

REPORT

Scenari climatici e valutazioni per l'impresa

Aprile 2023

Fondazione
Utilitatis pro acqua energia ambiente
Piazza Cola di Rienzo, 80/ A - 00192 Roma
Tel. (+39) 06 68300142

Indice

Prefazione

Sezione I | Scenari climatici

A cura di Silvio Gualdi

Introduzione.....	7
1. Clima, variabilità climatica e cambiamenti climatici.....	8
1.1 Clima e variabilità climatica	8
1.2 Cambiamenti climatici	12
1.2.1..... Cambiamenti di temperatura e precipitazione osservati a livello globale	
13	
1.2.2.....Cambiamenti di temperatura e precipitazione osservati nel bacino del Mediterraneo e sulla penisola italiana.....	16
1.2.3.....Cambiamenti di temperatura e precipitazione osservati nel bacino del Mediterraneo e sulla penisola italiana.....	17
2. Strumenti scientifici per studiare e prevedere il clima	21
2.1 Modelli climatici	21
2.2 Capacità dei modelli climatici di rappresentare il clima della Terra.....	22
2.3 Simulazione del clima del 20° secolo: cambiamento climatico e attività umane	23
3. Proiezioni di cambiamento climatico.....	25
3.1 Scenari di forzanti climatici antropogenici.....	26
3.2 Proiezioni di cambiamento climatico globali.....	29
3.3 Proiezioni di cambiamento climatico per il bacino Mediterraneo e la Penisola Italiana.....	34
4. Le previsioni climatiche.....	39
4.1 Come si fanno le previsioni climatiche	41
4.2 Skill delle previsioni climatiche stagionali globali e per il bacino del Mediterraneo	
44	
4.3 Esempi di possibile utilizzo delle previsioni stagionali	47
5. Sommario e Conclusioni.....	48

5.1 Cambiamento climatico a livello globale	49
5.2 Cambiamento climatico nel Mediterraneo e sulla penisola italiana	51
Sitografia	55
Bibliografia	58

Sezione II | Impatto sulle imprese del cambiamento climatico: dalla maggiore disclosure alle opportunità del mercato finanziario

A cura di Massimo Buongiorno e Saverio Maria Bratta

Introduzione.....	61
1. Le voci reddituali, patrimoniali e finanziarie impattate dal cambiamento climatico 62	
1.1 Una mappa logica di riferimento	62
1.2 L’impatto del cambiamento climatico sul conto economico.....	67
1.2.1 La struttura dei costi	68
1.2.2 L’impatto sui ricavi	70
1.3 L’impatto sullo stato patrimoniale.....	71
1.3 L’impatto sulla dinamica dei flussi finanziari	72
2. La disclosure di sostenibilità e dei rischi e opportunità legate al cambiamento climatico	75
2.1 La Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD)	77
2.2 La direttiva 95/2014 e gli orientamenti applicativi	83
2.3 La CSRD del novembre 2022	93
2.4 Il ruolo degli standard setter: dalle prime indicazioni agli ESRS ed ai principi ISSB 97	
2.4.1 I principi emanati dall’EFRAG.....	100
2.4.2 I principi emanati dall’IFRS Foundation	113
2.4.3 Un tentativo di sintesi	123
3. Finanza, sostenibilità e cambiamento climatico: il mercato del debito.....	128
3.1 Il mercato del debito “sostenibile”	129
3.1.1 Un focus sui Sustainability-linked bond (SLB)	133
3.2 Il ruolo del rating ESG	135
3.2.1 I vantaggi del rating ESG e il limite della “divergenza”	135
3.3 Il ruolo della sostenibilità nella politica del credito a livello europeo	139
Sitografia	142

