata sulla base della nuova cartografia nazionale ad alta risoluzione) mostrano che più dell'80% della superficie del Paese è occupata da vegetazione arborea (45,94%, considerando anche gli alberi in ambito urbano e quelli in ambito agricolo) e da vegetazione erbacea (38,70%), mentre le superfici artificiali occupano il 7,65%. Tra il 2012 e il 2017 aumentano la propria estensione solo le aree a copertura artificiale e quelle a copertura arborea (Tabella 5).

I boschi rappresentano, pertanto, una componente di primaria importanza del capitale naturale dell'Italia. È urgente l'avvio di iniziative di sistema finalizzate a una gestione più moderna e una efficace valorizzazione del patrimonio forestale nazionale, in grado di supportare adeguatamente i settori economici a esso collegati – che presentano importanti potenzialità produttive

Figura 40 Spesa primaria per la protezione della biodiversità e del paesaggio (milioni di euro)


Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su dati Mef-Ragioneria generale dello Stato (2010-2018)

e occupazionali, soprattutto per le aree montane e rurali – garantendo al contempo la conservazione degli equilibri ecosistemici e quindi dei benefici ambientali e sociali forniti dalle aree boschive.

Attualmente solo il 15,7% dei boschi italiani è dotato del Piano di assestamento e gestione e la quantità di risorse forestali utilizzate è compresa tra il 25 e il 35% dell'incremento annuo, un valore molto inferiore alla media europea che è pari a circa il 60%⁴⁰.

Le attività produttive riferibili alla selvicoltura e all'industria del legno e della carta valgono circa l'1% del Pil, un dato in linea con la media comunitaria. Il settore è però caratterizzato dalla presenza di una vivida industria di trasformazione e di una carente produzione di legname di qualità, dovuta sia allo scarso tasso di utilizzo delle risorse sia al basso valore merceologico del prodotto prelevato, che è in larga misura (superiore al 60%) legna da ardere. Questo fa sì che nel nostro Paese l'importazione di legno e derivati sia mediamente pari al doppio

della produzione, una condizione poco vantaggiosa per le nostre imprese e che incrementa il rischio di immissione di legno e derivati di origine illegale nella filiera produttiva nazionale (si stima che una quantità compresa tra il 10 e il 20% del totale importato possa seguire circuiti illeciti)⁴¹.

La tutela e la valorizzazione del capitale naturale sono strettamente dipendenti dalle attività agricole. Nelle intenzioni della Ue, la nuova Pac (Politica agricola comune) dovrà rafforzare il suo ruolo di strumento chiave per la conservazione della biodiversità e l'incremento della qualità ecologica dei territori. È dunque auspicabile che per il raggiungimento di questi obiettivi siano avviate politiche appropriate e concepite iniziative incisive e di facile applicabilità, di incentivo a un utilizzo pieno ed efficace delle risorse previste. Nella programmazione ancora in corso (2014-2020) la spesa delle risorse destinate alla Priorità 4 Preservare, ripristinare e valorizzare gli ecosistemi è ancora ferma al 44,3%⁴².

Tabella 5 Copertura del suolo in Italia nel 2017

Classi di copertura	Superficie (ha)	Superficie (%)	Differenza 2012-2017 (%)
Superfici artificiali e costruzioni	2.306.253	7,65	1,09
Superfici naturali non vegetate	490.455	1,63	-0,53
Alberi	13.845.858	45,94	4,70
Arbusti	1.390.127	4,61	-10,18
Vegetazione erbacea	11.663.525	38,70	-3,96
Acque e zone umide	443.507	1,47	-1,05

Fonte: Ispra, Carta nazionale di copertura del suolo, 2018

MOBILITA' SOSTENIBILE

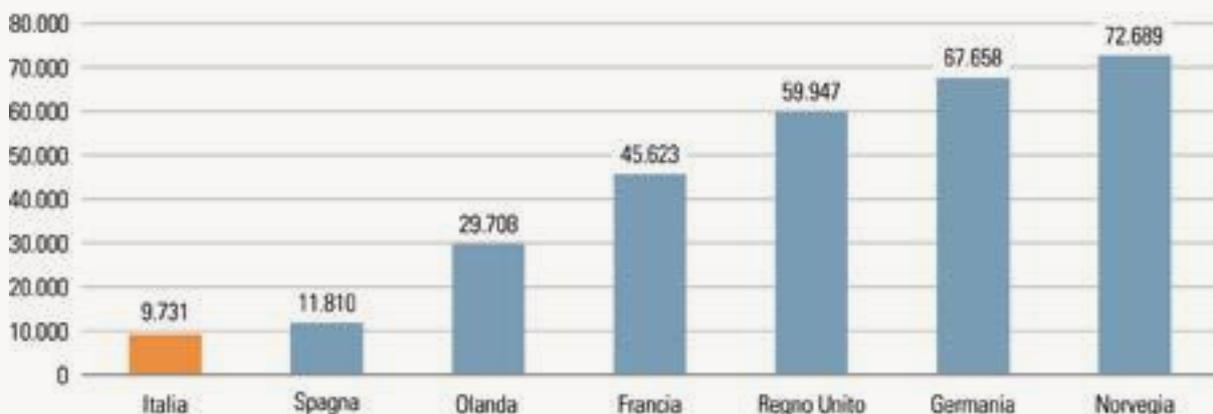
L'elettificazione del parco veicoli italiano

L'Italia è uno dei Paesi dell'Ue con la quota più alta (circa l'8,5%) delle **auto** con carburanti alternativi⁴³ per la penetrazione delle alimentazioni a gas – Gpl o gas naturale – alle quali, negli ultimi anni, si sono aggiunte nuove immatricolazioni di auto ibride. Sempre in termini di stock attuali, l'Italia ha ora la stessa quota di Hev (Hybrid electric vehicle) della Germania (0,3%) e si trova a metà della quota media dell'Ue (0,6%). La Francia e il Regno Unito hanno una performance migliore della media Ue (rispettivamente 0,8% e 1%). L'Italia sconta invece uno storico ritardo nella penetrazione dei veicoli elettrici rispetto ad altri Paesi: sono state vendute meno di 10.000 **auto elettriche** mentre in Germania circa 68.000 (Figura 41).

immatricolazioni delle auto a Gpl. Nel quadro di una generale flessione delle immatricolazioni di nuove auto, a recuperare il terreno perduto dal diesel è soprattutto l'alimentazione a benzina, che cresce a 469.000 unità vendute da gennaio a giugno nel 2019 rispetto alle 377.000 nello stesso periodo del 2018.

Con circa 8,6 milioni di **motoveicoli** circolanti nel 2017, di cui 6,7 milioni di motocicli e 1,9 milioni di ciclomotori, l'Italia è uno dei più grandi mercati di tali veicoli in Europa. La quota dei **motoveicoli elettrici** nel 2018 ha raggiunto i 6.211, pari allo 0,07% del totale. Sempre nel 2018, le nuove immatricolazioni in Italia hanno toccato le 3.473 unità, di cui l'82% ciclomotori (2.850 unità) con limiti

Figura 41 Nuove immatricolazioni di auto elettriche nel 2018 in alcuni Paesi dell'Ue



Fonte: Acea, 2019⁴⁴

Anche per gli incentivi introdotti nella Legge di bilancio 2019, secondo i dati dell'Unrae (Unione nazionale rappresentanti autoveicoli esteri) da gennaio a giugno 2019 le immatricolazioni di auto elettriche sono state 4.995, con un aumento del 119,2% rispetto allo stesso semestre del 2018. Significativa è stata anche la crescita delle auto ibride, oltre le 54.000 unità, con un incremento del 27,8% rispetto allo stesso periodo dell'anno passato, mentre sono in calo le auto diesel: dal 53,9% al 42,7%, con una netta diminuzione delle immatricolazioni che scendono da 608.000 a 461.000 in un solo anno. Anche il metano perde terreno, mentre rimangono stabili la quota e le

di velocità inferiori a 45 km/h, vale a dire il 13% dei ciclomotori registrati nello stesso anno. Questa performance, che ha quasi raddoppiato quella del 2017 nello stesso segmento, è dovuta principalmente al passaggio alle tecnologie e-scooter a due ruote che condividono gli operatori della sharing mobility, come eCooltra e MiMoto.

Secondo le statistiche pubblicate dalla National Association for Bikes and Motorbikes⁴⁵, negli ultimi anni il mercato europeo delle **biciclette elettriche** ha continuato a crescere, passando da 1,25 milioni di unità vendute nel 2014 a oltre 2 milioni di unità in 2017⁴⁶. Nel 2017 la Germania ha coperto la più

grande quota di mercato con 720.000 unità, + 19% rispetto al 2016, seguita dai Paesi Bassi (294.000 unità, + 9% rispetto al 2016), Francia (225,00 unità, + 90%), Belgio (220.000 unità, + 20%). In questa classifica, l'Italia rappresenta il quinto mercato europeo con 148.000 e-bike vendute nel 2017: dal 2015, il numero di e-bike vendute è quasi triplicato, passando dal 3,4% del 2015 all'8,8% del 2017 sul totale di quelle vendute.

Secondo i dati pubblicati dall'Associazione nazionale delle organizzazioni di trasporto pubblico (Asstra)⁴⁷ la flotta di **autobus pubblici** è diminuita nell'arco dell'ultimo decennio, passando da oltre 58.000 unità nel 2005 a circa 51.000 unità nel 2017. La grande maggioranza della flotta di autobus pubblici è ancora alimentata da motore diesel con alcune differenze tra le cifre per le aree urbane rispetto alle aree extraurbane: nel 2018 il 99% della flotta di autobus per servizi extraurbani contava su veicoli diesel e sull'1% dei veicoli a metano, mentre per i veicoli urbani i diesel rappresentavano il 71% contro il 27% dei veicoli a metano e il 2% di **veicoli elettrici e ibridi**. Secondo la tendenza degli ultimi tre anni, i veicoli diesel obsoleti della flotta di servizi urbani sono stati sostituiti principalmente con veicoli a metano, mentre la quota di autobus ibridi ed elettrici è rimasta pressoché invariata. In

questo quadro generale, vale la pena segnalare che la flotta italiana di autobus pubblici è fra quelle con l'età media più alta della Ue: nel 2018, oltre 12 anni rispetto ai 7 anni della media europea. Nel 2017, il numero cumulativo di **autobus elettrici** nelle città europee ammontava a 2.100 unità, l'1,6% della flotta totale di autobus municipali, di cui la maggior parte sono autobus a batterie.

Nonostante questi piccoli numeri, rispetto a quelli delle vendite di autobus elettrici in Cina che nel 2011-2017 hanno cumulato le 343.000 unità⁴⁸, si prevede una rapida evoluzione della situazione europea e italiana nel prossimo futuro. Secondo taluni analisti la penetrazione degli e-bus nelle flotte pubbliche dovrebbe avvenire nel periodo 2025-2030, quando la maturità tecnologica e la parità del costo totale di proprietà (Tco) tra diesel ed e-bus saranno pienamente raggiunti⁴⁹. Alcune città italiane hanno già avviato la transizione: il comune di Milano ha in uso 25 autobus elettrici e l'Azienda trasporti milanesi (Atm) ha annunciato che entro il 2020 acquisterà solo autobus elettrici e che entro il 2030 l'intera flotta di autobus, circa 1.200 veicoli, sarà al 100% elettrica. Anche altri Comuni - Torino, Bergamo e Cagliari - già attivi nell'elettrificazione della loro flotta di autobus, hanno fissato obiettivi a medio termine.

GREEN CITY

L'adattamento al cambiamento climatico nelle città

Le alte temperature sono il pericolo climatico più urgente per le città in termini di rischi per la vita umana, secondo i dati forniti dalla piattaforma europea Climat Adapt⁵⁰. Lo studio Peseta III⁵¹ stima che, senza misure di adattamento, la mortalità correlata alle ondate di calore in Europa, nell'ambito dello scenario di riscaldamento elevato, aumenterà notevolmente (un fattore di aumento di 50) rispetto al periodo attuale, con circa 132.000 decessi aggiuntivi nell'Ue. La maggior parte dell'incremento assoluto potrebbe verificarsi nelle regioni dell'Europa meridionale e dell'Europa centrale. Secondo la Eea⁵² l'aumento delle temperature nella regione Mediterranea sarà superiore alla media europea.

A livello urbano si aggiunge l'effetto delle isole di calore: gli edifici e l'asfalto accumulano calore alzando le temperature fino a 10°C in più rispetto a quelle delle aree rurali circostanti.

Crescono inoltre i rischi per le città costiere esposte all'innalzamento del livello del mare, accompagnato da un aumento della frequenza e dell'intensità delle tempeste e burrasche e da un incremento dei fenomeni di erosione costiera. Altro grave rischio per le città, connesso con il cambiamento climatico, è quello generato dalle precipitazioni molto intense, concentrate in brevi periodi, accompagnate da forti venti e uragani, che causano alluvioni e frane.

A livello europeo, il 66% delle città ha un piano di

mitigazione, ma solo il 26% un piano di adattamento, il 17% ha realizzato piani di adattamento e mitigazione congiunti mentre circa il 30% manca di qualsiasi forma di piano locale per il clima⁵³. In Italia, secondo i dati forniti dal Patto dei Sindaci, su 376 azioni complessive, 358 sono riferite alla mitigazione e solo 18 all'adattamento.

Nell'aprile 2013, l'Unione europea ha formalmente adottato la Strategia di adattamento ai cambiamenti climatici⁵⁴, nella quale sono stati definiti principi, linee guida e obiettivi della politica comunitaria in materia di adattamento climatico, con lo scopo di promuovere piani e misure a livello nazionale coordinate e coerenti con i piani nazionali per la gestione dei rischi naturali e antropici.

Dal 2014, il Programma Life ha destinato 184 milioni di euro a 60 progetti di adattamento climatico che una volta completati si stima possano esercitare un impatto – grazie a iniziative di replica e trasferimento – su un'area di 1,8 milioni di km², equivalente a un quarto del territorio dell'Ue. Fino ad aprile 2018, 1.076 firmatari del Patto dei Sindaci, appartenenti a 25 Stati membri dell'Ue che rappresentano circa 60 milioni di cittadini, si sono impegnati a effettuare valutazioni della vulnerabilità e del rischio, a formulare e attuare Piani di adattamento e a riferire su tali Piani. In tutto il territorio dell'Unione europea si stima che circa il 40% delle città con più di 150.000 abitanti abbia adottato Piani di adattamento per tutelare i cittadini dagli impatti di natura climatica. Nel periodo di programmazione 2014-2020, i Fondi strutturali e di investimento stanziati dall'Unione europea per interventi connessi al clima sono pari a 114,2 miliardi di euro per la mitigazione e 51,9 adattamento (corrispondenti rispettivamente al 48,5% e al 13,9% sul totale)⁵⁵.

Centinaia di città nel mondo sono attive in reti che forniscono conoscenze, opportunità per scambiare esperienze e supporto nella pianificazione, quali: il Global Covenant of Mayors, C40 (con 94 città aderenti tra cui Milano, Venezia, Roma);ICLEI con 160 partecipanti in Europa (città, distretti, aree metropolitane, ecc.), Eurocities con 140 città; la Campagna Resilient Cities della strategia internazionale delle Nazioni Unite per la riduzione dei disastri (Unisdr) con 100 città.

Anche a livello italiano, sono 30 le città ad avere già aderito alla Dichiarazione per l'adattamento climatico delle Green City, presentata dal Green City Network promosso dalla Fondazione per lo sviluppo sostenibile, che punta a incentivare un maggiore e più qualificato impegno delle città italiane per l'adattamento climatico. Le 10 proposte della Dichiarazione forniscono indirizzi aggiornati per città più resilienti e meno vulnerabili, più capaci di affrontare i cambiamenti climatici con gli interventi, necessari e possibili, per prevenire e limitare rischi e danni⁵⁶.

Diverse iniziative europee per l'adattamento climatico coinvolgono anche città italiane, fra le quali:

- Master Adapt: un progetto Life al quale partecipano Cagliari e la sua Area metropolitana, Sassari, la zona nord di Milano (Seveso, Desio, Varedo, Bovisio-Masciago, Cesano Maderno, Barlassina, Lentate sul Seveso, Meda), la Città metropolitana di Venezia e l'Unione delle città del Nord Salento (Campi Salentina, Squinzano, Surbo, Trepuzzi, Novoli, Salice Salentino, Guagnano);

- Veneto Adapt: un progetto Life con capofila il Comune di Padova, al quale partecipa il Coordinamento Agende 21 locali italiane, la Città metropolitana di Venezia, l'Università Iuav di Venezia, Sogesca Srl, il Comune di Treviso, l'Unione dei Comuni Medio Brenta, il Comune di Vicenza;

- Franca (Flood Risk Anticipation and Communication in the Alps): un progetto Life coordinato dall'Università di Trento con la partecipazione dell'Università di Padova, la Provincia autonoma di Trento e l'Autorità di bacino nazionale del fiume Adige;

- Primes (Preventing flooding risk by making resilient communities): un progetto Life coordinato dall'Agenzia regionale di protezione civile dell'Emilia Romagna, in collaborazione con le Regioni Emilia-Romagna, Marche e Abruzzo;

- Adapt cofinanziato dal Programma Interreg Italia-Francia marittimo 2014-2020, coordinato da Anci Toscana. Partner: Comune di Livorno, Communauté d'Agglomération de Bastia, Mairie d'Ajaccio, Département du Var, Fondazione Cima, Comune di Rosignano Marittimo, Cispel e Comune di Alghero.

Note

¹ Ippc, 2018, *Special Report, Global Warming of 1.5°*

² <https://www.esrl.noaa.gov/>

³ Commissione europea, 2018, *Strategia Eu 2050*

⁴ Iea, 2019, *Global Energy & CO₂ Status Report*

⁵ Ispra, *Stima trimestrale delle emissioni in atmosfera di gas serra* (marzo 2019)

⁶ Proposta di Piano nazionale integrato per l'energia e il clima (Mise, 31.12.2018)

⁷ La situazione energetica nazionale nel 2018 (Mise, luglio 2019)

⁸ Unione Petrolifera, *UP Data Book*, 2018

⁹ <http://www.odyssee-mure.eu/>

¹⁰ Enea, *Report efficienza energetica 2018*

¹¹ Eurostat, *Shares 2017, Summary results* (March, 2019)

¹² Eurostat, *Country datasheet* (June 2018)

¹³ Gse, *Rapporto attività 2018*

¹⁴ Terna, *Rapporto mensile sul sistema elettrico*, giugno 2019

¹⁵ <http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/facts-and-figures.html>

¹⁶ https://ec.europa.eu/environment/emas/emas_registrations/statistics_graphs_en.htm

¹⁷ <https://ec.europa.eu/digital-single-market/en/desi>

¹⁸ https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=59913

¹⁹ https://www.agid.gov.it/sites/default/files/repository_files/documentazione/strategia_crescita_digitale_ver_def_21062016.pdf

²⁰ <http://bandaultralarga.italia.it/piano-bul/strategia/>

²¹ <https://www.mise.gov.it/index.php/it/industria40>

²² Istat, 2019, *L'andamento dell'economia agricola-anno 2018*

²³ Ibid.

²⁴ Anche detto *Indicatore A*, è definito da Eurostat come il valore aggiunto al costo di fattori in termini reali dell'agricoltura per unità di lavoro. Il deflatore utilizzato è quello del Pil

²⁵ Sinab, 2018, *Bio in cifre*

²⁶ Ibid.

²⁷ https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Organic_farming_statistics

²⁸ Ibid.

²⁹ Ismea, 2019, *Rapporto 2018 Ismea - Qualivita sulle produzioni agroalimentari e vitivinicole italiane Dop, Igp e Stg*

³⁰ Ibid.

³¹ Istat, 2019, *L'andamento dell'economia agricola-anno 2018*

³² Ibid.

³³ Ispra, *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*, Edizione 2019

³⁴ Il suolo utile è ottenuto sottraendo le aree a pendenza molto elevata (>50%); le zone umide (Ramsar) e occupate da corpi idrici, fiumi e laghi; le aree appartenenti alla Rete Natura 2000 (Sic, Zps e Zsc), i monumenti naturali, le riserve naturali e le altre aree protette; le aree a pericolosità da frana (classi P3 e P4) e idraulica (classe P3)

³⁵ Redatti dal Comitato per il capitale naturale, con il coordinamento della Direzione generale per la Protezione della natura e del mare del Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio e del mare

³⁶ Si tratta della massa spendibile per la spesa primaria ambientale, ossia della somma dei residui passivi accertati provenienti dagli esercizi precedenti e delle risorse definitive stanziare in conto competenza nel 2017. La *spesa primaria* non comprende la componente degli interessi passivi, dei redditi da capitale e del rimborso delle passività finanziarie.