PREFAZIONE

Il cambiamento climatico costituisce ormai da tempo un argomento di ampio interesse sul piano ambientale e sociale. In generale, possiamo dire che esso rappresenta un problema economico: è un'esternalità globale, inter-temporale e rappresenta una grande sfida per tutti. Questo lavoro è nato dall'esigenza di accrescere la consapevolezza della rilevanza degli impatti del cambiamento climatico per le imprese e in particolare per quelle che operano nei settori dell'energia, dell'acqua e dell'ambiente. Il primo rapporto è stato presentato nell'Aprile del 2021. Da allora si sono registrati degli eventi che richiedono un significativo aggiornamento di alcune parti mentre per altre si tratta solamente di integrare quanto già presente con ulteriori approfondimenti. Il lavoro del secondo rapporto è costituito anch'esso da due studi, logicamente consequenziali. Il primo fornisce le principali conoscenze di base relative al clima, i suoi cambiamenti, gli strumenti che utilizziamo per esplorarli e quello che tali strumenti permettono di anticipare circa i possibili stati climatici futuri del pianeta. Parallelamente alle estreme conseguenze ambientali e sociali, il cambiamento climatico modifica le variabili di base sulle quali i sistemi aziendali sono progettati e modella un nuovo contesto operativo. In questo contesto, il secondo studio del Rapporto riguarda le valutazioni per l'impresa e più in particolare gli effetti del cambiamento climatico sui risultati delle imprese. Per quanto riguarda la struttura dei costi, il cambiamento climatico incide sui prezzi delle fonti di approvvigionamento: incrementa i costi di manutenzione ordinaria e gli ammortamenti, per effetto della minore vita utile delle immobilizzazioni. Non mancano, inoltre, neanche gli effetti finanziari del cambiamento climatico: già adesso si sta assistendo ad un riequilibrio del portafoglio degli investitori, che tenderanno sempre più sia ad allontanarsi da quelle società che si mostreranno restie a fornire disclosure adeguate ai rischi climatici, e sia ad operare scelte di investimento più etiche.

Con particolare riferimento alla disclosure si nota un pregressivo rafforzamento delle richieste normative che merita di essere analizzato in dettaglio.

Questo studio evidenzia come gli effetti del cambiamento climatico riguardano non solo aspetti globali ma anche i risultati economici e finanziari delle aziende, con particolare riferimento alle utilities.

A large orange triangle pointing downwards from the top-left corner, covering the upper right portion of the page.

SEZIONE I

Scenari climatici

Introduzione

Esistono innumerevoli esempi che ben illustrano l'influenza che il clima della Terra e la sua variabilità hanno sull'ambiente nel quale viviamo e lavoriamo. Praticamente tutti i paesi, in tutti i continenti del Pianeta, vedono la crescita e la stabilità delle proprie società fortemente influenzate dai mutamenti delle condizioni meteo-climatiche e dagli impatti che queste hanno sui più diversi e cruciali settori, dalla salute alla finanza, dalla gestione delle risorse naturali alla pianificazione delle infrastrutture, dalla produzione di cibo alla gestione di eventi catastrofici.

Spesso i decisori politici ed economici hanno poca dimestichezza con gli strumenti (modelli, informazioni e dati) che la scienza ha sviluppato negli ultimi anni e può mettere a disposizione per migliorare i processi decisionali, riducendo al minimo gli impatti negativi che mutate condizioni meteo-climatiche potrebbero determinare. Al tempo stesso, le comunità delle scienze del clima spesso non conoscono le esigenze e soprattutto il patrimonio di conoscenze, detenuto da chi quotidianamente opera nella gestione di risorse naturali o di beni e servizi da esse derivati, che possono efficacemente complementare la conoscenza scientifica rendendola più ricca e capace di supportare la società nelle proprie scelte.

Appare necessario ed urgente, quindi, colmare questo gap di conoscenze, stabilendo e rafforzando un patrimonio di sapere comune e condiviso, solidamente ancorato alle competenze scientifiche, da un lato, e a quelle derivanti dall'esperienza maturata nelle pratiche di gestione e pianificazione, dall'altro.

Il presente capitolo rappresenta un aggiornamento del corrispondente capitolo di scenari climatici pubblicato nel rapporto *"Scenari climatici e valutazioni per l'impresa"* pubblicato nel 2021 (Gualdi e Buongiorno, 2021). In particolare, è stato rivisto e aggiornato su quanto sappiamo e possiamo dire in merito ai cambiamenti climatici e ai loro impatti fisici, sia a livello globale, per la regione del Mediterraneo e per la penisola italiana, in base a quanto recentemente pubblicato, soprattutto nei volumi dell'ultimo rapporto IPCC pubblicato tra il 2021 e il 2023 (IPCC – AR6, 2021).

Per quanto riguarda la penisola italiana in particolare, negli ultimi due anni, pochi sono stati i nuovi studi che abbiano aggiunto rilevanti risultati rispetto a quanto già riportato in Gualdi e Buongiorno (2021). Di notevole interesse, comunque, sono alcuni lavori recentemente condotti con nuovi modelli climatici ad altissima risoluzione (scala 2-3 km), utilizzati per condurre simulazioni sull'area Alpina estesa. I principali risultati di queste simulazioni e delle loro analisi sono stati qui riportati a complemento di quanto già presentato in Gualdi e Buongiorno (2021).

Infine, nel capitolo vengono introdotti i concetti di previsione climatica e illustrati i metodi e gli strumenti che la comunità delle scienze del clima ha sviluppato per produrre informazioni che riguardano il futuro climatico del pianeta a diverse scale temporali, dalla stagionale alla decennale. Come cercheremo di spiegare questi strumenti previsionali sono particolarmente importanti per il loro potenziale di anticipare l'occorrenza di possibili condizioni meteo-climatiche anomale e fornire dati e informazioni utili per fronteggiare le criticità ad esse dovute. Inoltre, le previsioni climatiche a scale decennali possono aiutare a meglio comprendere come i trend climatici di lungo periodo determinati dalle attività umane, possono essere modulati dalla variabilità naturale del clima che si sovrappone ad essi, esacerbandone o attenuandone gli effetti nel termine medio-breve (prossimi 10-20

anni). Capire e prevedere gli effetti dell'interazione tra variabilità climatica e trend di cambiamento climatico è un passaggio fondamentale per un'efficace implementazione di politiche di adattamento.

1. Clima, variabilità climatica e cambiamenti climatici

1.1 Clima e variabilità climatica

Il clima della Terra è definito dalle caratteristiche statistiche delle condizioni meteorologiche in una data regione, per una determinata stagione, oppure per l'intero anno, ottenute considerando un tempo sufficientemente lungo, in modo da rendere tali statistiche robuste. Tipicamente, seguendo le indicazioni dell'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO), almeno 30 anni.

Le quantità generalmente utilizzate per caratterizzare il clima, sono le medie e le altre grandezze che esprimono le proprietà statistiche della variabilità delle condizioni meteorologiche, comunemente rappresentate in termini di temperatura atmosferica, venti, precipitazioni, umidità dell'aria, ecc.

È importante sottolineare che il clima di una regione (o continente) non è semplicemente la situazione meteorologica media per quell'area. Nella definizione del clima, infatti, si considera anche la variabilità dei fenomeni, incluse le caratteristiche degli eventi estremi, in quanto essi descrivono i limiti entro i quali può variare la situazione meteorologica di tale regione.

Un'altra possibile definizione di clima, la possiamo ottenere da una prospettiva più "dinamica" del problema, vale a dire, considerando il clima come il risultato di uno stato di equilibrio del sistema climatico, declinato localmente, per una certa regione o area. In questo caso, però dobbiamo introdurre anche il concetto di "sistema climatico" e lo facciamo utilizzando la Figura 1.1, che ne è una rappresentazione schematica.