³⁷ *Rendiconto generale dell'Amministrazione dello Stato per l'esercizio finanziario 2018*. Mef-Ragioneria generale dello Stato, 2019

³⁸ La voce *Protezione della biodiversità e del paesaggio*, in accordo con la classificazione Ceba (*Classification of Environmental Protection Activities and expenditure*) include le spese destinate a: 1. Protezione e riabilitazione delle specie e degli habitat; 2. Protezione del paesaggio naturale e seminaturale; 3. Monitoraggio, controllo e simili; 4. Altre attività

³⁹ Munafò M., Marinosci I., (a cura di) 2018 - *Territorio. Processi e trasformazioni in Italia*. Ispra, *Rapporto 296/2018*

⁴⁰ Rete Rurale Nazionale, 2017, *Tutela e valorizzazione del patrimonio forestale italiano. Una sfida per il futuro*

⁴¹ Cesaro L., Romano R., (a cura di) 2019, *RafItalia 2017-2018 Rapporto sullo stato delle foreste e del settore forestale in Italia*. Mipaft, Direzione generale delle foreste

⁴² Feasr 2014-2020. *Report di avanzamento della spesa pubblica dei Psr 2014-2020. Primo trimestre 2019*. Mipaft, Direzione generale della competitività per lo sviluppo rurale

⁴³ L'Italia è seconda dietro alla Polonia

⁴⁴ Acea, 2019, Statistiche pubblicate nel sito www.acea.be

⁴⁵ Ancma, 2019, Statistiche pubblicate nel sito www.ancma.it

⁴⁶ Ibid.

⁴⁷ Asstra, 2019, *Investire nel Tpl*

⁴⁸ Bloomberg, 2018, *New Energy Finance*

⁴⁹ Polimi Politecnico di Milano, *E-Mobility Report, 2018*

⁵⁰ <https://climate-adapt.eea.europa.eu/>

⁵¹ Climate impacts in Europe. Final report of the JRC PESETA III project, <https://ec.europa.eu/jrc/en/peseta-iii>

⁵² European Environment Agency (EEA), *Urban adaptation to climate change in Europe 2016. Transforming cities in a changing climate*, EEA Report No 12/2016

⁵³ How are cities planning to respond to climate change? Assessment of local climate plans from 885 cities in the EU-28, *Journal of Cleaner Production* 191 (2018) 207-219

⁵⁴ *Adaptation Strategies for European Cities* which has been compiled by Ricardo-AEA for the European Commission Directorate General Climate Action; *Urban adaptation to climate change in Europe 2016-Transforming cities in a changing climate* EEA report 2016; *National climate change vulnerability -and risk assessments in Europe*, 2018 EEA 2018

⁵⁵ Relazione della Commissione al Parlamento europeo e al Consiglio sull'attuazione della strategia dell'Ue di adattamento ai cambiamenti climatici, Bruxelles, 12.11.2018

⁵⁶ Di seguito i 10 punti della Dichiarazione per l'adattamento climatico delle Green City: 1. Definire e aggiornare piani e misure per l'adattamento climatico delle città 2. Integrare le politiche e le misure di adattamento con quelle di mitigazione del cambiamento climatico 3. Aggiornare la valutazione dei rischi e le misure sia di emergenza, sia di medio e lungo termine 4. Valorizzare le ricadute positive delle misure di adattamento e contabilizzare i costi dell'assenza delle misure 5. Sviluppare le capacità adattive 6. Puntare di più sulle soluzioni basate sulla natura 7. Ridurre la vulnerabilità e i rischi delle precipitazioni molto intense 8. Affrontare le ondate e le isole di calore 9. Promuovere gli investimenti 10. Rafforzare la governance

La green economy a **livello internazionale**



CLIMA E ECONOMIA IN UN MONDO PIU' GREEN

C'è sempre più green economy nel mondo, anche se non è abbastanza. Gli obiettivi dello sviluppo sostenibile restano infatti ancora lontani nella dinamica di una transizione che stenta ad avviarsi con l'intensità necessaria. La transizione punta a uno sviluppo umano capace di futuro nel quadro di un'economia green, ecologica e sociale di mercato, in alternativa al consumare e produrre sempre di più qualunque cosa mediante meccanismi che alimentano disuguaglianze crescenti¹.

Siamo ormai a oltre dieci anni dal lancio del Programma della green economy da parte dell'Unep² e la penetrazione della green economy si va consolidando³ nel mondo senza abbandonare le finalità originarie, cioè:

- decarbonizzazione dell'energia;
- risparmio delle risorse naturali nei cicli industriali e civili, quindi l'economia circolare;
- tutela del clima e del capitale naturale;
- benessere inclusivo e di migliore qualità per tutti.

Le modalità di assessment dell'avanzamento di tali paradigmi sulla scala planetaria possiamo ritenere siano ancora quelle stabilite dall'Ocse⁴ con gli indicatori di Tabella 6⁵ e approfondite nella Relazione sullo stato della green economy della Fondazione per lo sviluppo sostenibile nel 2018:

- produttività delle risorse energetiche, materiali e biologiche;
- stato e scenari dei cambiamenti climatici;

Tabella 6 Gli indicatori guida per l'assessment della green economy

PRINCIPALI INDICATORI	
Produttività ambientale e delle risorse	
Produttività carbonica e energetica	1. Produttività della CO ₂
Produttività delle risorse	2. Produttività dei materiali non energetici
Produttività multifattoriale	3. Produttività multifattoriale environmentally adjusted
Risorse naturali di base	
Risorse rinnovabili e non rinnovabili	4. Indice delle risorse naturali
Biodiversità ed ecosistemi	5. Cambiamenti nell'uso del suolo
Qualità ambientale della vita	
Qualità e rischi dell'ambiente	6. Esposizione della popolazione all'inquinamento dell'aria (Pm _{2,5})
Opportunità economiche e risposte politiche	
Tecnologie e innovazione	Indicatori non specificati
Beni e servizi ambientali	
Prezzi e trasferimenti	
Regolamenti e modelli di gestione	

Fonte: Ocse, 2017

- stato del capitale naturale;
- qualità della vita e dell'ambiente;
- politiche attive per lo sviluppo sostenibile: innovazione, mercati, flussi finanziari, regimi fiscali e incentivi.

Le produttività carbonica e dei materiali sono migliorate a livello globale. Tra gli anni 1990 e 2016 la produttività energetica è passata a livello globale da 5,25 a 7,94 dollari₂₀₁₀/kep. La produttività dei materiali non energetici è passata per i Paesi Ocse da 2,22 a 3,27 dollari₂₀₁₀/kg. Nello stesso periodo, ad esempio, la Cina ha risultati inferiori di 0,32 e 0,68 dollari₂₀₁₀/kg. Il quadro delle emissioni globali di CO₂, pur se in costante aumento, registra produttività carboniche che, per effetto della crescita economica, vanno a livello globale nell'intervallo tra 2,25 e 3,38 dollari₂₀₁₀/kgCO₂ rispetto, ad esempio, al dato italiano che va in pari tempo da 4,39 a 6,28 dollari₂₀₁₀/kgCO₂.

Lo sviluppo sostenibile si definisce all'interno di una struttura concettuale a ciambella⁶ che impone da un lato di non superare i limiti ecosistemici del pianeta e dall'altro di non scendere al di sotto delle compatibilità sociali minime ed eguali per tutti della qualità della vita e dell'accesso alle risorse. La green economy garantisce gli uni e le altre. Lo Stockholm Resilience Centre⁷ ci informa che il superamento dei limiti planetari è già avvenuto per la perdita della biodiversità e per i flussi biogeochimici di azoto e

fosforo, mentre per i cambiamenti climatici è per ora all'orizzonte vicino quello del riscaldamento medio superficiale terrestre di 2°C, il massimo dell'anomalia termica stabilito a Parigi nel 2015. La green economy, per mirare all'Accordo di Parigi, deve accompagnare le economie in transizione verso la completa decarbonizzazione alla metà del percorso, al 2050.

La produttività multifattoriale ambientalmente corretta, la Eamfp, è forse la novità principale del metodo Ocse, introdotta per cogliere il ruolo della qualità ambientale nell'economia e cioè per misurare la capacità di un Paese di generare reddito con un dato insieme di input, lavoro, capitale prodotto e capitale naturale, scontando in output dal Pil i fattori ambientali negativi come l'inquinamento e le emissioni climalteranti. Consente una migliore identificazione delle fonti di crescita economica evitando le sopravvalutazioni nei Paesi in cui la crescita economica poggia sul degrado del capitale naturale o su tecnologie fortemente inquinanti.

I primi due capitoli che seguono mettono in primo piano la transizione energetica, la decarbonizzazione, la circolarità delle risorse materiali e il capitale naturale. Il terzo capitolo è dedicato all'assessment della lotta ai cambiamenti climatici a livello globale. Infine, l'ultimo è dedicato a un focus sugli impatti del cambiamento climatico su economia, capitale naturale, biodiversità, qualità della vita umana e salute.

L'ENERGIA E LE FONTI RINNOVABILI

I consumi di energia a livello mondiale

L'andamento in serie storica dei consumi di energia primaria per fonte dal 1965 al 2018 indica che la quota dei fossili in energia primaria è scesa di 10 punti, dal 94% a poco meno dell'85%. L'uso di energia nel 2018 è aumentato di 390 Mtep, dovuto per il 71% a fonti fossili. Il gas è stato il principale vettore di questa crescita per oltre il 40% dell'aumento, il 5,3% al di sopra del 2017, causa, con il maggiore uso di petrolio e carbone, di un 2% in più delle emissioni di CO₂ nel 2018, il più alto in sette anni. Il consumo di energia è cresciuto nel

2018 a un tasso del 2,9%, il massimo dal 2010. La Cina, gli Stati Uniti, con il più alto ritmo di crescita in trent'anni, e l'India hanno rappresentato oltre i due terzi dell'aumento globale dell'uso di energia. Il consumo di petrolio è cresciuto dell'1,5% nel 2018, con la Cina e gli Stati Uniti che hanno contribuito a tale incremento per circa l'85%, principalmente a causa del settore trasporti, nel quale aumentano la quota dei veicoli di proprietà e le miglia percorse.

Il consumo di carbone, guidato per il 45% dall'India e per il 20% dalla Cina, è salito dell'1,4% nel 2018,

la crescita più rapida dal 2013. L'uso del carbone è invece diminuito sia nell'Ue che negli Stati Uniti. Complessivamente, i Paesi dell'Ocse hanno ridotto la domanda di carbone al livello più basso dal 1975. Il carbone ha continuato a diminuire in quota complessiva di energia primaria, scendendo al 27%.

Ci sono alcuni segnali che la crescita del consumo di carbone cinese e indiano potrebbe fermarsi: nei due Paesi l'apertura di nuove centrali a carbone si è ridotta più di cinque volte dal 2014. Il consumo di petrolio è aumentato del 14% nello stesso periodo e l'uso di gas naturale del +31%. La produzione globale di idrocarburi è salita del 3% nel 2018, in modo simile ai tassi di crescita registrati nell'ultimo decennio.

Le fonti di energia rinnovabile hanno raggiunto il 15% dell'energia globale restando la più grande fonte di nuova generazione di elettricità per il terzo anno consecutivo, principalmente per merito dell'energia eolica e solare. Le energie rinnovabili non idroelettriche (il 4% del consumo globale) sono aumentate del 290% negli ultimi dieci anni e del 14,5% nel 2018, la maggiore crescita relativa di qualsiasi fonte di energia pur se inferiore all'aumento record del 2017. Il carbone detiene ancora la quota maggiore di generazione di energia elettrica con il 38%, il gas naturale è al secondo posto con il 23%. Il contributo delle energie fossili alla generazione elettrica non è variato, ma ha oscillato intorno al 64% che è in fondo la quota del 2018, come anche del 1985, superando il 68% nei primi anni del secolo (Figura 42). La produzione mondiale di elettricità è aumentata del 3,7%, con circa la metà della crescita derivante dalla Cina e gran parte del resto dall'India e dagli Stati Uniti.

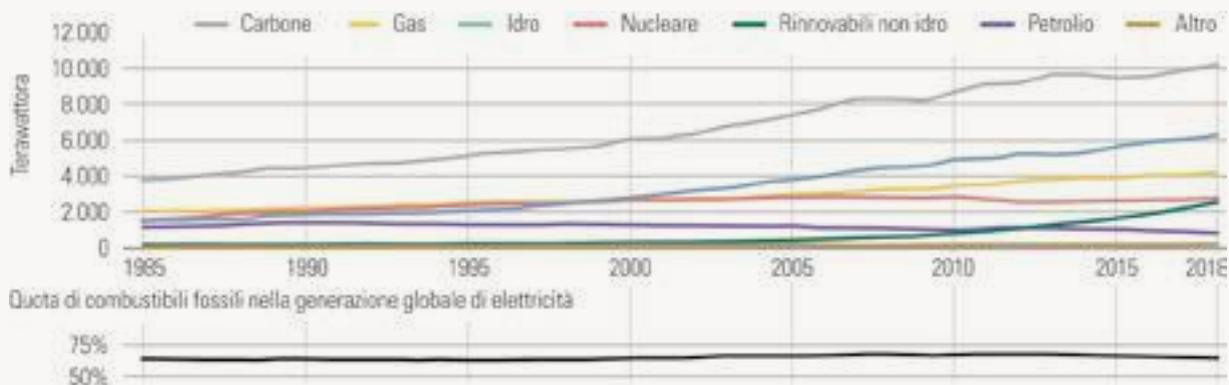
Al carbone, con il 31%, è dovuto il secondo maggior contributo all'aumento della produzione di elettricità nel 2018: benché il consumo complessivo di carbone sia inferiore al picco del 2013, l'elettricità generata ha stabilito un nuovo record nel 2018. Al gas naturale è attribuito il terzo posto con il 25%. Il contributo del gas naturale alla crescita totale dell'uso dell'energia è determinato dal fatto che una grande parte è utilizzata per scopi non elettrici, come il riscaldamento e i processi industriali, mentre il carbone viene utilizzato per lo più per generare elettricità.

Rinnovabile è la maggiore quota di nuova energia elettrica: l'elettricità da fonti rinnovabili rappresenta un terzo della crescita totale per il terzo anno consecutivo, con il nuovo record di crescita di 442 TWh nel 2018. La maggior parte, 314 TWh, proviene da eolico e solare. La quota di energie rinnovabili non idroelettriche utilizzate nella generazione di energia elettrica aumenta dall'8,4% del 2004-2017 al 9,3% nel 2018. Le fonti a basso tenore di carbonio collettivamente hanno contribuito al 36% della produzione globale di elettricità, la più alta dal 1990.

La produttività energetica

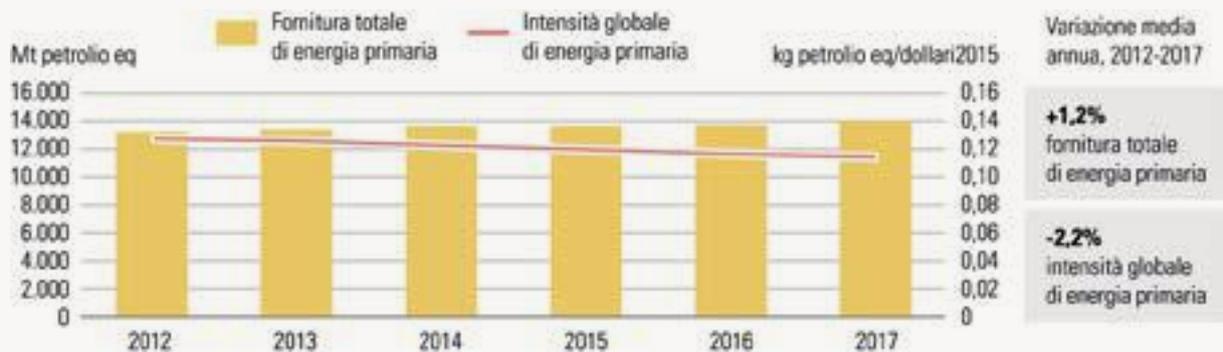
La produttività energetica è un rapporto, indice al contempo della qualità del sistema energetico e della sobrietà dei consumi al denominatore, e della capacità di crescita al numeratore. In realtà, la produttività energetica globale è aumentata solo del 2,2% negli ultimi cinque anni, non certo per effetto dell'arresto dell'aumento della domanda di energia globale, che è salita del 1,2% per cento, quanto piuttosto a causa dei ritmi sostenuti della crescita economica globale. L'intensità energetica,

Figura 42 Fonti della generazione elettrica a livello mondiale dal 1985 al 2018



Fonte: BP, 2019

Figura 43 Intensità energetica primaria globale e consumi di energia



Fonte: Vox, 2019

l'inverso della produttività, è in calo di circa lo 0,4% all'anno. Per gli obiettivi di decarbonizzazione globale, l'intensità energetica dovrebbe diminuire tra il 4 e il 10% all'anno. Ciò significa che il mondo ha bisogno di accelerare di circa dieci volte i tassi di efficienza e anche, si calcola, della elettrificazione⁹ (Figura 43).

L'intensità energetica è l'unico target dell'Agenda 2030 dell'Onu che la quantifica nell'Obiettivo di sviluppo sostenibile Sdg 7, 7.3, "By 2030, double the global rate of improvement in energy efficiency". Viene così dato un target sul miglioramento solo dell'intensità energetica ma non sul valore assoluto dei consumi di energia. La situazione globale dei trend dei Paesi forti, determinanti per la media mondiale, è presentata in Figura 44⁹.

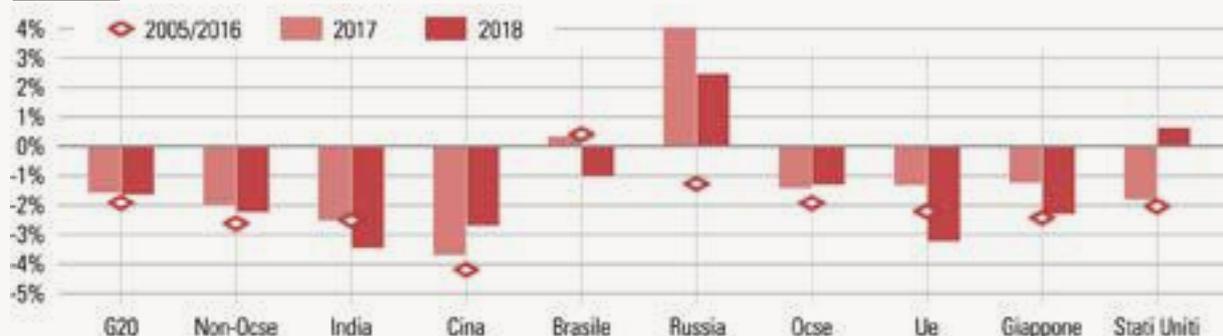
L'economia circolare giocherà un ruolo sempre più importante nei prossimi decenni, poiché può contribuire alla riduzione dei consumi e all'aumento dell'efficienza di utilizzo delle risorse. Non meno efficaci saranno le politiche di digitalizzazione dei processi e dei servizi, con l'uso crescente della rete e delle tecnologie di comunicazione in tutti i comparti e in particolare nel trasporto delle merci. La rigenerazione

urbana e il retrofit del patrimonio edilizio esistente possono migliorare l'efficienza energetica al pari delle nuove costruzioni a zero emissioni e zero consumi. Su scala mondiale vanno eliminati gradualmente e sostituiti con tecnologie moderne gli usi tradizionali della biomassa per la gran parte legno, soprattutto per cucinare. Si stima che poco meno di un miliardo di persone non abbia accesso a una fornitura elettrica affidabile. Per abbattere questo autentico muro della povertà globale sarà di grande aiuto la generazione elettrica rinnovabile distribuita off-grid e mini-grid.

Produrre elettricità con solare ed eolico comporta minime perdite di conversione e migliora l'intensità energetica che, ricordiamo, va calcolata in energia primaria. Inoltre, gli azionamenti elettrici e le pompe di calore sono molto più efficienti, a parità di prestazioni, delle soluzioni tradizionali con i combustibili fossili. Questa importante sinergia tra energie rinnovabili ed efficienza energetica è spesso trascurata e può dare impulso ulteriore agli obiettivi di decarbonizzazione¹⁰.

Un diverso tipo di lettura dell'efficienza energetica, non quotata negli indici Ocse della green economy,

Figura 44 Variazioni dell'intensità energetica primaria globale



Fonte: Enerdata, 2019

Figura 45 Consumi pro capite di energia primaria per regioni (Gigajoule)

Fonte: BP, 2019

è il consumo di energia pro capite, che dà un quadro della sobrietà negli usi energetici: senza ragione, risulta troppo diversa tra Paesi, e spesso senza una giustificazione relativa al livello di sviluppo. In Figura 45 sono riportate le serie storiche del consumo pro capite per regione: è subito evidente la sproporzione tra Nord America, gli altri Paesi occidentali e le medie mondiali. Rispetto all'Europa si tratta di un consumo individuale doppio, ingiustificabile perché praticamente a parità di standard di vita. La Cina, qui non rappresentata da sola, ha superato l'Europa, ma la regione asiatica ha una media molto inferiore, simile al Sud America. I Paesi ex Unione Sovietica (Cis), dopo il crollo degli anni '90, hanno iniziato a crescere con la ripresa dell'economia accompagnata però da un deficit di innovazione e di efficienza.

Le fonti rinnovabili

Non esiste altra via per lo sviluppo sostenibile e la green economy che l'espansione sistematica delle fonti rinnovabili e lo spostamento dei consumi verso l'energia elettrica. Il quadro generale degli indicatori che descrivono lo stato globale delle fonti rinnovabili e la variazione tra 2017 e 2018 è in Tabella 7¹¹.

Lo sviluppo delle fonti rinnovabili è troppo lento¹²: i progressi rimangono concentrati nel settore elettrico, mentre nel settore termico e nei trasporti la crescita è modesta. A partire dal 2017, l'energia rinnovabile ha rappresentato il 18,1% del consumo totale di energia finale (Tfec). Le rinnovabili moderne hanno fornito il 10,6% del Tfec, con una domanda in crescita del 4,4% rispetto al 2016. Nel 2018 è stato aggiunto un

totale di 181 GW di energia elettrica rinnovabile, con un incremento costante rispetto al 2017: diventata sempre più competitiva rispetto alla generazione termica convenzionale di elettricità, ha fornito il 26% dell'elettricità globale nel 2018.

A livello di governance si assiste sempre più spesso al fatto che i governi locali superano in ambizione quelli nazionali. Le economie emergenti hanno continuato ad aumentare le loro dotazioni e i sistemi di distribuzione hanno ulteriormente contribuito a diffondere l'accesso all'energia alle famiglie nelle aree remote.

Il settore privato svolge un ruolo chiave nel promuovere le rinnovabili: l'approvvigionamento aziendale è più che raddoppiato nel 2018. Nel segno dell'aumentata efficienza, l'investimento globale in rinnovabili è diminuito rispetto al 2017. I Paesi in via di sviluppo (Pvs) e le economie emergenti hanno ancora fornito oltre la metà di tutti gli investimenti nel 2018. Il settore delle energie rinnovabili ha complessivamente impiegato, direttamente e indirettamente, circa 11 milioni di lavoratori in tutto il mondo nel 2018. È cresciuto il mercato delle tecnologie abilitanti, come lo stoccaggio dell'energia con le batterie, le pompe di calore e i veicoli elettrici, ma resta carente il progresso delle reti elettriche integrate e intelligenti. Nel complesso, il mondo non è sulla buona strada per raggiungere gli obiettivi dell'Accordo di Parigi: le emissioni globali di anidride carbonica legate all'energia sono cresciute nel 2018 a causa dell'aumento del consumo di combustibili fossili. Le sovvenzioni globali per l'uso di combustibili fossili sono aumentate dell'11% dal 2017.

Tabella 7 Gli indicatori dello stato e dello sviluppo delle fonti rinnovabili

		2017	2018
INVESTIMENTI			
Nuovi investimenti (annuali) in energia e combustibili rinnovabili	Miliardi di dollari	326	289
ENERGIA ELETTRICA			
Capacità di generazione rinnovabile (incluso idroelettrico)	GW	2.197	2.378
Capacità di generazione rinnovabile (non incluso idroelettrico)	GW	1.081	1.246
Capacità idroelettrica	GW	1.112	1.132
Capacità eolica	GW	540	591
Capacità solare Pv	GW	405	505
Capacità bioelettrica	GW	121	130
Capacità geotermica	GW	12,8	13,3
Capacità solare a concentrazione Csp	GW	4,9	5,5
Capacità oceanica	GW	0,5	0,5
Generazione annuale di bioelettricità	TWh	532	581
CALORE			
Capacità solare termico	GWh	472	480
TRASPORTI			
Produzione annuale di etanolo	Milioni di litri	104	112
Produzione annuale di biodiesel Farnè (esterificazione di acidi grassi)	Milioni di litri	33	34
Produzione annuale di biodiesel Hvo (da oli vegetali)	Milioni di litri	6,2	7,0
POLITICHE¹			
Paesi con target di energia rinnovabile nazionale o locale ²	#	179	169
Paesi con target 100% di energia rinnovabile primaria o finale	#	1	1
Paesi con target 100% di energia rinnovabile per riscaldamento e raffreddamento	#	1	1
Paesi con target 100% di energia rinnovabile nei trasporti	#	1	1
Paesi con target 100% di energia elettrica rinnovabile	#	57	65
Stati/province/paesi con obblighi o regolamenti per il riscaldamento	#	19	18
Stati/province/paesi con regolamenti per i biocarburanti	#	70	70
Stati/province/paesi con politiche di feed-in	#	112	111
Stati/province/paesi con politiche standard per le rinnovabili	#	33	33
Paesi che fanno uso di gare (nel 2018)	#	29	48
Paesi che fanno uso di gare (cumulative)	#	84	98

Fonte: Ren, 2019

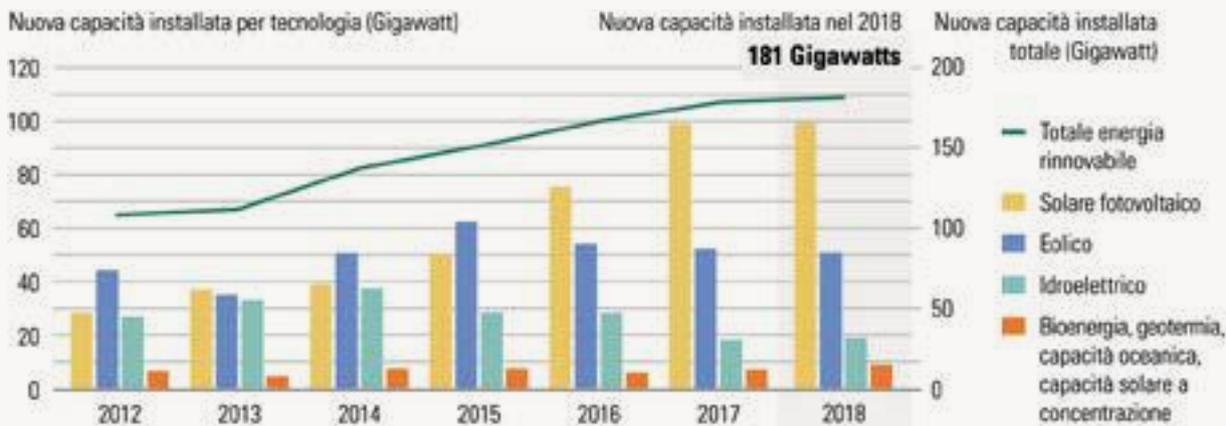
¹ Un Paese viene conteggiato una sola volta se ha almeno un obiettivo o una politica nazionale o locale.² Il calo del numero di giurisdizioni con obiettivi è dovuto principalmente alla scadenza di diversi obiettivi e alla loro mancata sostituzione.

Nota: tutti i valori sono arrotondati ai numeri interi tranne i numeri <15, i biocarburanti e gli investimenti, che sono arrotondati al primo decimale.

Per il quarto anno consecutivo la capacità aggiuntiva di generazione di energia rinnovabile ha superato le installazioni nette di fossili e di energia nucleare combinati. L'aumento è stato di 100 GW per l'energia solare fotovoltaica (Pv), pari al 55% dell'incremento, seguita dall'energia eolica con il 28% e dall'energia idroelettrica all'11% (Figura 46). Nel complesso, l'energia rinnovabile è cresciuta fino a rappresentare oltre il 33% della capacità mondiale di generazione elettrica. Nel 2018, oltre 90 Paesi avevano installato almeno 1 GW rinnovabile, mentre almeno 30 Paesi

hanno superato i 10 GW di capacità. L'innovazione tecnologica è continua, in particolare per le celle fotovoltaiche. L'incremento di efficienza per il fotovoltaico non comporta evidentemente vantaggi nel conto dell'energia primaria, quanto piuttosto nel consumo di suolo per le centrali a terra, un fattore di grande importanza in territori sovraffollati e di pregio come l'Europa. L'efficienza delle celle arriva oggi in laboratorio al 26,7% per il mono-cristallino e al 22,3% per la tecnologia multi-cristallina basata su wafer di silicio. L'efficienza nella tecnologia a film sottile arriva

Figura 46 Crescita su base annua della capacità di generazione elettrica per tecnologia



Fonte: Ocse, 2017

in laboratorio al 22,9% per il silicio e al 21% per le celle solari al telluro di cadmio (CdTe). Negli ultimi dieci anni, l'efficienza media commerciale dei moduli di silicio è aumentata da circa il 12% fino al 17-21%.

L'utilizzo di energie rinnovabili nel riscaldamento e nel raffreddamento, R&R, rimane invece limitato. Le moderne energie rinnovabili hanno soddisfatto circa il 10% della domanda di R&R di tutto il mondo nel 2016, ma la crescita continua a essere minima, anche se il R&R rappresentava circa la metà della domanda totale di energia finale. Nel 2018, solo 47 Paesi avevano obiettivi per il R&R rinnovabile, mentre il numero di Paesi con politiche di regolamentazione nel settore è addirittura sceso da 21 a 20. Politiche efficaci per il settore R&R esistono principalmente a livello locale. L'integrazione delle energie rinnovabili e dell'efficienza energetica è un'opportunità chiave per

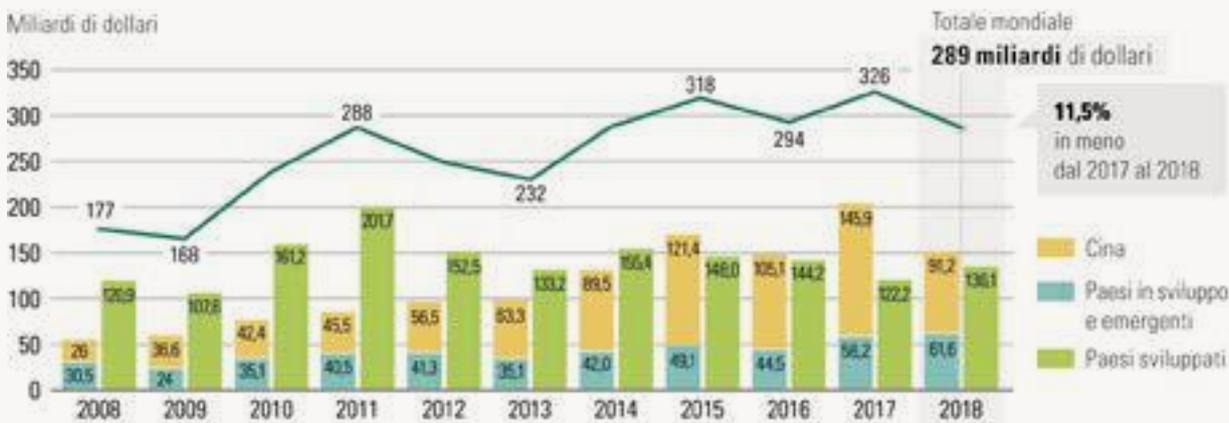
limitare la crescita della domanda termica e aumentare la diffusione delle tecnologie rinnovabili più moderne.

La penetrazione di energia rinnovabile nei trasporti rimane bassa, raggiungendo nel 2018 il 3,3%, con i biocarburanti a dominare nel settore. Il mercato dei veicoli elettrici sta crescendo in modo significativo: la loro diffusione in tutto il mondo è aumentata del 63% nel 2018 rispetto al 2017 e molte città si stanno dotando di flotte di autobus elettrici.

Gli investimenti per l'energia rinnovabile

L'investimento globale in energie e combustibili rinnovabili, esclusi i progetti idroelettrici superiori ai 50 MW di potenza, ammonta a 289 miliardi di dollari nel 2018¹³, l'11,5% in meno rispetto ai 326 investiti nel 2017. Tuttavia, il 2018 è stato il nono anno consecutivo in cui gli investimenti in energie rinnovabili hanno

Figura 47 Nuovi investimenti globali in energia e combustibili rinnovabili nei Paesi sviluppati, emergenti e in via di sviluppo



Fonte: Ren 21, Bnef, 2019

superato i 230 miliardi di dollari e il quinto in cui hanno superato i 280. Si stima che 16 miliardi siano stati destinati a grandi progetti idroelettrici nel 2018, in calo rispetto ai 40 del 2017 (Figura 47).

L'investimento complessivo in tutta la capacità di generazione rinnovabile nel 2018 ha superato ancora una volta e di gran lunga quella nei combustibili fossili e nel nucleare ed è stato tre volte superiore alla somma investita nei nuovi generatori a carbone e a gas. Gli investimenti hanno continuato a concentrarsi sull'energia solare, che ha totalizzato 139,7 miliardi di dollari nel 2018, -22% dal 2017, in gran parte a causa dei minori costi unitari per l'energia solare e ai migliori prezzi del mercato fotovoltaico cinese. Anche se l'investimento in energia eolica ha continuato a rimanere indietro rispetto all'energia solare, esso è aumentato del 2% nel 2018. Gli altri settori sono in ritardo, nonostante gli investimenti in biomassa e nell'energia da rifiuti, aumentati del 54%, a 8,7 miliardi di dollari. Gli investimenti in Cina sono diminuiti drasticamente dal massimo storico del 2017, ma restano i più alti in valore assoluto. Seguono gli investimenti negli Stati Uniti, in Giappone e in India. Un totale di 19 Paesi ha messo in campo investimenti per oltre 2 miliardi di dollari ciascuno, compresi, per la prima volta, Ucraina e Vietnam.

Procedendo nell'analisi per tecnologie, sono fotovoltaico ed eolico a dominare i nuovi investimenti nel 2018, con quello nel fotovoltaico molto più alto

che nell'energia eolica nel 2017. Il divario si è ridotto bruscamente nel 2018, con il fotovoltaico al 48% degli investimenti e l'eolico al 46% per effetto di una riduzione del 22%, a 139,7 miliardi di dollari, degli impegni per l'energia solare, il livello più basso dal 2013. Il rallentamento degli investimenti nell'energia solare è evidente in Cina, ma i ridotti costi di capitale per i progetti fotovoltaici hanno richiesto meno denaro per finanziare un determinato importo di generazione. Gli investimenti in energia eolica sono invece aumentati del 2% a 134,1 miliardi di dollari, il più alto livello di sempre, dovuto in gran parte al finanziamento di grandi progetti eolici onshore in Cina, Stati Uniti, Sud Africa, India e Svezia (+2% e 109,8 miliardi nel 2018), così come a un certo numero di progetti offshore in Europa (+7% e 24,6 miliardi, il secondo più alto livello mai registrato). Le economie sviluppate, Cina compresa, hanno investito nel 2018 sui due fronti mentre i Paesi in via di sviluppo e le economie emergenti molto di più nell'energia solare (Figura 48).

Ci sono alcuni dati sugli investimenti nelle energie rinnovabili anche per il 2019. La spesa globale ha totalizzato 117,6 miliardi di dollari nella prima metà del 2019, in calo del 14% rispetto a un anno prima e il minimo dal 2013¹⁴. Gli investimenti hanno rallentato in tutti e tre i principali mercati, Stati Uniti, Europa e Cina, ma il calo della Cina è stato particolarmente pronunciato in quanto il Paese ha continuato a ridurre il sostegno finanziario per l'energia solare ed eolica.

Figura 48 Nuovi investimenti globali in energia e combustibili rinnovabili nei Paesi sviluppati, emergenti e in via di sviluppo



Fonte: Ren 21, Bnef, 2019

I FLUSSI DI MATERIA E L'ECONOMIA CIRCOLARE

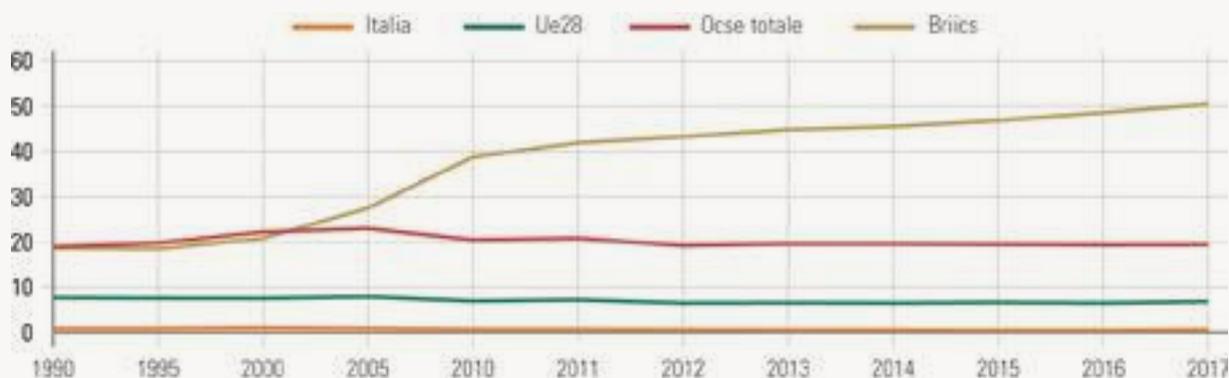
L'economia circolare ha radici antiche nella storia dell'ecologia¹⁵, ma si è andata affermando solo di recente, dal 2015, grazie anche a iniziative che si sono sviluppate nel mondo industriale, nelle società di consulenza¹⁶, nei grandi forum internazionali come il World Economic Forum, il Wef¹⁷, ma più di recente anche con una iniziativa promossa dall'Unep. Ora l'economia circolare può a buon diritto essere considerata come parte integrante della green economy di importanza e potenzialità crescenti.

Nell'economia lineare il parametro guida è sempre stato il flusso diretto di materia, il Dmc (Figura 49). L'Ocse lo inserisce nei suoi headline indicators della green economy attraverso la produttività delle risorse e non deve meravigliare se non sono stati inseriti indici di circolarità, per i quali

effettivamente mancano ancora dati affidabili. Molti sono i lavori accademici sviluppati per l'assessment dell'economia circolare e l'Unione europea e la stessa Eurostat sono all'avanguardia su questo tema. È però ancora presto per avere dati per tutti i Paesi a livello mondiale.

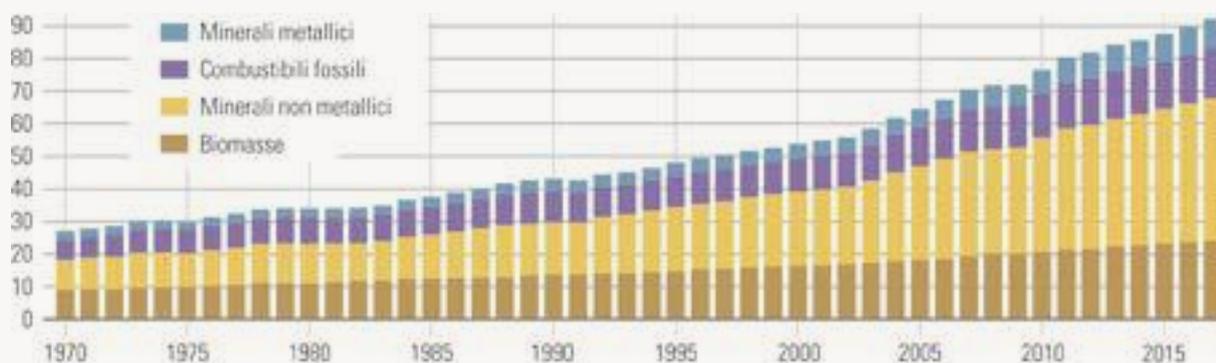
Tanto nell'economia lineare, largamente prevalente oggi, quanto nell'economia circolare le materie prime sono l'indispensabile base per la produzione di beni e servizi e quindi del consumo delle famiglie e degli investimenti di governi e imprese di tutto il mondo¹⁸. Nel periodo dal 1970 al 2017, l'estrazione di materiali biotici e abiotici è aumentata di oltre il 240%, raggiungendo un peso globale di 92 Gt. L'Ocse fornisce dati relativi al Dmc e alla produttività delle risorse. I dati globali sono disponibili nel database dell'Unep¹⁹.

Figura 49 Flussi di materiali in peso nelle principali regioni geografiche mondiali e in Italia (miliardi di t)



Fonte: Ocse, 2019

Figura 50 Estrazione globale di materiali vergini (miliardi di t)



Fonte: materialflow.net, 2019

L'ampia gamma di materiali consumati può essere aggregata nelle quattro categorie principali: biomassa, minerali, combustibili fossili, metalli. Un'analisi delle serie storiche dal 1970 al 2017 mostra che il consumo globale di materia è aumentato notevolmente in tutti i gruppi. Tassi di crescita eccezionali si sono verificati tra i materiali non rinnovabili, in particolare per quanto riguarda i minerali industriali e da costruzione (+376%). Negli ultimi decenni, infatti, i minerali hanno svolto un ruolo fondamentale per soddisfare la domanda a livello globale di miglioramenti infrastrutturali nel settore dell'energia e dei trasporti e nei lavori di costruzione. Il consumo di metalli è più che triplicato tra il 1970 e il 2017. Il consumo di combustibili fossili è cresciuto di oltre il 142%. L'estrazione di risorse rinnovabili, le biomasse, è aumentata di oltre il 167%, per l'agricoltura e la silvicoltura industrializzate, per la produzione di energia basata sulla biomassa e la crescente domanda di mangimi (Figura 50).