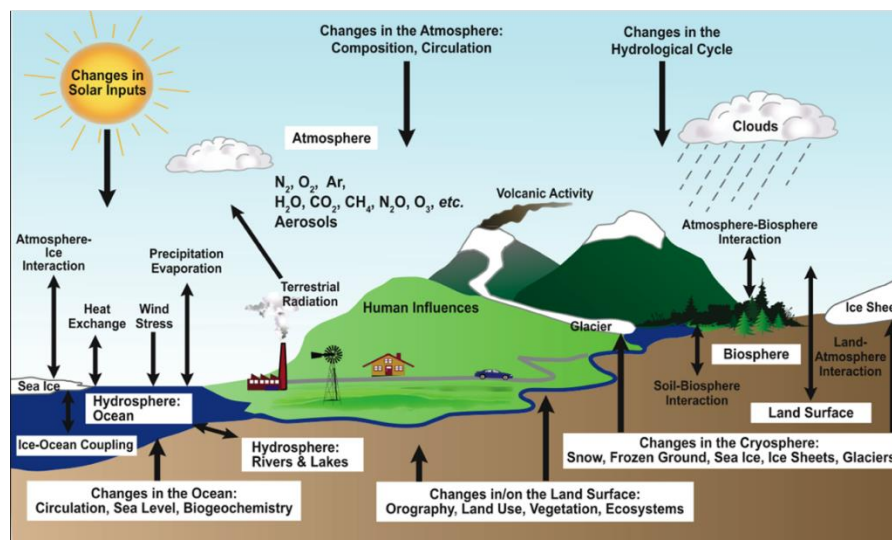


Figura 1.1: rappresentazione schematica dei componenti del sistema climatico globale, dei loro processi e interazioni (freccie). Fonte: Intergovernmental Panel on Climate Change, Assessment Report 4 (IPCC-AR4).

Come mostrato in Figura 1.1 il **sistema climatico** è costituito da una serie di componenti, quali l'atmosfera, l'idrosfera (oceani, fiumi e laghi), la criosfera (ghiacciai continentali e ghiacci marini), la superficie terrestre (con le diverse tipologie di suolo e le "rugosità" delle montagne), la biosfera (vegetazione sulla superficie terrestre e componente biogeochimica marina) e dalle loro interazioni. Queste componenti, infatti, sono fortemente interagenti tra loro, scambiandosi continuamente sollecitazioni in forma di energia, massa e quantità di moto.

L'oceano e l'atmosfera, per esempio, sono soggetti ad un continuo scambio di massa (acqua che passa dall'uno all'altra e viceversa, in forma di evaporazione e precipitazione) e con essa di energia (calore latente e radiazione infrarossa). Allo stesso modo, l'atmosfera è in continuo scambio con la superficie terrestre e la biosfera, ecc. ecc. Tutto questo complesso sistema di interazioni e scambi per avvenire ha bisogno di una grande quantità di energia, che il pianeta riceve da una fonte esterna, il Sole, in forma di radiazione, vale a dire: la luce solare.

Il clima, in definitiva, esprime la condizione di equilibrio che il sistema rappresentato in Figura 1.1 raggiunge e mantiene quando non riceve perturbazioni da fattori esterni. Condizione di equilibrio che viene rappresentata con le statistiche dei processi che lo caratterizzano, calcolate su un tempo sufficientemente lungo affinché siano robuste.

Se il clima esprime lo stato di equilibrio del sistema climatico, la variabilità climatica è l'espressione di perturbazioni di questo equilibrio, che producono fluttuazioni momentanee, più o meno intense e persistenti, intorno ad esso, ma non rappresentano una transizione verso un nuovo stato di equilibrio. Quindi in termini di parametri climatici (temperatura, precipitazioni, venti, umidità, ecc. ecc.), questa variabilità è espressa come deviazioni, generalmente indicate col nome di **anomalie**, dei loro valori intorno al valore medio (climatologico).

Per esempio, in Figura 1.2 pannello a) è mostrata la mappa globale dell'anomalia della temperatura alla superficie del pianeta, del mese di luglio 2010, calcolata rispetto alla media (clima) del periodo 1950-1980. Come si vede dalla figura, valori anomali di temperatura superficiale molto elevati si sono verificati sul continente Europeo, particolarmente nell'Europa orientale, Russia e Finlandia, mentre altre anomalie, sia positive che negative, di temperatura superficiale, sono poi osservabili nel bacino del Mediterraneo, nel settore più orientale del Nord America, in Sud America, Siberia, Sud Africa e Australia.

Se consideriamo la regione del Mediterraneo (evidenziata con un rettangolo nero) e consideriamo l'evoluzione della temperatura estiva (JJA) in questa area per il periodo 1979-2021 (Figura 1.2, pannello b), vediamo che sovrapposto al trend di riscaldamento di lungo termine, ci sono fluttuazioni dei valori di temperatura che alterano estati più fredde (es. 1984, 1992, 1996, ...) ad altre decisamente più calde (es., 1988, 1995, 1998, 1999, 2003, ...).

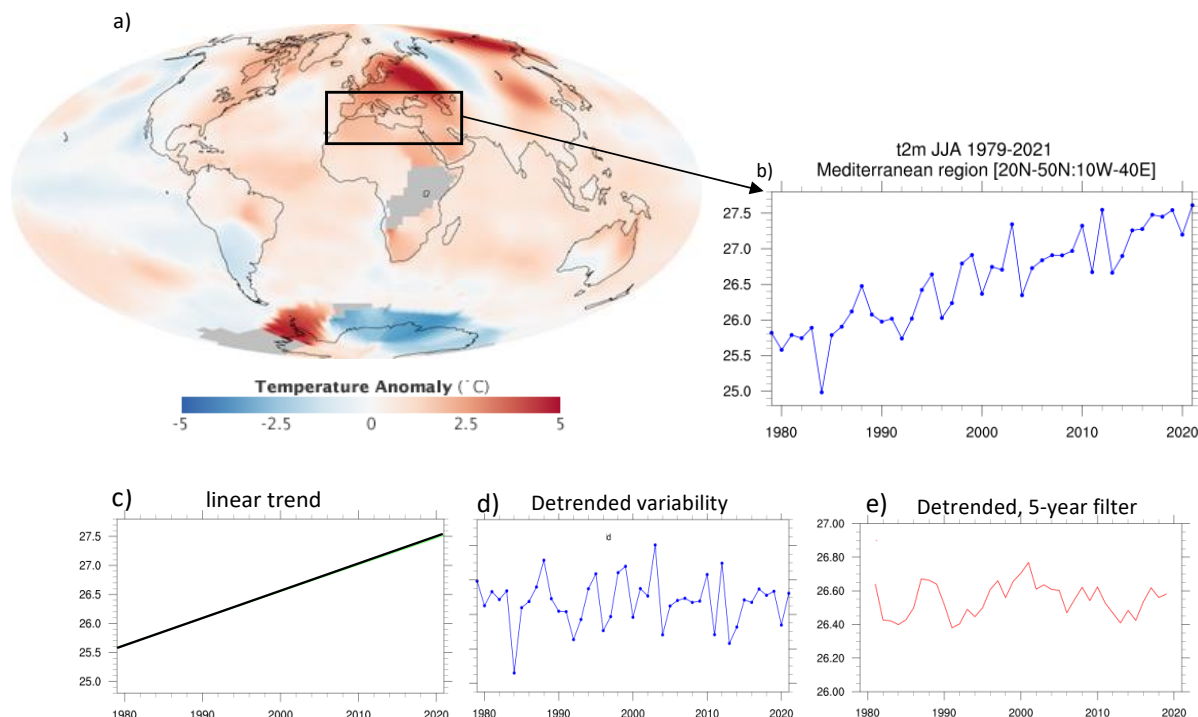


Figura 1.2: Pannello a), anomalia della temperatura media mensile osservata nel mese di luglio 2010, rispetto alla media del mese di luglio per il periodo 1951–1980. Pannello b), andamento delle temperature estive (JJA), mediate sulla regione del Mediterraneo (rettangolo nero nella figura nel Pannello a), dal 1979 al 2021. Pannelli c), d) ed e) rispettivamente: trend lineare, variabilità residua dopo aver sottratto il trend lineare e variabilità residua filtrata a 5 anni con un filtro passa-basso, della temperatura estiva (JJA) nel bacino del Mediterraneo, nel periodo 1951–1980.