L'impatto dell'Asia sulle risorse materiali è aumentato dall'inizio degli anni 2000 a causa della rapida industrializzazione di Paesi come la Cina e l'India. L'estrazione complessiva di materia in Cina è cresciuta

di oltre il 1.400% tra il 1970 e il 2017. La tendenza è principalmente sostenuta dall'estrazione di metalli (+4.300%) e minerali (+3.800%). Oggi, circa un terzo dell'estrazione globale di materie prime avviene in Cina e l'Asia nel suo complesso ne è responsabile per i due terzi. Le quote di estrazione di tutte le altre regioni sono diminuite a causa dell'aumentata importazione di materie prime o prodotti trasformati da altre parti. Le aree dei Paesi in via di sviluppo, che estraggono ed esportano grandi quantità di materiali, come l'Africa e l'America Latina, hanno aumentato la loro estrazione senza aumentare proporzionalmente il consumo di materiale a casa propria.

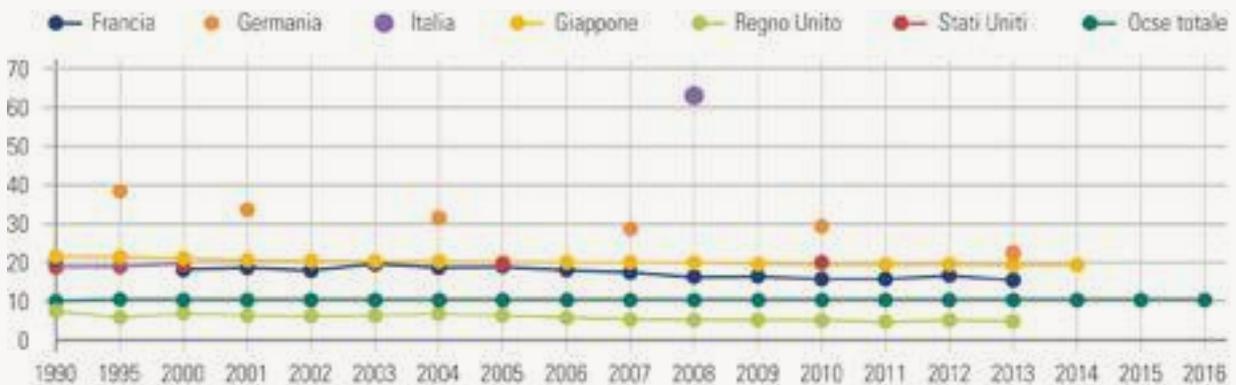
Il capitale naturale e la qualità ambientale della vita

Non ci sono nuovi studi dell'Ocse per queste due dimensioni cruciali per la green economy ma il database è stato arricchito di nuovi dati.

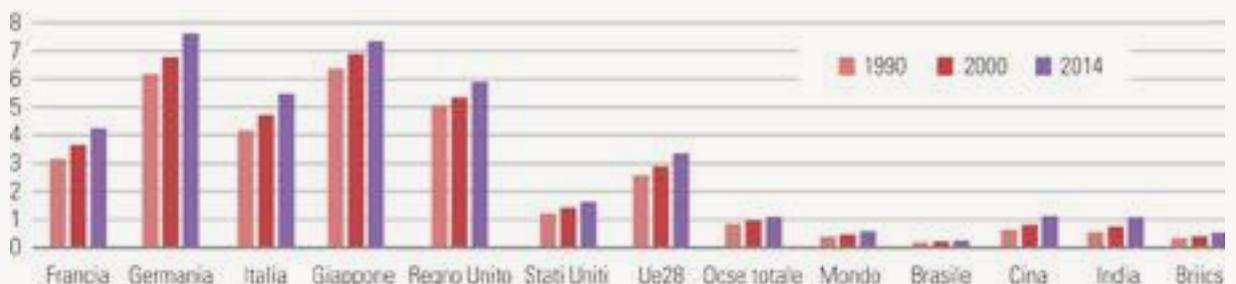
Per lo stato di conservazione del capitale naturale²⁰ riportiamo in Figura 51 a) lo stress sulle risorse idriche rinnovabili. Il dato non è disponibile su scala globale ma solo per i Paesi Ocse per i quali,

Figura 51 Indici di stato del capitale naturale per aree selezionate

a) Stress idrico: estrazione totale di acqua potabile in percentuale della risorsa idrica rinnovabile interna



b) Superficie costruita in percentuale della superficie totale

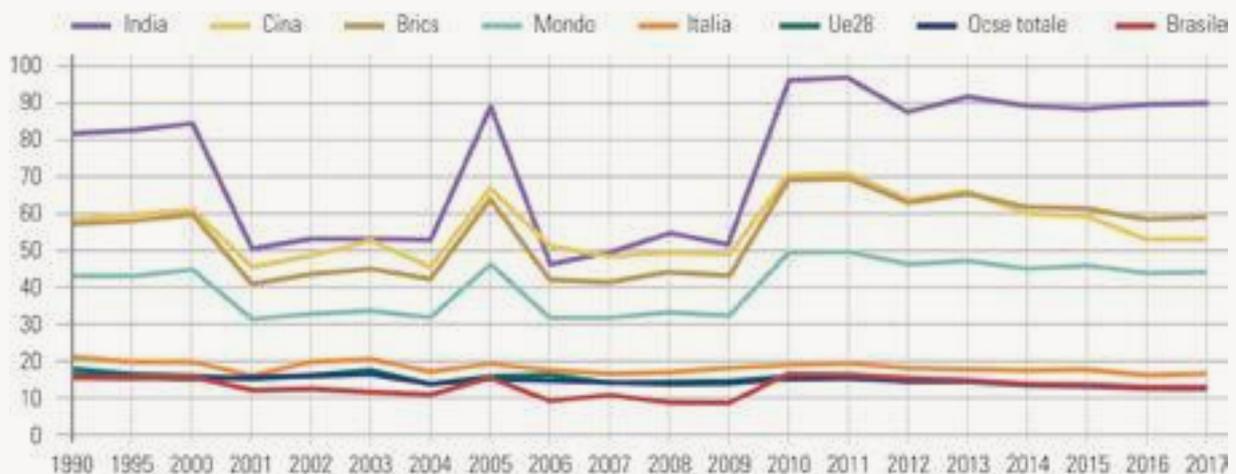


Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su database Ocse 2019

nella media, non si evidenzia alcun miglioramento. Virtuosa la Germania che guadagna 20 punti percentuali dal 1990 mentre appare critica la situazione italiana con uno stress idrico sei volte superiore alla media Ocse. In b) della stessa figura c'è il dato relativo all'area costruita e impermeabilizzata totale in percentuale della superficie di ogni territorio rappresentato. I Paesi in via di sviluppo più avanzato e di maggior densità abitativa sono i più compromessi, Giappone, Germania, Regno Unito, Italia, ma le variazioni maggiori sono nei Briics, Cina e India (la peggiore) in testa. Nella maggior parte dei Paesi dell'Ocse, i terreni naturali e seminaturali (foreste, praterie, zone umide, arbustive e altri terreni vivi) coprono dal 30 all'80% della superficie: sono essenziali per la fornitura dei servizi ecosistemici e la conservazione della biodiversità.

L'Ocse assume come indice guida della qualità ambientale della vita la concentrazione del particolato Pm2,5 e arricchisce il suo database 2019 di un buon numero di indicatori correlati. L'esposizione cronica anche a livelli moderati di Pm2,5 aumenta notevolmente il rischio di malattie cardiache e ictus, le principali cause di morte nei Paesi dell'Ocse. Aumenta anche il rischio di malattie respiratorie, incluso il cancro ai polmoni, la malattia polmonare ostruttiva cronica, Bpco, e le infezioni respiratorie²¹. Meno di uno su tre Paesi dell'Ocse rispetta le linee guida sulla qualità dell'aria dell'Organizzazione mondiale della sanità (Oms), che prescrivono un'esposizione media annua al Pm2,5 di 10 µg/m³, limite inferiore che, fra l'altro, non esclude affatto la possibilità di contrarre gravi malattie²². L'esposizione al Pm2,5 continua a salire nella media globale, in Cina e in India fino a livelli estremi²³ (Figura 52).

Figura 52 Indice guida della qualità ambientale associata all'esposizione al Pm2,5 (µg/m³)



Fonte: elaborazione Fondazione per lo sviluppo sostenibile su database Ocse 2019

I CAMBIAMENTI CLIMATICI

Il pilastro della lotta ai cambiamenti climatici è l'Accordo di Parigi²⁴ nel quale si legge un sostanziale mutamento di strategia nella governance internazionale tradizionale della Convenzione climatica delle Nazioni Unite, la Unfccc²⁵. Il punto fondamentale dell'Accordo è contenuto nell'Articolo 2, punto a) che impegna la comunità internazionale al "contenimento dell'incremento della temperatura

media globale molto al di sotto dei 2°C sopra i livelli pre-industriali perseguendo tutti gli sforzi per limitare l'incremento della temperatura media globale a 1,5°C al di sopra dei livelli pre-industriali". La temperatura media è una variabile di stato del sistema climatico che, a differenza dei fattori di pressione antropogenici, non può essere oggetto di un obiettivo che i diversi Paesi possono perseguire

indipendentemente l'uno dall'altro. Le azioni di mitigazione sono invece rivolte al contenimento delle emissioni di gas serra che possono essere assegnate a ciascun Paese mediante uno specifico target, come avvenne con il protocollo di Kyoto del 1997. L'Accordo di Parigi rinuncia a questo tipo di approccio top-down e sceglie di fare affidamento sulle ambizioni espresse da ciascun Paese. Ne consegue che lo stato degli impegni mondiali per la mitigazione e l'adattamento ai cambiamenti climatici si può determinare solo per sommatoria degli impegni nazionali fatti pervenire alla Segreteria della Convenzione, i cosiddetti Indc (Intended Nationally Determined Contributions). Molti autorevoli studi sono stati dedicati alla valutazione degli scenari climatici conseguenti agli Indc e tutti sono stati concordi nell'affermare che tali contributi sono del tutto inadeguati al contenimento dell'aumento medio della temperatura globale entro i 2°C. La conclusione comune a tutti gli studi è che con gli Indc dichiarati alla vigilia di Parigi si avrebbe a fine secolo una anomalia della temperatura superficiale media terrestre superiore ai 3°C, ritenuta molto pericolosa. La revisione degli Indc è dunque necessaria.

L'Italia è tra i 24 Paesi dell'Unione che, in un summit dei capi di Stato e di Governo del 20 giugno 2019, ha lanciato l'obiettivo della decarbonizzazione al 2050: obiettivo per ora bloccato per l'opposizione di Polonia, Repubblica Ceca, Ungheria e Estonia.

L'opposizione di Stati Uniti, Paesi del Golfo, Iran e Federazione Russa ha impedito alla Cop 24 di Katowice di acquisire i risultati dello Sr15 dell'Ipcc (il Rapporto speciale sullo scenario di 1,5°C) come riferimento scientifico per il negoziato internazionale. Alla Conferenza sul clima di Bonn del giugno 2019 si è raggiunto un compromesso: lo Sr15 è riconosciuto come "buona scienza" ma viene tolto dal negoziato.

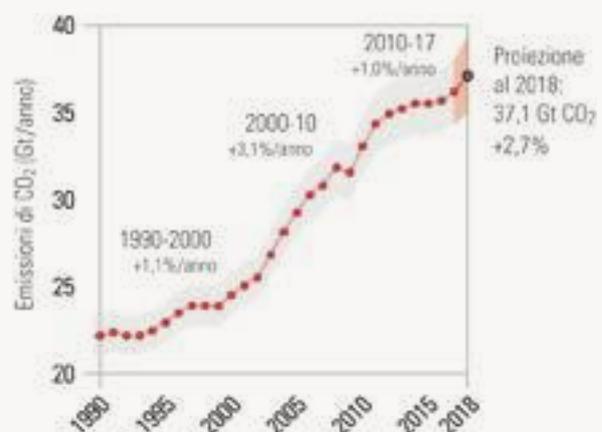
Le emissioni di gas serra non accennano a fermarsi

La CO₂ è l'indiscussa protagonista del riscaldamento globale. La combustione dei fossili e la produzione di cemento causano il 90% di tutte le emissioni antropogeniche di CO₂. Dopo una pausa di tre anni con emissioni globali stabili²⁶, quelle di CO₂ sono salite dell'1,6% nel 2017 a 36,2 Gt, con un ulteriore

aumento del 2,7% nel 2018 fino a un record di 37,1 ±2 Gt (Figura 53). Nonostante i progressi positivi registrati in 19 Paesi le cui economie sono cresciute negli ultimi dieci anni e le cui emissioni sono diminuite, l'aumento dell'uso dell'energia da combustibili fossili è ancora superiore a quello delle fonti energetiche a basse emissioni di carbonio. Un'economia globale in espansione, le riduzioni delle emissioni insufficienti nei Paesi sviluppati e la necessità di un maggiore uso di energia nei Paesi in via di sviluppo, in cui le emissioni pro capite rimangono molto al di sotto di quelle delle nazioni più ricche, continueranno a esercitare pressioni al rialzo sulle emissioni di CO₂²⁷.

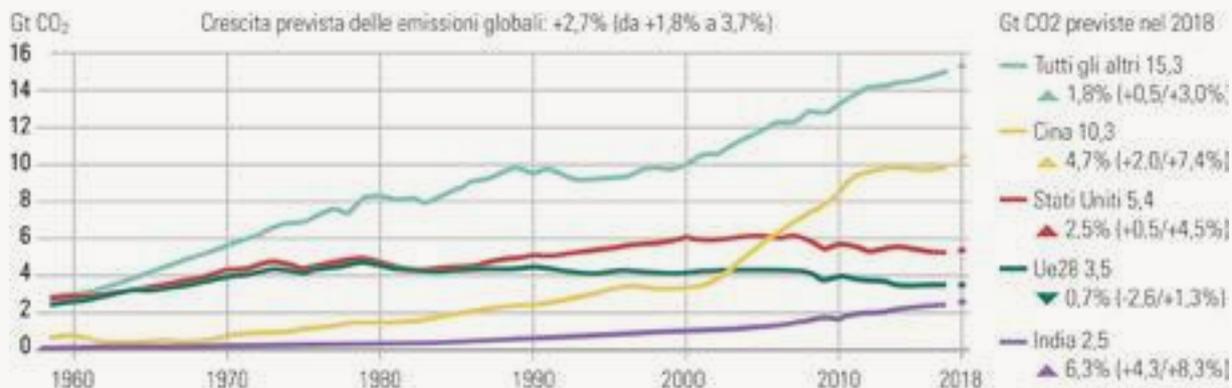
Sulla base dei dati disponibili a fine 2018, il Global Carbon Project (Gcp) prevede un aumento delle emissioni globali di CO₂ fossile per il 2018 del 2,7% (range da 1,8 a 3,7%). Per la Cina, il cambiamento stimato delle emissioni è in aumento del 4,7% nel 2018 rispetto al 2017. La stima è basata sulla crescita del 4,5% dell'uso del carbone, la principale fonte di combustibile in Cina, del 3,6% del petrolio, del 17,7% del gas naturale e dell'1% della produzione di cemento²⁸. Per gli Stati Uniti, la proiezione delle emissioni per il 2018, combinata con i dati sul cemento, registra un aumento del 2,5% rispetto al 2017. Per l'Unione europea, Gcp prevede per il 2018 una diminuzione dello 0,7% rispetto al 2017 che si basa su stime per il carbone del -1,2%, del +1,2% per il petrolio, del +2,9% per il gas naturale e con emissioni stabili per il cemento. L'India

Figura 53 Emissioni globali di CO₂



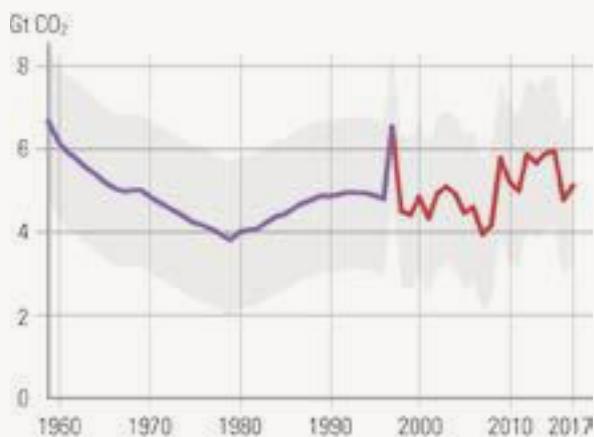
Fonte: Global Carbon Project, 2019

Figura 54 I principali Paesi emettitori di CO₂ a fine 2018



Fonte: Global Carbon Project, 2019

Figura 55 Emissioni globali su base annua imputabili al cambiamento di uso di suolo

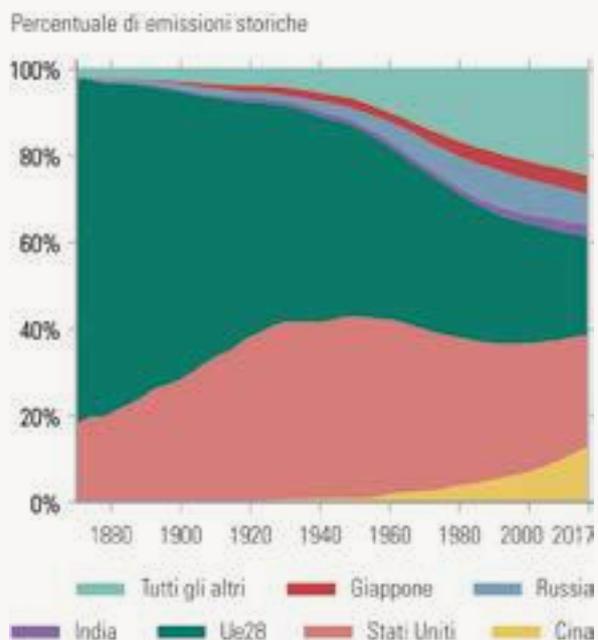


Fonte: Global Carbon Project, 2019

aumenterebbe le sue emissioni del 6,3% rispetto al 2017 per effetto di un +7,1% di carbone, +3% circa di petrolio, +6% di gas naturale e +13,4% di cemento. Per il resto del mondo, la crescita prevista per il 2018 è dell'1,8% (Figura 54).

L'aumento del 2018 nella concentrazione di CO₂ atmosferica è in proiezione di 2,3 ±0,3 ppm, pari a un contenuto carbonico aggiuntivo in atmosfera di 4,9 ±0,7 GtC, ricavato dall'Osservatorio Mauna Loa fino alla fine di ottobre 2018, che portano la concentrazione atmosferica di CO₂ a un livello di 407 ppm in media nel 2018. Le osservazioni più recenti del Mauna Loa danno al mese di maggio 2019 un valore di 414,66 ppm in media mensile, +3,42 ppm rispetto a dodici mesi prima²⁹. Combinando i dati si ricava un assorbimento totale di terra e oceano di circa

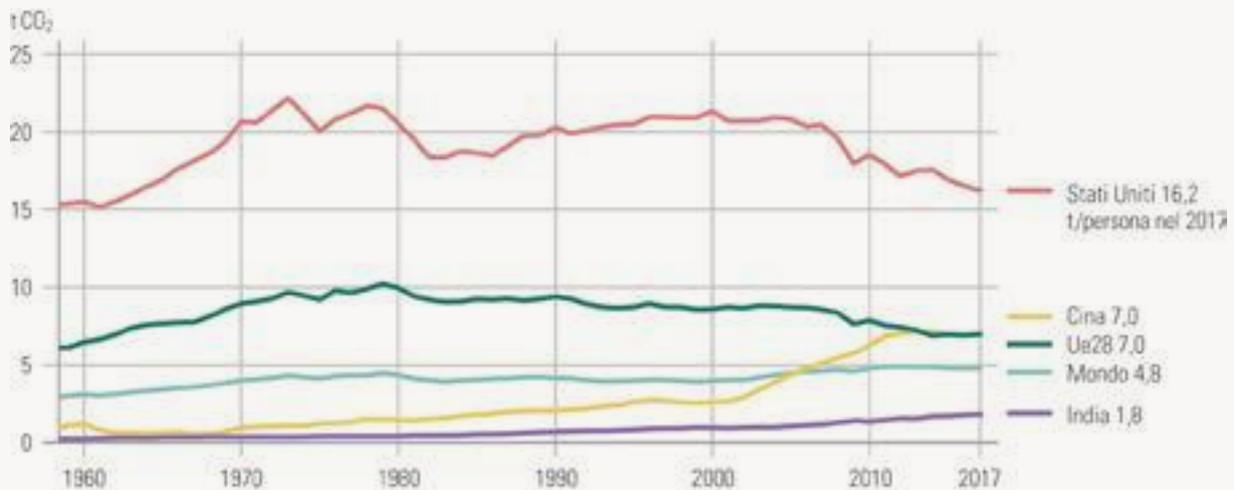
Figura 56 Emissioni cumulative percentuali globali



Fonte: Global Carbon Project, 2019

6,5 GtC per il 2018. Sebbene ciascun termine abbia grande incertezza, il sink oceanico ha generalmente una bassa variabilità interannuale ed è probabile che rimanga vicino al suo valore del 2017 di circa 2,5 GtC, lasciando un residuo approssimativo di assorbimento terrestre di circa 4,0 GtC. Si tratterebbe di uno tra i maggiori valori di assorbimento di carbonio terrestre nel periodo storico.

Al di là dei flussi delle emissioni annuali, si fa sempre più spesso ricorso ad altri dati, pur se strettamente collegati ai flussi. Il primo riguarda le

Figura 57 Emissioni pro capite dei principali emettitori (tCO₂)

Fonte: Global Carbon Project, 2019

emissioni storiche di CO₂, indice dell'avvelenamento dell'atmosfera attribuibile a ciascun Paese per effetto della lunga persistenza della CO₂ in aria. Le emissioni di carbonio da fonti fossili per il periodo 1870-2017 erano di 425 ±20 GtC e più incerte, di 190 ±75 GtC, per i cambiamenti di uso di suolo, per un totale di 615 ±80 GtC (Figura 55). Queste stime sono coerenti con quanto risulta dalle osservazioni sulla biomassa vegetale³⁰.

Gli stock sono stati ripartiti tra atmosfera (250 ±5 GtC), oceani (150 ±20 GtC) e terra (190 ±50 GtC). L'uso di stime quasi indipendenti per individuare questi termini mostra uno squilibrio del bilancio cumulativo di 25 GtC nel periodo 1870-2017 che, se corretto, suggerisce che le emissioni sono tutte troppo alte nella stessa misura o i sink terrestri o oceanici sono sottostimati. La maggior parte dello squilibrio è probabile provenga in gran parte dai grandi cambi di uso di suolo tra la metà degli anni '20 e la metà degli anni '60, che non ha eguali in fatto di crescita della concentrazione atmosferica di CO₂, così come rivelano le carote di ghiaccio. Le emissioni cumulative fino all'anno 2018 aumentano a 625 ±80 GtC (2.290 ±290 GtCO₂), con un contributo di circa il 70% dalle fonti fossili e del 30% dai cambi di uso di suolo.

La ripartizione delle emissioni cumulative tra i grandi emettitori ha invece un fine diverso che attiene alla definizione delle responsabilità storiche di ciascuna delle parti della Convenzione climatica. Lo stato

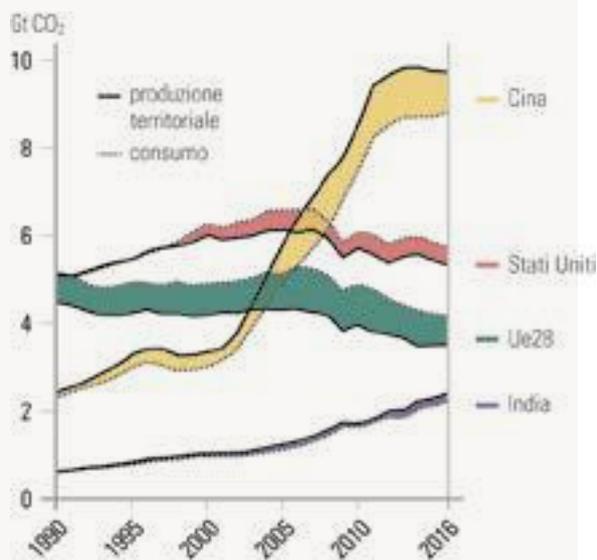
delle emissioni cumulative, su un asse dei tempi di oltre cento anni, approssimativamente pari alla permanenza in atmosfera della CO₂, è in Figura 56. Il recente boom delle emissioni cinesi non è ancora tale da togliere all'Europa, che ha dato origine alla rivoluzione industriale, e agli Stati Uniti che l'hanno portata ai massimi livelli, il primato storico che lascia sulle coscienze dei Paesi sviluppati la responsabilità dei cambiamenti climatici per ancora molto tempo. Il forte divario in termini di giustizia distributiva tra Nord e Sud del mondo è evidente anche dalle emissioni pro capite in Figura 57.

Produttività e intensità carboniche globali

Il parametro di controllo adottato dall'Ocse per l'assessment della green economy è la produttività carbonica cioè il Pil prodotto per ogni unità in peso di CO₂ generata. Si tratta di un rapporto tra due flussi su base annuale per il quale risulta interessante seguire l'andamento delle serie storiche. Il dato è calcolabile a livello mondiale e separatamente per ogni Paese.

Più comune è la rappresentazione del rapporto inverso, l'intensità carbonica, cioè l'importo di CO₂ in peso che viene generato per ogni unità monetaria di Pil prodotta. Di questa grandezza ci si attende una rapida diminuzione in funzione della decarbonizzazione dell'economia. L'intensità carbonica decresce rapidamente non per effetto

Figura 58 Intensità carbonica dei principali emettitori

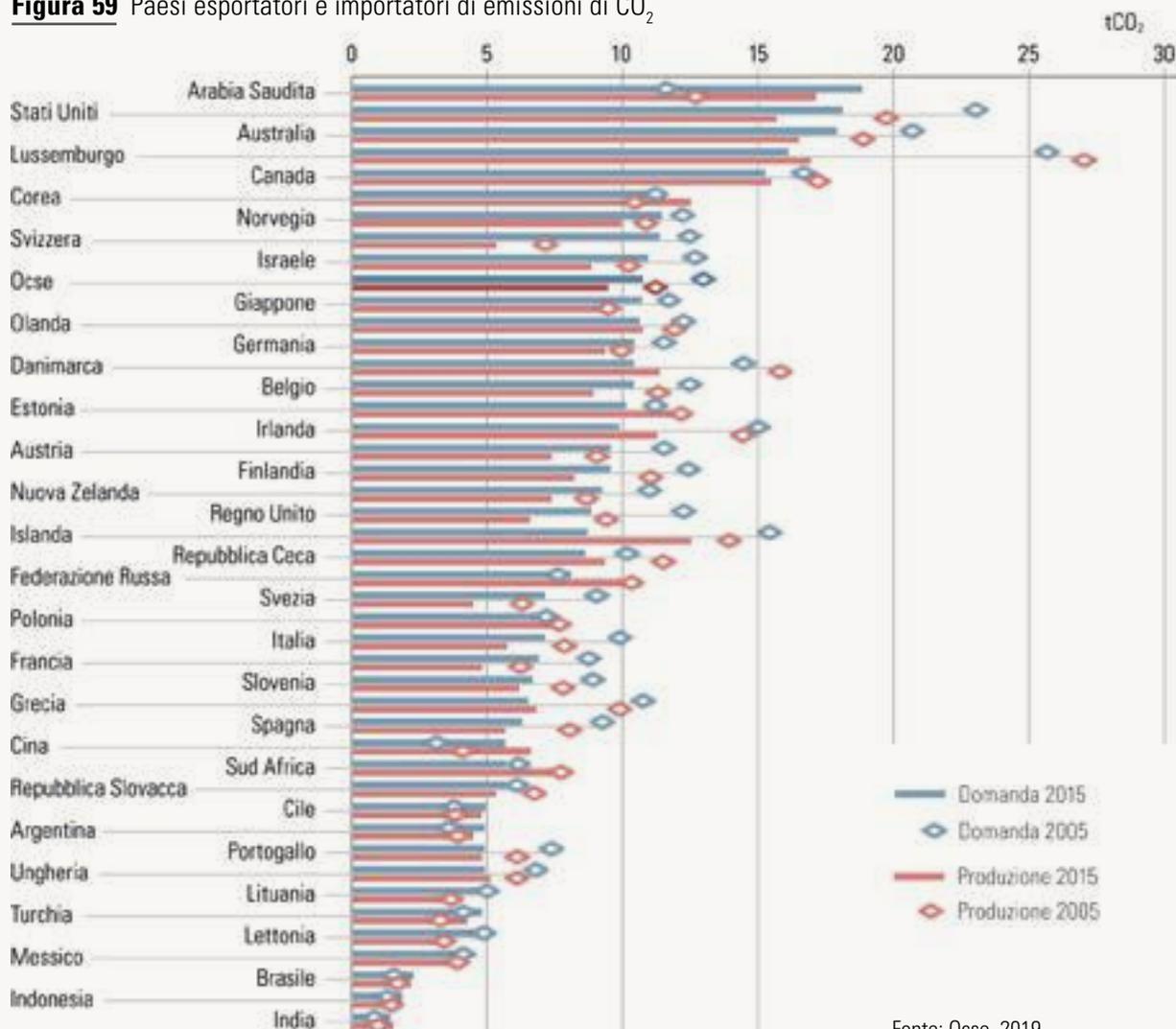


Fonte: Global Carbon Project, 2019

dell'abbattimento delle emissioni ma per la crescita del Pil. La produttività carbonica di un Paese è riferita alle sue produzioni anche se queste, in parte, vengono poi esportate e consumate in altri Paesi. Il conto del cosiddetto Beete, Balance of Emissions (carbon) Embodied in Trade³¹, sposta il calcolo delle emissioni di gas serra dal lato della produzione delle merci, che comprende anche le merci esportate, a quello del loro consumo e del relativo fardello di CO₂ (Figura 58).

La Cina ha una produzione territoriale (linea continua) superiore al suo consumo, ovvero alla sua cosiddetta impronta carbonica (linea tratteggiata). Lo stesso vale per l'India, mentre i Paesi occidentali rappresentati in figura godono di una situazione opposta, Europa compresa. L'allocatione delle emissioni di CO₂ di origine fossile al consumo fornisce una prospettiva diversa di lettura dei rapporti

Figura 59 Paesi esportatori e importatori di emissioni di CO₂



Fonte: Ocse, 2019

commerciali, degli effetti della globalizzazione e dei fenomeni come la delocalizzazione delle produzioni industriali più inquinanti, a più bassa produttività carbonica. Gli Stati Uniti e l'Ue28 sono importatori netti di emissioni incorporate nelle merci, mentre la Cina e l'India sono esportatori netti.

L'Ocse fornisce il dato su scala mondiale rappresentato in funzione delle emissioni di CO₂ pro capite per il gruppo dei Paesi più attivi negli scambi internazionali (Figura 59)³².

Il cambiamento climatico aggraverà la povertà e la disuguaglianza esistenti. Avrà l'impatto più grave nei Paesi e nelle regioni povere e nei luoghi in cui vivono e lavorano le persone povere. I Paesi in via di sviluppo sopporteranno circa il 75-80% dei costi

del cambiamento climatico. Le persone in condizioni di povertà tendono a vivere in aree più sensibili ai cambiamenti climatici e in alloggi meno resistenti e perdono relativamente di più quando sono colpite. Hanno meno risorse per mitigare gli effetti e ottengono meno supporto dalle reti di sicurezza sociale e dal sistema finanziario per prevenire o recuperare dall'impatto. I loro mezzi di sussistenza e le loro attività sono più esposti e più vulnerabili ai disastri naturali che portano malattie, riduzione dei raccolti, picchi nei prezzi dei prodotti alimentari e infine morte o disabilità.

La Banca mondiale stima che senza un'azione immediata i cambiamenti climatici potrebbero ridurre in povertà 120 milioni di persone in più entro il 2030.

GLI IMPATTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

Gli impatti degli eventi climatici estremi

Gli eventi estremi attribuibili (o in aggravamento) per effetto dei cambiamenti climatici richiamano l'attenzione dell'opinione pubblica e dei governi probabilmente di più, per ora, degli effetti di lungo periodo. Gli impatti di tali eventi sono a carattere locale ma spesso hanno effetti acuti di gravità estrema. Un clima che cambia porta a variazioni nella frequenza, intensità, estensione spaziale, durata e tempistica degli eventi estremi. Alcuni estremi climatici possono essere il risultato di un accumulo di eventi meteorologici o climatici ordinari. Il Rapporto speciale Ipccl Srex³³ riferisce osservazioni raccolte a partire dal 1950 sul cambiamento in alcuni eventi estremi, sui quali però, essendo relativamente rari, i dati disponibili sono pochi per fare valutazioni riguardanti i cambiamenti nella loro frequenza o intensità.

Nel 2017, in totale sono stati registrati 712 eventi meteorologici estremi e sono state conteggiate perdite economiche per 326 miliardi di dollari, quasi il triplo del totale del 2016. Nel 2018 le perdite complessive causate dalle catastrofi naturali sono valutabili in 160 miliardi di dollari, una cifra inferiore all'anno precedente, ma superiore alla media corretta per l'inflazione degli ultimi trent'anni, pari a 140. Con 80 miliardi di dollari, i sinistri assicurati sono stati sostanzialmente al di sopra della media corretta per l'inflazione degli ultimi trent'anni, pari a 41 miliardi, ma al di sotto dei valori record di 140 del 2017³⁴.

I modelli climatici e socioeconomici hanno dato conferma di un riscaldamento sostanziale a temperature estreme entro la fine del 21° secolo: aumenterà la frequenza e l'ampiezza delle temperature calde giornaliere estreme e diminuirà il freddo su scala globale. La lunghezza, la frequenza e l'intensità di periodi caldi o delle ondate di calore aumenteranno nella maggior parte delle aree terrestri.

È probabile che la frequenza di forti precipitazioni e la proporzione delle precipitazioni estreme aumenterà in molte aree del globo, in particolare nelle alte latitudini, nelle regioni tropicali e in inverno nelle medie latitudini settentrionali. Forti piogge associate ai cicloni tropicali sono più probabili a temperature maggiori. In alcune regioni, le forti precipitazioni si verificheranno nonostante le previste riduzioni delle precipitazioni totali.

Aumenterà la velocità massima del vento dei cicloni tropicali, la cui frequenza globale è probabile che diminuirà o rimarrà sostanzialmente invariata. Ci sarà invece una riduzione in ogni emisfero del numero di cicloni extratropicali, che saranno mediamente in migrazione verso i poli. C'è una certa affidabilità nella previsione che la siccità si intensificherà nel 21° secolo in alcune stagioni e aree, a causa delle precipitazioni ridotte e dell'aumento dell'evapotraspirazione. Questo vale per l'Europa meridionale e la regione mediterranea, l'Europa centrale, il Nord America

centrale, l'America centrale e il Messico, il nord-est del Brasile e l'Africa meridionale.

È molto probabile che l'innalzamento medio del livello del mare contribuirà alle tendenze al rialzo dei fenomeni estremi sulle coste come l'erosione e le inondazioni, un dramma per i piccoli stati insulari tropicali.

Con le ondate di calore, la ritirata dei ghiacciai e la degradazione del permafrost in alta montagna, i pendii diventeranno instabili e franosi e i laghi ghiacciati potranno causare inondazioni. Gli studi disponibili, compresi quelli dell'ipcc Ar5³⁵, attribuiscono per lo più le perdite future agli eventi meteorologici estremi i cui effetti possono essere contenuti dalle azioni di adattamento a livello nazionale e dal sostegno internazionale finanziario e di conoscenza. I pericoli maggiori sono ritenuti associati ai cicloni tropicali ed extratropicali, alle alluvioni fluviali e marine e alla grandine. Per gran parte di tali eventi gli effetti degli aumenti futuri dell'esposizione sono molto maggiori di quelli derivanti dall'aumento eventuale della frequenza dei fenomeni conseguente al cambiamento climatico.

Gli impatti sulla biodiversità

Il 2019 è l'anno della pubblicazione del Global Assessment dell'ipbes³⁶, un Rapporto di tale vastità e portata da segnare un salto di qualità nella conoscenza della crisi globale della biodiversità e delle sue cause. Il Rapporto definisce il cambiamento climatico come un fattore diretto della perdita di biodiversità, che progressivamente aggrava l'impatto degli altri fattori, e produce un'analisi profonda e puntuale delle interrelazioni tra clima e sistemi naturali³⁷. L'analisi degli effetti attesi degli scenari di riscaldamento dell'ipcc sulla biodiversità stabilisce un solido legame tra gli obiettivi dell'Accordo di Parigi e le sorti di ogni possibile azione di conservazione delle risorse naturali, delle specie viventi e dei servizi ecosistemici.

Secondo l'ipbes molto del patrimonio naturale mondiale è stato perso e quello che rimane continua a declinare. Più del 40% della superficie terrestre è coltivata o urbanizzata e meno del 23% è ancora classificata come area naturale. La perdita di foreste tropicali è triplicata in dieci anni; le foreste primarie continuano a diminuire,

con l'eccezione della riforestazione attiva o conseguente all'abbandono dell'agricoltura e dei pascoli. Circa un milione di specie animali e vegetali è minacciato per sovrasfruttamento, inquinamento, specie aliene invasive e per il cambiamento climatico. Il ritmo di estinzione è da 10 a 100 volte maggiore della media degli ultimi dieci milioni di anni. Almeno 3.000 specie di vertebrati e 40.000 specie di piante sono minacciate di estinzione per la perdita o il deterioramento degli habitat. 559 specie di mammiferi si sono estinte e altre 1.000 specie sono minacciate di estinzione. In media le comunità ecologiche terrestri hanno perso il 20% della loro originale biodiversità.

Già la Iucn aveva segnalato l'aumento dell'estinzione delle specie con un tasso tra 100 e 10.000 volte maggiore del tasso naturale. Sono in via di estinzione il 12% degli uccelli, il 23% dei mammiferi, il 32% degli anfibi e il 25% delle conifere. Negli ultimi decenni il 35% della superficie di mangrovie in tutto il mondo è stata persa, il 20% delle barriere coralline del mondo è stato distrutto, il 24% è a rischio imminente di collasso e il 26% è sotto una minaccia di collasso a lungo termine. La perdita globale di foresta pluviale tropicale causata dall'intervento umano è di circa 15 milioni di ettari/anno e, se i recenti tassi di perdita delle foreste tropicali continueranno per i prossimi 25 anni, si stima che il numero di specie viventi nelle foreste si ridurrà dal 4 all'8%. Solo pochi ecosistemi naturali in tutto il mondo non hanno sofferto dell'intervento umano.

La scomparsa delle specie è un fenomeno inerente al processo evolutivo. Almeno cinque volte nella storia geologica si sono verificate estinzioni di massa, causate da fenomeni come meteoriti o glaciazioni. Nell'ultima grande estinzione, avvenuta 65 milioni di anni fa, circa il 75% di tutte le specie del pianeta scomparve in un colpo solo. Tuttavia, durante i periodi di decine di milioni di anni che separano questi episodi, l'estinzione delle specie si è evoluta gradualmente ed è stata compensata da più alti tassi di comparsa di nuove specie. Questo modello di estinzioni è cambiato bruscamente negli ultimi due secoli per effetto dell'alterazione antropogenica dei maggiori processi biofisici che determinano il funzionamento degli ecosistemi³⁸.

Si prevede un ulteriore degrado della biodiversità

se i cambiamenti climatici continueranno al ritmo attuale³⁹. Gli impatti includono cambiamenti negli habitat e nelle composizioni delle specie e conseguenti cambiamenti nel funzionamento degli ecosistemi. Forti impatti sono previsti sia per i mammiferi che per le piante con una riduzione del 19% della percentuale delle specie sopravvivenenti (Frs). La risposta al cambiamento climatico della biodiversità varia fortemente tra i gruppi tassonomici e i biomi. Per alcuni gruppi tassonomici la percentuale di area rimanente con un clima adatto alle specie declina fortemente oltre i 3°C di anomalia termica. Già a livelli moderati, cioè 1-2°C di anomalia, si prevede una diminuzione significativa della biodiversità.

La biodiversità è sotto la crescente minaccia di molte pressioni antropogeniche tra le quali, in questo secolo, i cambiamenti climatici: le variabili climatiche determinano infatti gli spazi di distribuzione geografica delle specie. Nelle aree in cui il clima non è più adatto, le specie spostano le loro distribuzioni geografiche a seconda delle loro capacità di dispersione e si estinguono localmente. Sono anche colpite le fasi di sviluppo e la fisiologia delle specie, le strutture della comunità e le funzioni dell'ecosistema⁴⁰.

La temperatura media globale è aumentata di oltre 1°C dal 1880 in parallelo al declino della biodiversità in tutto il mondo a causa della perdita in molti ecosistemi delle condizioni idonee per la sopravvivenza di alcune loro specie. Non è ancora chiaro, e rappresenta una sfida fondamentale per la ricerca scientifica, in che modo la biodiversità risponderà a un aumento della temperatura media globale di 2°C o oltre.

Nell'intervallo di 1-2°C l'impatto complessivo risulta in percentuale delle specie sopravvivenenti (Frs) dell'86% e in un areale delle specie sopravvivenenti (Fra) del 65%: quindi, con un aumento della temperatura media globale fino a 2°C, gli ecosistemi terrestri potrebbero perdere in media il 14% delle loro attuali specie locali e il 35% della loro area climatica di adattamento. Gli intervalli 2-3°C e 3-4°C comportano riduzioni maggiori di Frs e Fra rispetto al primo intervallo: si prevede che Frs si riduca rispettivamente all'83% e al 78% e Fra al 50% e al 46%. Le maggiori riduzioni si verificano in presenza di un aumento della temperatura

media globale oltre i 4°C: solo il 68% delle specie locali attuali sopravviverebbe nella media degli ecosistemi terrestri e la loro area di adattamento residua sarebbe probabilmente ridotta in media a meno del 46%.

Il danneggiamento degli ecosistemi e dei relativi servizi per effetto dei cambiamenti climatici ha un forte impatto sull'agricoltura. Questa attività essenziale combina i processi del suolo, dei nutrienti e dell'acqua con la luce del sole, i macchinari e il lavoro per produrre risorse alimentari. Il clima che cambia altera la capacità di utilizzare i servizi dell'ecosistema che supportano la produzione di alimenti, mangimi e fibre e interferisce con l'agricoltura in diversi modi. Le temperature più calde di quelle storiche nella stagione di crescita ridurranno i rendimenti della maggior parte delle colture. In secondo luogo, i tentativi di adattamento per far fronte agli shock termici e ai regimi alterati delle precipitazioni saranno ostacolati dalla rigidità spaziale della maggior parte delle fonti di irrigazione e dal deficit generalizzato degli investimenti nella ricerca pubblica e nello sviluppo agricoli. Inoltre, la coltivazione di determinate risorse, forzata dal cambiamento climatico, potrebbe dover essere spostata in territori più favorevoli sconvolgendo gli schemi consolidati del commercio agricolo internazionale.

L'agricoltura sperimenterà più frequentemente la siccità durante la stagione di crescita, ma riceverà anche precipitazioni eccessive durante il resto dell'anno. Il crescente disallineamento temporale tra la domanda di acqua e la sua disponibilità potrebbe ostacolare la resa dei raccolti e peggiorare il bilancio dell'acqua di irrigazione nei Paesi tropicali e subtropicali.

L'aumento della desertificazione

La desertificazione è una delle principali calamità ambientali attuali, che colpisce centinaia di milioni di abitanti delle terre aride e un'area totale non specificata, stimata tra 1.000 e 3.000 milioni di ettari. I terreni sono il fondamento della produzione e della sicurezza alimentare. E i terreni forniscono anche altri servizi ecosistemici vitali per il funzionamento e la resilienza dell'ambiente naturale.

Conservano grandi quantità di carbonio, contribuendo

a regolare le emissioni di CO₂ e i processi climatici. Funzionano come il più grande filtro e serbatoio di stoccaggio dell'acqua del pianeta, controllando la quantità e la qualità delle risorse di acqua dolce. Ospitano i cicli e l'immagazzinamento di azoto, fosforo e altri nutrienti essenziali e un quarto della biodiversità del pianeta⁴¹. I suoli del mondo immagazzinano più carbonio della biomassa e dell'atmosfera del pianeta messi insieme. Un aumento di appena l'1% delle scorte di carbonio nel primo metro di profondità dei suoli sarebbe superiore alla quantità corrispondente alle emissioni antropogeniche di CO₂ prodotte dallo sfruttamento dei combustibili fossili (Tabella 8)⁴².

Oltre il 35% della superficie libera dal ghiaccio del pianeta è stata ripulita dalla vegetazione naturale per coltivare o pascolare il bestiame, esponendola a forti aumenti dell'erosione e a forti perdite di carbonio organico, nutrienti del suolo e biodiversità. La rapida crescita di città, industrie e agricoltura industrializzata ha accelerato le perdite di carbonio organico e biodiversità dei suoli, li ha contaminati con un eccesso di sale, acidità e metalli pesanti e li ha impermeabilizzati permanentemente sotto asfalto e cemento. La maggior parte dei suoli del mondo è in condizioni appena sufficienti, povere o molto povere e la loro condizione peggiora in molti più casi di quanto non stia migliorando⁴³.

L'erosione porta via da 25 a 40 Gt di terreno vegetale ogni anno, riducendo significativamente i raccolti e la capacità del suolo di immagazzinare e circolare carbonio, nutrienti e acqua. Se l'erosione non viene fermata, le perdite totali dei raccolti proiettate all'anno 2050 sarebbero equivalenti a togliere 1,5 milioni di km² di terra dalla produzione agricola, pari

approssimativamente al suolo coltivabile oggi in India.

Nella maggior parte delle aree semi-aride e sub-umide dell'Africa e dell'Asia, ma anche in Israele, la desertificazione continua a progredire incontrollata a causa dell'agricoltura intensiva, della deforestazione, del sovrapascolamento e delle tecnologie agricole inadeguate, in particolare in materia di irrigazione. Analisi recenti suggeriscono che il 45% delle terre globali è costituito da terre aride, in aumento rispetto alle stime precedenti. In alcune regioni, principalmente Nord America, zona costiera orientale dell'Australia e America del Sud, le terre aride sono in transizione verso condizioni semi-aride a causa dell'aumento delle precipitazioni. In altre regioni, in Cina, nell'Australia orientale e nelle regioni dell'Africa meridionale, la transizione osservata va da sub-umido/umido a condizioni semi-aride. Anche il Sahel sembra tendere a condizioni più asciutte⁴⁴.

Recenti ricerche e revisioni hanno delineato la stretta interrelazione tra riscaldamento globale e degrado del suolo. La desertificazione non solo causa una perdita di produttività con gravi conseguenze sulla produzione alimentare, sulla futura sicurezza alimentare e sullo sviluppo economico, ma provoca anche il rilascio di gas serra nell'atmosfera, accelerando il riscaldamento globale. La decomposizione della sostanza organica del suolo e della biomassa negli ultimi 7.800 anni, causata dal degrado della terra e dalla desertificazione, ha prodotto emissioni di anidride carbonica stimate dell'ordine di 450-500 GtC, che corrisponde a più della quantità totale di CO₂ emessa dalla combustione di combustibili fossili fino a oggi. Più recentemente, la rapida deforestazione, principalmente la distruzione delle foreste pluviali, e il degrado su vasta scala dei suoli e della vegetazione delle terre aride, hanno causato fino al 20% dell'aumento delle concentrazioni di gas serra in atmosfera. Queste terre degradate diventano più sensibili all'aumento degli estremi climatici come ondate di calore, siccità e inondazioni improvvise. La perdita di vegetazione e il degrado del suolo aumentano la vulnerabilità degli ecosistemi all'ulteriore erosione e desertificazione.

Nelle regioni umide e sub-umide, il cambiamento climatico impatta sul contenuto minerale di carbonio dei terreni, con processi relativamente lenti che

Tabella 8 Il ruolo delle terre aride nello stoccaggio del carbonio

	Carbonio da biomassa	Carbonio terrestre		
		Tutto il carbonio del suolo	Carbonio organico del suolo	Carbonio inorganico del suolo
Globale	576 Gt	2.529 Gt	1.583 Gt	946 Gt
Terre aride	83 Gt	1.347 Gt	431 Gt	916 Gt
Porzione nelle terre aride	14%	53%	27%	97%

Fonte: Iucn, 2015

possono essere mascherati dagli impatti diretti dei cambiamenti dell'uso del suolo e delle tecniche di gestione del terreno con variabilità inter annuali. L'impatto diretto del clima sulle riserve di carbonio minerale del suolo è abbastanza chiaro: i terreni più umidi hanno un alto contenuto di carbonio che tendenzialmente si riduce a temperature più elevate. Nelle regioni umide e sub-umide, i terreni organici sono molto sensibili ai cambiamenti delle condizioni climatiche. Le zone umide e le torbiere intatte tendono a essere relativamente resilienti alle fluttuazioni a breve termine nella meteorologia stagionale; i suoli organici drenati e i terreni organici irrigati sono più sensibili a queste fluttuazioni e, in particolare, all'aumento della temperatura.

Gli impatti sulle risorse idriche

Con l'aggravarsi del cambiamento climatico le risorse idriche diventeranno instabili e incerte, spazialmente e temporalmente. I tassi di evaporazione ed evapotraspirazione sono soggetti a cambiamento con il rischio di accentuare la scarsità d'acqua e di comprometterne la qualità. Dove la risorsa dipende dal manto nevoso di bacino i cambiamenti nell'idrologia, già molto spesso in atto, saranno più accentuati, pur se in taluni casi questi sistemi potrebbero ricevere un maggiore apporto di acqua piovana. La scarsità d'acqua in un'area non è determinata solo dal bilancio idrico ma, ad esempio, da una richiesta elevata a causa della crescita della popolazione e dell'aumento degli usi agricoli e agro-industriali. Un indice di sostenibilità dell'approvvigionamento idrico a livello di territorio deve essere basato su fattori di suscettibilità alla siccità, sulle previsioni di aumento della domanda, sul fabbisogno di stoccaggio e sull'uso delle acque sotterranee. Uno studio sviluppato per gli Stati Uniti prevede che il cambiamento climatico aumenterà dal 35% al 75% la percentuale di territorio con moderato o superiore rischio di sostenibilità idrica entro il 2050, termine nel quale triplicherà il numero di territori con alto o estremo rischio di sostenibilità idrica e diventerà 14 volte tanto il numero di aree a rischio estremo⁴⁵.

La crisi idrica che l'India sta attraversando è emblematica di questo tipo di emergenza climatica. Le condutture d'acqua si sono seccate a Chennai, città di otto milioni di abitanti sul Golfo del Bengala

e capitale dello stato meridionale del Tamil Nadu, e in altre 21 città indiane le risorse idriche municipali non sono in grado di soddisfare la domanda. Nel 2017 la città ha avuto il 45% di precipitazioni rispetto al normale ed è rimasta senza pioggia per 200 giorni. Alcune parti della città sono restate senza acqua corrente per cinque mesi. L'Asia del sud è sempre stata vulnerabile ai capricci dei monsoni che forniscono il 70% della sua acqua in pochi mesi e alimentano i suoi fiumi, ricaricando le falde acquifere. Il resto dovrebbe venire dall'acqua di disgelo himalayana che, in piena crisi di scarsità, alimenta 1,65 miliardi di persone. Ma la crisi affligge altre metropoli, da Città del Capo a Città del Messico fino a San Paolo in Brasile. Quasi la metà della popolazione umana vive con una scarsità d'acqua, in luoghi che non sono in grado di soddisfare i bisogni del bere, cucinare e avere servizi igienici minimi⁴⁶. Secondo le Nazioni Unite, acqua e servizi igienici inadeguati uccidono nel mondo 780.000 persone ogni anno⁴⁷.

L'innalzamento del livello e acidificazione degli oceani

L'innalzamento in corso dei livelli oceanici e marini è destinato ad aggravarsi per gli effetti a lungo termine della crisi climatica. È imputabile a una molteplicità di fattori, alcuni dei quali fortemente dipendenti dall'evoluzione futura degli assetti climatici difficilmente quantificabili nel tempo e nella dimensione. Il sistema oceanico potrebbe essere soggetto ai cosiddetti effetti di non linearità, il cui aspetto più inquietante è la irreversibilità di questi fenomeni oltre i tipping point, punti di non ritorno, in particolare del pattern delle correnti oceaniche dal quale, a tutti gli effetti, è dipeso l'attuale sviluppo della civiltà umana. Sulla base delle osservazioni paleoclimatiche, si ritiene che tali fenomeni non abbiano a verificarsi al di sotto dell'anomalia termica di 2°C.

L'innalzamento del mare dipende per metà dall'espansione volumetrica della massa d'acqua determinata dal riscaldamento globale e dal conseguente aumento del contenuto termico degli oceani, come messo in luce dal Rapporto Ipcc Ar5. L'osservazione del livello marino medio e locale è oggetto di continue osservazioni scientifiche da terra e dai satelliti. I livelli medi del mare sono aumentati di 23 cm dal 1880, 3-8 cm negli ultimi 25

anni. Ogni anno, il mare sale di altri 3,3 mm in media, ma a ritmi crescenti (Figura 60). La fusione estiva dei ghiacciai e la diminuzione delle precipitazioni nevose creano uno squilibrio tra il deflusso e l'evaporazione dell'oceano, provocando l'innalzamento dei livelli del mare. Le temperature più elevate hanno causato la riduzione delle calotte glaciali della Groenlandia e dell'Antartide. A questi fenomeni è imputabile l'altra metà dell'innalzamento medio dei livelli oceanici.

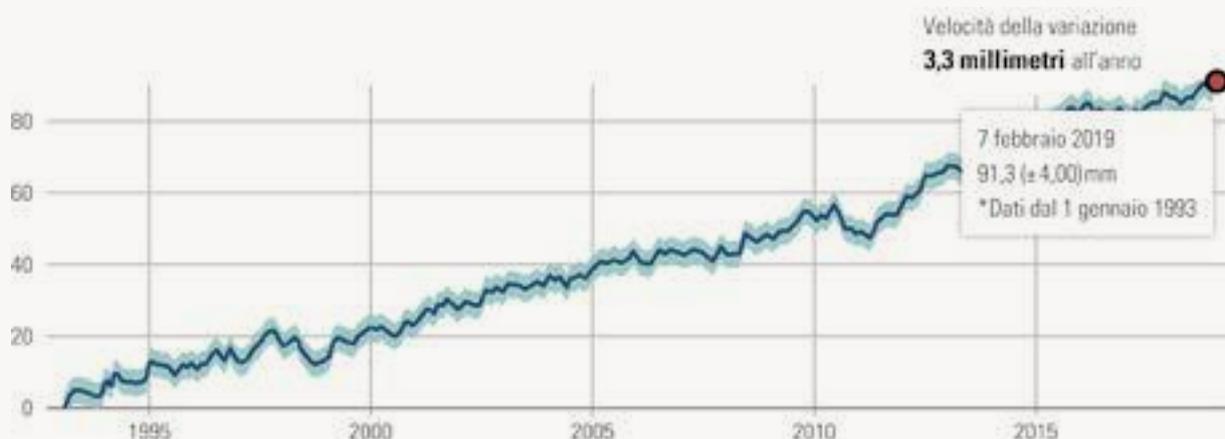
È comune a gran parte delle popolazioni mondiali muoversi quando possibile verso le aree costiere che oggi, a causa dei cambiamenti climatici, risultano esposte all'innalzamento del livello marino, alla forza delle mareggiate, alle inondazioni, all'erosione del litorale e alla penetrazione dell'acqua salata nelle falde acquifere dolci. Nella zona dei mari caldi tropicali, dove le tempeste si formano, il movimento dei nuclei ciclonici è destinato a impattare zone costiere densamente abitate come sta accadendo, con conseguenze sempre più gravi, nella Cina meridionale, nel Sud Est asiatico e nel golfo caraibico. Più di un terzo della popolazione mondiale vive attualmente sulle coste e gran parte delle grandi città sono costiere. Le estrapolazioni demografiche prevedono che le comunità costiere diverranno presto ancora più densamente popolate ovunque. L'impatto economico e sociale dei rischi quindi aumenterebbe, anche se la frequenza e l'intensità dei fenomeni non crescessero sotto la spinta dei cambiamenti climatici.

Gli habitat costieri non colonizzati dall'uomo come

le zone umide, le dune e le mangrovie, che sono parte essenziale del capitale naturale, sono in grado di proteggere le persone e le infrastrutture contro l'erosione dei litorali e le inondazioni causate dalla combinazione dell'innalzamento del livello del mare, delle onde indotte dalle tempeste e della forza dei fenomeni marini tempestosi: con il procedere del cambiamento climatico la protezione offerta da questi habitat diventerà più preziosa. L'innalzamento del livello del mare è tutt'altro che uniforme nel mondo. Alcune località registrano un aumento maggiore a causa del terreno, di fattori idrologici locali e delle correnti oceaniche. I miglioramenti apportati alla modellazione ad alta risoluzione hanno reso possibile la mappatura degli aumenti del livello del mare previsti in località specifiche, sia nel caso peggiore sia nei casi previsti. Questa consapevolezza del pericolo ha consentito una pianificazione e azioni positive per mitigare l'impatto.

I motivi per proteggere gli habitat costieri, e per ripristinarli dove sono già stati danneggiati, è che essi possono fornire una protezione di gran lunga migliore rispetto alle soluzioni ingegneristiche "dure" come i muraglioni e le dighe. Questi ecosistemi hanno bisogno di poca manutenzione a costi minori e in molti luoghi possono offrire un'ampia gamma di benefici naturali. Bene lo sanno gli abitanti delle piccole isole oceaniche e delle terre basse come il Bangladesh, che sono oggi le prime vittime del cambiamento climatico e i più ferventi sostenitori delle politiche di mitigazione e contrasto. Se la

Figura 60 Livello dei mari nella serie storica recente (millimetri)



Fonte: Noaa, 2019

strategia di ripristino dell'habitat costiero utilizza il denaro che si può ricavare per la ricostruzione dagli usi turistici, ricreativi e di watching della fauna selvatica, il beneficio in rapporto al costo per le soluzioni di ingegneria "soft" può superare quello di una soluzione dura. Ad esempio, ripristinare le barriere coralline aiuta a proteggere la costa e i suoi abitanti ma crea anche posti di lavoro, turismo e migliora la pesca. Questo tipo di investimenti non solo recupera il capitale naturale ma si ripaga, secondo alcuni studi, in tempi inferiori ai dieci anni. Con una traiettoria di aumento della temperatura di 1,5°C, entro il 2100 il livello medio del mare sarà aumentato di 0,52 m, ma se l'obiettivo dei 2°C viene perso vedremo un innalzamento medio del livello del mare di 0,86 m e nel caso peggiore di 1,8 m⁴⁸.

Il problema dell'acidificazione delle acque oceaniche nasce dall'assorbimento della CO₂: gli oceani assorbono attualmente circa un terzo delle emissioni di CO₂ create dall'uomo, quasi 22 Mt al giorno. A sua volta la densità di acido carbonico nelle acque oceaniche a bassa profondità aumenta. Negli ultimi 300 milioni di anni, il pH oceanico è stato leggermente basico, con una media di circa 8,2. Oggi, è intorno all'8,1, cioè 0,1 unità di pH, che rappresenta un aumento del 25% nell'acidità negli ultimi due secoli. Le proiezioni basate su questi numeri mostrano che, entro la fine di questo secolo, le emissioni continue potrebbero ridurre il pH dell'oceano di altre 0,5 unità.

Gli animali che formano guscio, tra cui coralli,

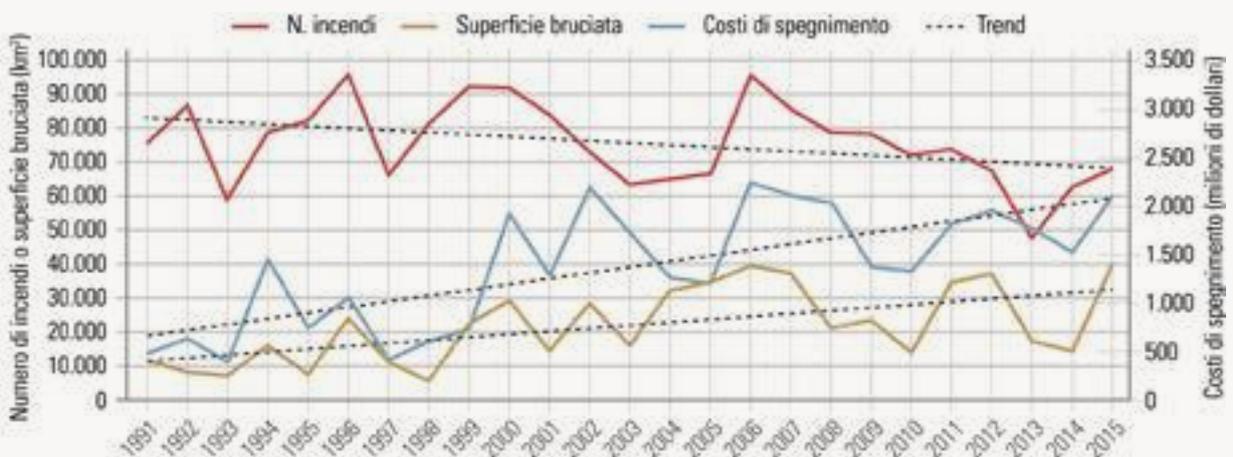
ostriche, gamberetti, aragoste, molti organismi planctonici e persino alcune specie ittiche potrebbero essere gravemente colpiti. Altrettanto preoccupante è il fatto che, man mano che gli oceani continuano ad assorbire CO₂, la loro capacità di stoccaggio del carbonio potrebbe diminuire lasciandone una parte maggiore nell'atmosfera e aggravando ulteriormente i cambiamenti climatici globali. I coralli, per effetto combinato del riscaldamento e dell'acidificazione delle acque, vanno incontro a stress per un fenomeno noto come coral bleaching ormai diventato massivo. Secondo il Rapporto Ipbes, i reef corallini saranno soggetti a fenomeni crescenti legati al riscaldamento delle acque e ai periodi di sollievo sempre più ridotti, tanto che anche entro il limite più impegnativo dell'Accordo di Parigi degli 1,5°C se ne prevede una perdita a fine secolo del 70-90%. Se il riscaldamento sarà di anche solo 2°C la perdita prevista degli ecosistemi corallini raggiungerà il 99%.

Gli incendi boschivi

I cambiamenti climatici stanno avendo gravissime conseguenze sulla diffusione degli incendi boschivi: i danni al capitale naturale e anche al capitale costruito sono ingenti⁴⁹ (Figura 61).

La maggior parte dei sistemi forestali si è evoluta in regimi nei quali gli incendi seguono cicli naturali. Altri, come quelli del nostro Paese, subiscono incendi solo di natura dolosa. Molti dei servizi preziosi che forniscono le foreste, tra cui il legname,

Figura 61 Superficie bruciata, numero degli incendi (asse sx) e costi dello spegnimento (asse dx) negli Stati Uniti



Fonte: Ocse, 2019

l'assorbimento del carbonio atmosferico, la produzione di ossigeno e gli spazi e i paesaggi per la ricreazione, vengono degradati dagli incendi violenti che stanno tormentando l'Europa e il Nord America. Nonostante l'impiego di costose misure preventive, ogni anno persone vengono uccise, proprietà e servizi vengono distrutti, gas serra vengono rilasciati, opportunità ricreative vengono perse e approvvigionamento idrico e qualità dell'acqua vengono degradati a causa degli incendi.

Ogni ulteriore aumento di temperatura nell'ambiente accelera l'evaporazione, asciuga il terreno e inaridisce gli alberi e la vegetazione, trasformandoli in combustibile pronto per un incendio. Anche durante un anno piovoso, un'intensa ondata di calore può soffocare le foreste tanto da fare in modo che sia come se la pioggia non cadesse mai. È dunque il caldo a provocare un'esplosione valutabile nell'800% negli incendi boschivi negli Stati Uniti. Nel secolo scorso, gli americani erano riusciti a eliminare gli incendi, evitando gli accumuli di residui combustibili nel sottobosco. Poiché negli ultimi cinque decenni le foreste sono rimaste le stesse, al netto di alcune riduzioni nei budget della pulizia forestale, il cambiamento non può dunque che essere quello causato dall'aumento della temperatura dell'aria⁵⁰.

La situazione degli incendi boschivi sta peggiorando, in particolare nei territori colpiti da lunghe siccità come l'Australia o la California, dove dagli anni '80 a oggi l'incidenza dei grandi incendi boschivi è aumentata di quattro volte e la superficie totale

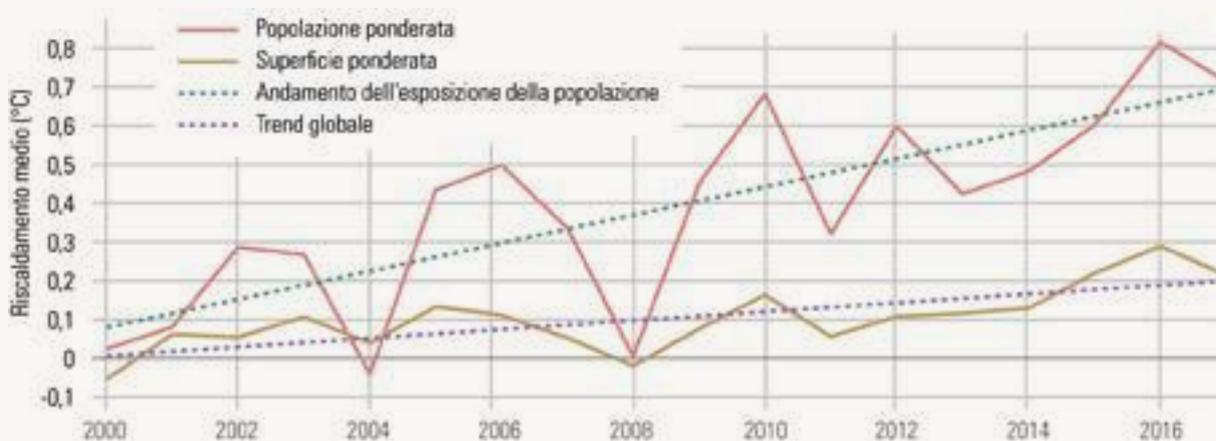
bruciata è cresciuta di sei volte⁵¹. Molto di questo aumento può essere imputato ai cambiamenti climatici, particolarmente per le alte temperature primaverili ed estive. Come per le alluvioni, sarebbe raccomandabile non costruire ai margini delle grandi foreste occidentali. Foreste ben gestite con pratiche di diradamento attivo sono non solo preziose per la produzione di legname, ma possono limitare la perdita di una serie enorme di servizi ecosistemici e contenere i già gravi danni economici.

Gli impatti sulla salute

L'aggravamento degli impatti dei cambiamenti climatici, dell'esposizione e della vulnerabilità configura un livello elevato di rischio per la salute attuale e futura delle popolazioni di tutto il mondo (Figura 62). Si tratta degli effetti delle ondate di calore, degli impatti sulle capacità di lavoro, delle malattie infettive trasmissibili e della sicurezza alimentare. La comprensione che il clima che cambia è ormai un problema centrale per la salute dell'uomo è un passaggio obbligato perché sia possibile fornire una risposta adeguata per livello e per rapidità e per far sì che le professioni sanitarie assumano appieno l'onere di questa sfida.

L'impatto delle ondate di calore⁵² è aumentato costantemente dal 1990 in ogni regione, con 157 milioni di persone in più esposte a eventi termici estremi nel 2017 rispetto al 2000 e un'esposizione media per persona aumentata di 1-4 giorni all'anno nello stesso periodo. Nel 2017 gli eventi sono stati 18 milioni in più rispetto al 2016. È dimostrato che

Figura 62 Popolazione e territori impattati dal riscaldamento estivo



Fonte: The Lancet, 2018

il 68% di tutti gli eventi estremi è stato reso più probabile o più severo dai cambiamenti climatici antropogenici. Il 43% di questi eventi sono ondate di calore, il 17% siccità e il 16% piogge violente o alluvioni. In relazione alla grave ondata di calore del 2003 in Europa, che ha causato 70.000 morti, c'è una stima che attribuisce 506 dei 735 decessi di Parigi, e 64 dei 315 a Londra, ai cambiamenti climatici che hanno aggravato quel fenomeno.

Le popolazioni in Europa e nel Mediterraneo orientale sono particolarmente a rischio, con il 42 e il 43% delle persone over 65 vulnerabile all'esposizione al caldo e quindi a cause di morbilità e mortalità come stress termico, malattie cardiovascolari e malattie renali. Sono particolarmente vulnerabili gli individui portatori di malattie cardiovascolari, diabete, malattie respiratorie croniche e quelli che vivono in aree urbane. In tutte le regioni del mondo, la proporzione di popolazione vulnerabile all'esposizione alle ondate di calore è in aumento. Nei Paesi a reddito medio-basso (Lmic), a fronte dell'aumento termico si evidenzia un'accelerazione delle malattie non infettive, in particolare nel Sud-Est asiatico, dove la vulnerabilità è aumentata del 3,5% dal 1990. Alcuni studi riportano che l'ondata record di calore che ha colpito il Giappone per un mese nell'estate del 2018 con 1.032 morti non avrebbe potuto essere così grave senza il global warming⁵³. Nel 2017, anche se l'aumento della temperatura media globale rispetto al 1986-2005 è stato di 0,3°C, l'aumento dell'esposizione umana alla temperatura, cioè l'aumento della temperatura in zone popolate, è stato di 0,8°C, più del doppio.

Scriviamo queste note nel mese di giugno e luglio 2019 mentre in Spagna, Francia, Germania e Italia del nord è in atto un'ondata di calore senza precedenti: "Hell is coming", secondo la stampa spagnola.

Piccoli cambiamenti di temperature e precipitazioni possono portare a grandi cambiamenti nella facilità di trasmissione di importanti malattie veicolate da vettori biologici⁵⁴ e dall'acqua. La mortalità causata da due malattie particolarmente sensibili al clima, la febbre dengue e il melanoma cutaneo maligno, è in costante aumento. I cambiamenti climatici interagiscono direttamente e indirettamente con un'ampia varietà di processi patologici e agiscono come moltiplicatori per molte delle attuali criticità della salute pubblica.

Per i vettori della dengue⁵⁵ il 2016 è stato l'anno peggiore mai registrato: la capacità vettoriale globale per la trasmissione del virus è stata la più alta mai rilevata, in aumento dal 9,1% all'11,1% per le varie specie sopra la linea di base degli anni '50. La capacità vettoriale è una misura della capacità dei portatori biologici di trasmettere un agente patogeno a un ospite. Rispetto agli anni '50, i cambiamenti climatici hanno aumentato la capacità vettoriale globale per i virus della dengue dal 7,8 al 9,6% in media nel 2011-2016. Le previsioni suggeriscono che questo aumento per i vettori dengue procederà al passo con le emissioni dei gas a effetto serra, ma i contributi della globalizzazione e dell'aumentata mobilità del vettore sono altrettanto rilevanti. Esaminando le aree ad alto rischio, la regione baltica ha avuto un aumento del 24% sulla zona costiera per le epidemie da vibrione del colera e, nel 2016, gli altipiani dell'Africa sub-sahariana hanno visto un aumento del 27,6% della trasmissione della malaria dal dato di base del 1950.

L'aumento delle migrazioni

Nel saggio della Banca mondiale del 2018⁵⁶ si calcola che, senza concrete azioni di mitigazione climatica e di sviluppo sostenibile, più di 143 milioni di persone, il 2,8% della popolazione delle aree più colpite (Sud Est asiatico, Africa subsahariana e America latina), potrebbero essere costrette a spostarsi all'interno dei propri Paesi per sfuggire agli impatti a lungo termine dei cambiamenti climatici. Migreranno da aree meno vitali con una minore disponibilità di acqua e minore produttività agricola e da aree soggette all'innalzamento del livello del mare e alle mareggiate. I più poveri e i più vulnerabili saranno i più colpiti. Il rapporto rileva che la migrazione interna di origine climatica probabilmente aumenterà fino al 2050 e quindi, con gli attuali trend, accelererà. L'attenzione agli impatti climatici a lenta crescita piuttosto che agli eventi a insorgenza rapida come inondazioni e uragani porta a una stima inferiore del probabile impatto complessivo dei cambiamenti climatici sulla migrazione.

La migrazione è una strategia istintiva per la sopravvivenza. L'impatto dei cambiamenti climatici rappresenterà una delle maggiori minacce per le persone, gli ecosistemi e gli obiettivi di sviluppo nei

prossimi decenni (Ippc Ar5). Il cambiamento climatico intensificherà il degrado ambientale e i rischi naturali in molte regioni⁵⁷ assieme ad altri fattori di stress come l'inquinamento e il sovrasfruttamento delle risorse⁵⁸, che colpiscono una popolazione mondiale in rapida crescita e in rapida urbanizzazione. Milioni di persone non saranno in grado o non vorranno spostarsi da aree di stress ambientale, rimanendo bloccate nel degrado.

Le migrazioni non facevano parte dei target di sviluppo del millennio (Mdg), ma gli obiettivi di sviluppo sostenibile del 2030 (Sdg) prevedono un target esplicito, il 10.7, inteso a facilitare una migrazione ordinata, sicura e responsabile. La Convenzione quadro sul clima, la Unfccc, anno dopo anno, riconosce la migrazione come una strategia di adattamento al clima e almeno 44 su 162 Ndc, circa il 27% di tutte le comunicazioni nazionali (principalmente da Africa, Asia Pacifico e Oceania) si riferiscono alla migrazione nelle sue varie forme. Ma mentre l'attenzione è in aumento manca la capacità di integrare il fenomeno migratorio nelle politiche e nella pianificazione dello sviluppo a lungo termine.

Nel 2016 si sono contati 24,2 milioni di nuovi spostamenti interni provocati da eventi estremi improvvisi come inondazioni e cicloni che hanno fatto migrare una media di oltre 26 milioni di persone all'anno tra il 2008 e il 2015⁵⁹. Il numero di migranti interni in tutto il mondo nel 2013 è stato prudenzialmente stimato in 740-763 milioni, almeno

tre volte in più rispetto a chi è andato oltre i confini. Nel 2016 questa proporzione è di circa il doppio.

La popolazione mondiale cresce attualmente dell'1,1% all'anno, 83 milioni di persone, e dovrebbe raggiungere i 10 miliardi nel 2050 quando le popolazioni dei 47 Paesi meno sviluppati raddoppieranno⁶⁰. Entro il 2050, due terzi della popolazione globale si prevede che vivrà nelle aree urbane e 2,5 miliardi di persone vivranno nelle città in Asia e Africa. Secondo l'Ippc, il cambiamento climatico aggiungerà a queste tendenze un gran numero di migranti climatici interni con flussi sconosciuti nella storia a causa dell'intensità e delle dimensioni degli impatti ambientali sulle comunità e sugli ecosistemi. Colpirà in modo sproporzionato i Paesi e le comunità più povere perché le loro risorse per affrontare i rischi sono scarse e molte di esse dipendono da beni e servizi ecosistemici sempre più minacciati. La maggior parte delle migrazioni relative ai cambiamenti ambientali nei due decenni passati è avvenuta in Paesi non Ocse e circa il 97% per cento degli sfollati agli eventi estremi a insorgenza rapida nel periodo 2008-2013 è stato nei Paesi a reddito medio-basso.

La dimensione del fenomeno non può essere sottovalutata: le previsioni e le proiezioni plausibili per la futura migrazione climatica, benché scarse e relativamente attendibili, parlano di 200 o 300 milioni di persone sfollate dal cambiamento del clima in tutto il mondo entro il 2050.

Note

- ¹ Edo Ronchi, 2018, *La transizione alla green economy*, Edizioni Ambiente, Milano
- ² Unep, 2008, *The Green economy Initiative*, lanciata il 22 ottobre 2008 a Londra con fondi Ec, Germania e Norvegia, in: <https://unep.ch/etb/publications/Green%20Economy/GER%20Preview%20v2.0.pdf>
- ³ Fondazione per lo sviluppo sostenibile, 2012-2018, *Rapporti annuali sulla green economy*, disponibili in: <http://www.statigenerali.org/documenti>
- ⁴ Ocse, 2011, *Towards Green Growth*, OECD Green Growth Studies, OECD Publishing, Paris, in: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264111318-en>
- ⁵ Ocse, 2017, *Green growth indicators 2017*, OECD Publishing, Paris, in: <http://dx.doi.org/10.1787/9789264268586-en>
- ⁶ Kate Raworth, 2017, *L'economia della ciambella*, Edizioni Ambiente, Milano
- ⁷ <http://www.stockholmresilience.org/research/planetary-boundaries.html>
- ⁸ Vox, 2019, *The global transition to clean energy, explained in 12 charts: Despite all the progress, we're still struggling to hit the climate emergency brake*, in: <https://www.vox.com/energy-and-environment/2019/6/18/18681591/renewable-energy-china-solar-pv-jobs>
- ⁹ Enerdata, 2019, *Global energy trends*, in: <https://www.enerdata.net/publications/reports-presentations/world-energy-trends.html>
- ¹⁰ Irena, 2019, *Global energy transformation: A roadmap to 2050 (2019 edition)*, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi, in: www.irena.org/publications
- ¹¹ Ren21, 2019, *Renewables 2019. Global Status Report*, Paris, Ren21 Secr.: <http://www.ren21.net/gsr-2019/>
- ¹² Ritchie, Roser, 2019, *Renewable Energy*, OurWorldInData, in: <https://ourworldindata.org/renewable-energy>
- ¹³ Bloomberg, 2019, *New Energy Outlook*, in: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/>
- ¹⁴ Bloomberg, 2019, *The world is spending the least on clean energy in six years*, in: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-07-10/the-world-is-spending-the-least-on-clean-energy-in-six-years>
- ¹⁵ T. Federico, 2015, *I fondamenti dell'economia circolare*, Fondazione per lo Sviluppo sostenibile, in: <http://www.comitatoscientifico.org/temi%20SD/documents/Green%20economy/FEDERICO%20Appunti%20di%20economia%20circolare%20250315.pdf>
- ¹⁶ Ellen Mc Arthur Foundation, 2015, *Towards the circular economy*, Vol. I, (Vedere anche i voll. II e III), in: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf>
- ¹⁷ Wef, Unep, 2019, *Platform for Accelerating the Circular Economy*, in: <https://www.weforum.org/projects/circular-economy/>
- ¹⁸ Unep, 2016, *Global Material Flows and Resource Productivity*, An Assessment Study of the UNEP International Resource Panel, IRP
- ¹⁹ UN Environment, 2018. *Global Material Flows Database*. www.resourcewatch.org
- ²⁰ Il problema è stato trattato nelle *Relazioni sullo stato della Green economy 2017 e 2018* che si trovano in: <http://www.statigenerali.org/documenti/>
- ²¹ Who, 2016, *Ambient Air Quality and Health*, World Health Organization, Geneva, www.who.int/mediacentre/factsheets/fs313/en?
- ²² Gbd, 2015, *Global Burden of Disease Study 2015 Results*, Institute for Health Metrics and Evaluation, Seattle, United States, <http://ghdx.healthdata.org/gbd-results-tool>
- ²³ Ocse, 2016, *The Economic Consequences of Outdoor Air Pollution*, OECD Publishing, Paris, <http://dx.doi.org/10.1787/9789264257474-en>.
- ²⁴ *Il documento di decisione e l'Accordo di Parigi*, traduzione a cura del Comitato scientifico della Fondazione per lo sviluppo sostenibile, in: <http://www.comitatoscientifico.org/temi%20CG/documents/II%20Patto%20di%20Parigi%20finale.pdf>
- ²⁵ <https://unfccc.int/>
- ²⁶ Le Quéré C. et al, 2018, *Global Carbon Budget 2018*, Earth Syst. Sci. Data accepted, <https://doi.org/10.5194/essd-2018-120>
- ²⁷ Corinne Le Quéré et al., 2018, *Global Carbon Budget 2018*, Earth Syst. Sci. Data, 10, 2141–2194, 2018, <https://doi.org/10.5194/essd-10-2141-2018>
- ²⁸ Liu, Z. et al., 2018, *New dynamics of energy use and CO₂ emissions in China*, Nature, in: <https://arxiv.org/abs/1811.09475>
- ²⁹ Global Greenhouse Gas Reference Network, 2019, *Trends in Atmospheric Carbon dioxide*, <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/>
- ³⁰ Li, W. Et al., 2017, *Land-use and land-cover change carbon emissions between 1901 and 2012 constrained by biomass observations*, Biogeosciences, 14, 5053–5067, in: <https://doi.org/10.5194/bg-14-5053-2017>, 2017
- ³¹ Iisd, 2008, *Embodied Carbon in Traded Goods*, Trade and Climate Change Seminar June 18–20, 2008 Copenhagen, Denmark
- ³² Ocse, 2019, *Carbon dioxide embodied in international trade*, OECD Structural Analysis Statistics: output database in: <http://www.oecd.org/sti/ind/carbondioxideemissionsembodiedininternationaltrade.htm>
- ³³ Ippcc, 2012, *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*, Special Report SREX
- ³⁴ Munich RE, 2019, *The natural disasters of 2018. Losses in 2018 dominated by wildfires and tropical storms*, in: <https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/natural-disasters/the-natural-disasters-of-2018-in-figures.html>; *Climate change overview*, in: <https://www.munichre.com/topics-online/en/climate-change-and-natural-disasters/climate-change.html>

- ³⁵ Ippc AR5 WG II, 2014, AR5 Climate Change 2014
- ³⁶ Ipbes, *Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*, 2019, Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services, disponibile per capitoli in: <https://www.ipbes.net/global-assessment-report-biodiversity-ecosystem-services>
- ³⁷ Ronchi E., 2019, *La perdita di biodiversità mette a rischio lo sviluppo dell'intero pianeta*, Huffington Post Blog, in: https://www.huffingtonpost.it/entry/la-perdita-di-biodiversita-mette-a-rischio-lo-sviluppo-dellintero-pianeta_it_5cfa35d8e4b06af8b506d4f3
- ³⁸ Teeb, 2010, *The socio-economic costs of biodiversity loss*, in: <http://teebweb.org/wp-content/uploads/2013/04/D0-Chapter-5-The-economics-of-valuing-ecosystem-services-and-biodiversity.pdf>
- ³⁹ Sarahi Nunez et al., 2019, *Assessing the impacts of climate change on biodiversity: is below 2°C enough?*, Climatic Change, Volume 154, Issue 3–4, pp 351–365, Springer, in: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10584-019-02420-x>
- ⁴⁰ Convention on Biological Diversity, Cbd, 2019, *Biodiversity and the 2030 Agenda for sustainable development*. Technical note, Secretariat of the Cbd, Montréal, in: <https://www.cbd.int/development/doc/biodiversity-2030-agenda-technical-note-en.pdf>
- ⁴¹ Unccd, 2013, *Economic and Social Impacts of Desertification, Land Degradation and Drought*, White Paper I of the Global Risk Forum, GRF, Davos
- ⁴² Iucn, 2015, Land degradation and climate change. *The multiple benefits of sustainable land management in the drylands*, Comunicato alla COP 21 di Parigi, in: https://www.iucn.org/sites/dev/files/import/downloads/land_degradation_issues_brief_cop21_031215.pdf
- ⁴³ Unccd, 2015, *Climate change and desertification: Anticipating, assessing and adapting to future change in drylands*, Impulse Report for 3rd UNCCD Scientific Conference, Cancùn, Mexico in: <http://www.idaea.csic.es/sites/default/files/Climate%20change%20and%20desertification.pdf>
- ⁴⁴ Ippc, 2017, *Special Report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems (SR2)*, in: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/07/sr2_background_report_final.pdf
- ⁴⁵ S.B. Roy et al., 2012. *Projecting water withdrawal and supply for future decades in the US under climate change scenarios*, Environ. Sci. Technol. 46, pp. 2545–56.
- ⁴⁶ NY Times, 2019, *India's Terrifying Water Crisis*, n. del 15 luglio 2019
- ⁴⁷ UN, 2019, *World Water Development Report. Leaving no one behind*, in: <https://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019/>
- ⁴⁸ Jevrejeva S., 2018, *Flood damage costs under the sea level rise with warming of 1.5 °C and 2 °C*, Environmental Research Letters, Volume 13, Number 7m, in: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aacc76>
- ⁴⁹ Doerr et al., 2016, *Global trends in wildfire and its impacts: perceptions versus realities in a changing World*, Phil. Trans. R. Soc. B 371: 20150345, in: <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2015.0345>
- ⁵⁰ Peter Howard, 2014, *Flammable Planet: Wildfires and the Social cost of carbon*
- ⁵¹ Westerling et al., 2006, *Warming and earlier spring increase western US forest wildfire activity*, Science 313, pp. 940–43.
- ⁵² Robine J.M. et al, 2008, *Death toll exceeded 70,000 in Europe during the summer of 2003*, in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1631069107003770#!>
- ⁵³ The Meteorological Society of Japan, 2019, *The July 2018 high temperature event in Japan could not have happened without human-induced global warming*, Scientific Online Letters on the Atmosphere, Vol.15A, 8-11(TBA), in: https://www.jstage.jst.go.jp/article/sola/advpub/0/advpub_15A-002/_pdf-char/ja
- ⁵⁴ L. H V Franklinos et al, 2018, *The effect of global change on mosquito-borne disease*, Lancet Infect Dis., in: [http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099\(19\)30161-6](http://dx.doi.org/10.1016/S1473-3099(19)30161-6)
- ⁵⁵ Jane P. Messina et al., 2019, *The current and future global distribution and population at risk of dengue*, Nature Microbiology, in: <https://www.nature.com/articles/s41564-019-0476-8>
- ⁵⁶ World Bank, 2018, *Groundswell: Preparing for Internal Climate Migration*
- ⁵⁷ Unep, 2016, *Loss and Damage: The Role of Ecosystem Services*. Nairobi, Kenya, in: <http://collections.unu.edu/view/UNU:5614>
- ⁵⁸ Olsson et al., 2014, *Livelihoods and Poverty*, Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and vulnerability, Part A: Global and Sectoral Aspects, Contribution of WG II to the IPCC AR5, Cambridge University Press, pp. 793–832
- ⁵⁹ Idmc, Internal Displacement Monitoring Centre, 2017, *Global Report on Internal Displacement-GRID 2017*, Geneva, in: <http://www.internal-displacement.org/global-report/grid2017/pdfs/2017-grid.pdf>
- ⁶⁰ UN Desa, 2017, *World Population Prospects - Key Findings & Advance Tables - 2017 Revision*, New York, in: https://esa.un.org/unpd/wpp/publications/files/wpp2017_keyfindings.pdf La nuova edizione degli Stati Generali della Green Economy mette al centro il green new deal. Ecomondo, che Italian Exhibition Group organizza anche nel 2019 alla fiera di Rimini dal 5 all'8 novembre, incornicia l'atteso evento di apertura con una proposta che fotografa lo sforzo delle imprese e delle Amministrazioni per rispondere ad una domanda di mutazione radicale rispetto all'attuale stile di vita che mette a rischio il futuro del pianeta.



ECOMONDO

Organized by
**ITALIAN
EXHIBITION
GROUP**
Providing the future

La nuova edizione degli Stati Generali della Green Economy mette al centro il green new deal. Ecomondo, che Italian Exhibition Group organizza anche nel 2019 alla fiera di Rimini dal 5 all'8 novembre, incornicia l'atteso evento di apertura con una proposta che fotografa lo sforzo delle imprese e delle Amministrazioni per rispondere ad una domanda di mutazione radicale rispetto all'attuale stile di vita che mette a rischio il futuro del pianeta.

L'osservatorio è privilegiato: Ecomondo e Key Energy, sul fronte delle energie rinnovabili, hanno consolidato il loro ruolo di riferimento, la capacità di rappresentare non solo l'innovazione e la tecnologia disponibili, e hanno generato fondamentali occasioni di confronto per orientare le scelte strategiche. Ma soprattutto, perché è il mestiere fondamentale di una fiera, hanno garantito occasioni di business alle imprese e la tessitura di rapporti commerciali all'insegna dell'internazionalità.

Così, con questi macro obiettivi, Italian Exhibition Group – da giugno scorso quotata sul Mercato Telematico Azionario organizzato e gestito da Borsa Italiana SpA - ha disegnato una nuova edizione delle due fiere di caratura europea, già piattaforme di contenuti commerciali e del sapere più avanzati.

Saranno le 'Beacon Conferences', gli eventi faro, a tracciare il solco principale dei contenuti scientifici di Ecomondo 2019, consapevoli che il processo che conduce all'economia circolare è in via di definizione e adozione nei diversi continenti, ma anche che è necessario mantenere una visione a lungo termine che solo un luogo d'incontro e di condivisione come Ecomondo può garantire.

Partecipano a questa ribalta tutti i grandi protagonisti della green economy. Il quartiere è sold out e la domanda di spazi cresce ogni anno, a testimonianza della centralità della manifestazione. Anche quest'anno sarà massiccia la presenza della Commissione UE, con l'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) che da due anni ha scelto Ecomondo per comunicare al mercato italiano.

Oltre al contributo al dibattito europeo sui principali temi dell'ambiente e particolarmente in relazione alla strategia comunitaria per l'area mediterranea, la Commissione organizza sessioni informative sulle opportunità europee di finanziamento.

Altra presenza strategica ad Ecomondo, da 23 anni, quella del Ministero dell'Ambiente, anch'esso protagonista nella comunicazione delle principali azioni e strategie, con un intenso programma di educazione ambientale dedicato in particolare al tema cruciale della riduzione della plastica dagli oceani.

Si aggiungono enti, centri di ricerca, tutti coloro che forniscono contenuti e risposte alle domande sostenute da una green economy sempre più diffusa. Le quattro giornate di Ecomondo e Key Energy, introdotte dall'attesissima nuova edizione degli Stati Generali della Green Economy, saranno una risposta piena, internazionale e all'insegna del business per tutti coloro che saranno presenti.

www.ecomondo.it

www.keyenergy.it



Acea è una delle principali *multiutility* italiane attiva nella gestione e nello sviluppo di reti e servizi nei *business* dell'acqua, dell'energia e dell'ambiente.

Quotata in Borsa nel 1999, oggi è il primo operatore nazionale nel **settore idrico** con circa 9 milioni di abitanti serviti nel Lazio, Toscana, Umbria e Campania dove gestisce il servizio idrico integrato. Acea è presente anche all'estero in America Latina, con oltre 4 milioni di persone servite.

Da sempre attenta alla tutela dell'acqua, Acea da tempo mette in atto strategie per fronteggiare le criticità dovute ai cambiamenti climatici. Sin dalla crisi idrica 2017, grazie a un'importante azione di monitoraggio e bonifica della rete sono stati recuperati oltre 2.700 l/s di risorsa idrica. Inoltre l'attivazione di 87 cassette dell'acqua, nel solo Lazio – con oltre 62 milioni di litri d'acqua erogati – ha prodotto il risparmio di 385 tonnellate annue di plastica. Negli ultimi due anni l'azienda ha posto anche le basi per la realizzazione della seconda linea dell'Acquedotto del Peschiera, opera fondamentale per la sicurezza dell'approvvigionamento idrico di Roma.

Acea è poi tra i principali *player* italiani dell'**energia** con circa 7 TWh di elettricità venduta e nelle reti con circa 10 TWh di elettricità distribuita nella città di Roma. Tra le altre attività, la produzione di energia, essenzialmente da fonti rinnovabili, l'illuminazione pubblica e artistico-monumentale.

Da oltre 10 anni Acea è attiva anche nel **Waste Management**. Attualmente si conferma tra i principali *player* nazionali con oltre un milione di tonnellate di rifiuti trattati all'anno e 389,7 GWh di elettricità prodotta (WTE) da termovalorizzazione e 19 GWh da Biogas.

Operatore di riferimento per l'Italia Centrale, Lazio, Toscana e Umbria, ma presente anche in Valle D'Aosta e in Piemonte, dispone di diversi **asset** industriali per le attività di smaltimento, recupero e selezione delle plastiche, termovalorizzazione, compostaggio e biogas, trattamento fanghi e rifiuti liquidi e lavorazione degli scarti da siero di latte.

I principi ispiratori che guidano tutte le attività dell'Area Ambiente del Gruppo Acea sono basati sul fondamentale concetto di "sviluppo sostenibile".

L'innovazione tecnologica, impiantistica e di processo viene declinata secondo le linee guida strategiche del **Piano Industriale 2019-2022**, basate su quattro pilastri fondamentali: una crescita industriale focalizzata su sviluppo infrastrutturale e approccio "*service-based*" al cliente; attenzione al Territorio; forte sviluppo tecnologico, sempre accompagnato da un particolare focus sulla qualità e sull'innovazione; maggiore efficienza operativa basata su logiche di *performance improvement*.

gruppo.aceait



CONAI, Consorzio Nazionale Imballaggi, **è un consorzio privato senza fini di lucro** costituito dai produttori e utilizzatori di imballaggi, con la finalità di perseguire gli obiettivi di recupero e riciclo dei materiali di imballaggio previsti dalla legislazione europea e recepiti dalla normativa italiana.

CONAI ha segnato il passaggio da un sistema di gestione basato sulla discarica ad un sistema integrato, che si basa sulla prevenzione, sul recupero e sul riciclo dei materiali da imballaggio. Il sistema consortile costituisce in Italia un modello di **gestione da parte dei privati di un interesse di natura pubblica**: la tutela ambientale, in un'ottica di responsabilità condivisa tra imprese, pubblica amministrazione e cittadini, che va dalla produzione dell'imballaggio alla gestione del fine vita dello stesso.

CONAI, che opera con i Comuni in base a specifiche convenzioni, rappresenta per i cittadini la **garanzia** che i materiali provenienti dalla raccolta differenziata trovino pieno utilizzo attraverso corretti processi di recupero e riciclo.

Circa 800.000 imprese consorziate versano un contributo ambientale che rappresenta la forma di finanziamento grazie al quale CONAI sostiene gli oneri economici necessari al raggiungimento degli obiettivi di legge di riciclo e recupero dei rifiuti di imballaggio.

A fronte di un immesso al consumo pari a **13,3 milioni di tonnellate** (+0,8% sull'anno precedente), **sono stati riciclati 9,3 milioni di tonnellate** di imballaggi usati, il **69,7% dell'immesso** (era il 67,1% nel 2017).

I rifiuti di provenienza urbana avviati a riciclo sono aumentati del 6% rispetto all'anno precedente.

In altre parole, **vengono recuperati oltre 4 imballaggi su 5** (erano 1 su 3 nel 1998).

CONAI indirizza l'attività e garantisce i risultati di recupero dei sei Consorzi dei materiali: **acciaio** (Ricrea), **alluminio** (Cial), **carta/cartone** (Comieco), **legno** (Rilegno), **plastica** (Corepla), **vetro** (Coreve).

conai.org



Enel è un'impresa multinazionale dell'energia e uno dei principali operatori integrati globali nei settori dell'elettricità e del gas. È la più grande utility europea in termini di capitalizzazione di mercato e figura tra le principali società energetiche europee in termini di capacità installata ed EBITDA reported. Il Gruppo è presente in 34 paesi nel mondo nei 5 continenti, producendo energia con oltre 90 GW di capacità gestita. Enel distribuisce energia elettrica e gas attraverso una rete di circa 2,2 milioni di chilometri e, con quasi 73 milioni di clienti aziendali e domestici a livello mondiale, il Gruppo vanta la più grande base clienti tra i concorrenti europei.

Il gruppo Enel è composto da circa 69mila persone, uomini e donne di tutto il mondo il cui prezioso lavoro si basa sui valori di Responsabilità, Innovazione, Fiducia e Proattività e insieme si naviga nella stessa direzione: essere "Open Power" per affrontare alcune delle più grandi sfide del mondo.

Enel è impegnata a contribuire a 6 dei 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile dell'Onu: l'accesso all'energia, il sostegno all'educazione, il contributo allo sviluppo socio-economico delle comunità in cui operiamo, la promozione dell'innovazione, dell'industrializzazione responsabile e di infrastrutture resilienti, la creazione di città e comunità sostenibili, la lotta al cambiamento climatico. L'azienda gestisce un parco centrali molto diversificato: idroelettrico, eolico, geotermico, fotovoltaico, termoelettrico, nucleare e altre fonti rinnovabili. Quasi la metà dell'energia elettrica prodotta dal Gruppo è priva di emissioni di anidride carbonica, rendendolo uno dei principali produttori di energia pulita. Grazie alla sua presenza globale, Enel è perfettamente posizionata per fornire energia in tutto il mondo.

Il Gruppo gestisce circa 44 GW di capacità installata proveniente da impianti idrici, eolici, geotermici, fotovoltaici e cogenerazione in Europa, nelle Americhe, in Asia e in Africa e Oceania. Fra le società operanti nel settore delle rinnovabili a livello mondiale, Enel presenta il più alto livello di diversificazione tecnologica.

Enel è stata la prima nel mondo a sostituire i tradizionali contatori elettromeccanici, presenti in Italia, con gli smart meters: i moderni contatori elettronici che consentono la lettura dei consumi in tempo reale e la gestione a distanza dei contratti. Un innovativo sistema di misurazione che è indispensabile per lo sviluppo delle reti intelligenti, delle *smart cities* e della mobilità elettrica.

Nel 2018 Enel ha prodotto complessivamente 250 TWh di elettricità, ha distribuito sulle proprie reti 485 TWh e ha venduto 295 TWh. Ha conseguito ricavi per 75,7 miliardi di euro e l'EBITDA ordinario si è attestato a 16,2 miliardi di euro, vendendo inoltre 11,2 miliardi di m³ di gas.

enel.com



Il Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane è impegnato nell'integrazione dei principi della sostenibilità in tutte le attività di *business*, dalle più strategiche alle più operative.

Il settore dei trasporti può giocare un ruolo chiave nella ridefinizione sostenibile dell'economia attraverso un bilanciamento dei sistemi di mobilità. Per questo il Gruppo FS ha intrapreso un percorso nel quale la capacità di generare valore si fonda sull'attenzione costante al patrimonio umano, sul progressivo rafforzamento delle competenze distintive, sulla innovazione tecnologica e sul rispetto dell'ambiente.

Considerando la qualità dell'ambiente, in particolare, un valore imprescindibile per la propria strategia, il Gruppo FS lavora quotidianamente per contribuire alla riduzione dell'impronta ecologica del settore dei trasporti.

La tutela dell'ambiente impegna attivamente il Gruppo FS Italiane dalla progettazione fino all'esercizio delle attività di trasporto: processi e attività sono soggetti ad analisi iterative di miglioramento volte a limitare gli impatti negativi sul capitale naturale, prestando particolare attenzione alle emissioni climalteranti e inquinanti, ai consumi energetici e idrici nonché al degrado del suolo.

Per tradurre in impegni specifici il proprio profilo strategico, è stato avviato nel 2018 un processo di consultazione degli stakeholder (istituzioni, associazioni, membri della comunità scientifica,...) che ha portato alla definizione dei primi tre obiettivi al 2050 del Gruppo FS, in ambito mobilità sostenibile (passeggeri: 15% modal shift, rispetto al 2015, da auto privata a modalità pubblica e dolce; merci: 50% trasporto su gomma, 50% su ferro), energia ed emissioni (carbon neutrality) e sicurezza (best in class in Europa: vision incidenti mortali zero).

Il Gruppo FS ha sperimentato con successo anche gli strumenti della finanza sostenibile, emettendo due green bond (uno nel 2017 e uno nel 2019) per l'acquisto di treni regionali, Alta Velocità e merci. Gli investimenti sui nuovi mezzi, e in generale le politiche di acquisto, considerano infatti sempre più caratteristiche di efficienza energetica e requisiti ambientali. Il Frecciarossa 1000 è, per esempio, il primo treno ad alta velocità al mondo ad avere una Dichiarazione Ambientale di Prodotto, mentre i nuovi treni regionali Pop e Rock consentono una diminuzione dei consumi specifici di energia del 30% rispetto ai treni della generazione precedente.

Il Gruppo FS, consapevole di quanto le proprie decisioni possano incidere sulla qualità della vita delle persone e sugli equilibri naturali, ha intrapreso da tempo un percorso di cambiamento tanto profondo quanto irreversibile che sta già registrando importanti performance. Ed è solo l'inizio.



Snam è la principale utility del gas in Europa. Nata nel 1941 come Società Nazionale Metanodotti, da oltre 75 anni realizza e gestisce infrastrutture sostenibili e tecnologicamente avanzate che garantiscono la sicurezza energetica. Opera in Italia, Albania, Austria, Cina, Francia, Grecia e Regno Unito.

Prima in Europa per estensione della rete di trasporto (circa 32.600 km in Italia, oltre 41.000 con le partecipate internazionali) e capacità di stoccaggio (16,9 miliardi di metri cubi in Italia, oltre 20 con le partecipate internazionali), Snam gestisce il primo terminale di gas naturale liquefatto (GNL) realizzato in Italia. È inoltre azionista di Adriatic LNG, il principale rigassificatore del Paese e uno dei più strategici del Mediterraneo, e – tramite la consociata DESFA – dell'impianto greco di Revithoussa, per una capacità di rigassificazione complessiva pro quota di circa 6 miliardi di metri cubi annui.

Il suo modello di business è basato sulla crescita sostenibile, sulla trasparenza, sulla valorizzazione dei talenti e sullo sviluppo dei territori, in ascolto e costante dialogo con le comunità locali grazie anche alle iniziative sociali di Fondazione Snam. Con il nuovo progetto Snamtec, avviato nell'ambito del piano industriale 2018-2022, Snam ha impresso una forte accelerazione agli investimenti per la transizione energetica, puntando su iniziative di tecnologia, innovazione e R&D a supporto delle grandi reti nazionali e internazionali e dei business della *green economy*, come la mobilità sostenibile, il gas rinnovabile, l'idrogeno e l'efficienza energetica.

Snamtec: l'azienda energetica del futuro

Nell'ambito del piano strategico al 2022 è stato varato il progetto Snamtec (Tomorrow's Energy Company) a cui saranno destinati investimenti per € 850 milioni con l'obiettivo di accelerare la capacità innovativa di Snam e dei suoi asset per cogliere le opportunità offerte dall'evoluzione del sistema energetico. Il progetto è focalizzato su quattro aree:

- maggiore efficacia operativa (progetto "smart gas" per la manutenzione della rete con nuove tecnologie, ricorso a droni e satelliti per il monitoraggio degli asset, misurazione real-time dell'assetto geologico del territorio, efficienza energetica);
- investimenti per la transizione energetica (biometano, mobilità sostenibile, efficienza energetica, analisi degli impatti sulla rete dell'idrogeno e del mix idrogeno-gas naturale, studio di iniziative di power-to-gas);
- crescente attenzione all'innovazione e al rafforzamento delle competenze distintive;
- riduzione delle emissioni di metano (campagna di misura ed eliminazione delle emissioni, adozione delle migliori tecnologie disponibili, utilizzo di nuove apparecchiature a minore o nullo impatto ambientale).



La crisi climatica è oggi al centro del dibattito pubblico come mai in passato. Tema che la nostra Relazione esplora da anni e che questa quinta edizione ha scelto come filo conduttore.

A partire dallo studio "*Impatti economici dei cambiamenti climatici in Italia*", realizzato dall'European Institute on Economics and the Environment in collaborazione con la Fondazione per lo sviluppo sostenibile e Italy4Climate. Un contributo inedito per definire le ragioni della green economy per un green New Deal, riflettendo sui costi e gli investimenti necessari per affrontare la crisi climatica: questioni trascurate se non del tutto ignorate in Italia, pur essendo il nostro uno dei Paesi europei più esposti e vulnerabili.

Paradossalmente, negli ultimi quattro anni l'impegno per il clima si è affievolito in tutti i Paesi del continente. Non fa eccezione l'Italia, come si legge nella seconda parte della Relazione, che rinnova l'appuntamento con l'aggiornamento e l'analisi sullo stato della nostra green economy.

Le tematiche strategiche esaminate sono: emissioni di gas serra, efficienza e risparmio energetico, fonti rinnovabili, economia circolare, ecoinnovazione, agricoltura di qualità ecologica, territorio e capitale naturale, mobilità sostenibile, green city.

Infine, la terza parte continua a scattare istantanee sulla green economy nel mondo, i trend internazionali di rilievo e i progressi registrati, con particolare attenzione appunto alla crisi climatica e al cambiamento, troppo lento, del sistema energetico.

Con il supporto di