Sottraendo il trend lineare di lungo termine (Figura 1.2, pannello c) alla serie delle temperature, quello che rimane è appunto questa variabilità climatica espressa in termini di variazioni, anno dopo anno, della temperatura estiva nel bacino del Mediterraneo e per il periodo in considerazione (Figura 1.2, pannello d).

Se poi a questa variabilità alla quale già abbiamo sottratto il trend di lungo termine, applichiamo un filtro passa-basso, in modo da rimuovere la variabilità alle scale più corte di cinque anni e teniamo solo le oscillazioni della temperatura che avvengono su scale temporali più lunghe, mettiamo in evidenza la variabilità che occorre a scale temporali decennali, cioè le fluttuazioni che avvengono tra un decennio e l'altro.

Quindi, le fluttuazioni della temperatura media estiva nel bacino del Mediterraneo (ma simili considerazioni possono essere fatte per altre variabili climatiche, come pioggia, venti, ecc., e per altre regioni) mostrate in Figura 1.2 pannelli d) ed e), rappresentano un aspetto della variabilità climatica in questa regione, che avviene a diverse scale temporali e che si somma ad eventuali trend di lungo termine, modulandone l'intensità, facendo cioè in modo che il trend possa essere amplificato o attenuato da essa.

Capire la variabilità climatica, quindi, è importante per capire cosa determina le fluttuazioni dei parametri climatici che osserviamo nel tempo, rendendo le condizioni meteo-climatiche in una certa regione diverse da anno ad anno o anche da decennio a decennio e come queste fluttuazioni posso combinarsi con trend di lungo termine e modificarne, momentaneamente, le caratteristiche.

Se il clima è la condizione di equilibrio e la variabilità climatica è l'espressione di fluttuazioni intorno a questo equilibrio, cosa determina queste fluttuazioni? Esistono

numerosi fattori naturali che possono perturbare il sistema climatico, interni ed esterni ad esso, talvolta periodici, talvolta sporadici. Come abbiamo detto discutendo Figura 1.1, la sorgente primaria di energia che alimenta il sistema climatico è l'energia solare, quindi la prima forma di perturbazione dell'equilibrio climatico è qualche alterazione della quantità di energia che il pianeta riceve dal sole.

In realtà esistono diversi modi nei quali questa perturbazione può avvenire: variabilità dell'attività solare (tipicamente quella associata ai cicli delle macchie solari, con una periodicità di circa 11 anni), eruzioni vulcaniche, ecc. Sicuramente, però, la variabilità più importante e regolare dovuta alla modulazione dell'energia solare che arriva sulla superficie della Terra è quella legata al **ciclo stagionale**, dovuta alla diversa distribuzione tra emisfero nord ed emisfero sud di radiazione solare determinata dall'inclinazione del raggio di rotazione terrestre.

Il ciclo stagionale, infatti, è la prima e più fondamentale forma di variabilità climatica, che in alcune regioni del mondo, principalmente le aree tropicali, è caratterizzato da due stagioni principali, umida e secca, a loro volte associate a diverse caratteristiche della circolazione atmosferica e oceanica che si ripresentano ogni anno più o meno con gli stessi connotati.

Nelle regioni del sub-continente Indiano e Sud-est Asiatico, nell'Africa occidentale e nell'America centrale, questi cicli stagionali sono indicati con il nome di **monsoni** e le loro caratteristiche ancora oggi risultano di estrema importanza per le società di queste regioni, influenzandone in modo fondamentale le attività agricole e l'associata capacità di produzione di cibo e, più in generale, la disponibilità di risorse idriche.

Una volta, però, che rimuoviamo il ciclo stagionale dalla nostra analisi concentrandoci, per esempio, su una sola stagione, possiamo vedere che, come nel caso illustrato in Figura 1.2 per le estati nel bacino del Mediterraneo, le stagioni possono differire in modo sostanziale anno da anno (o decennio da decennio). Questa **variabilità interannuale** che distingue la temperatura di un'estate da quella dell'estate successiva nel Mediterraneo, oppure la precipitazione di una stagione monsonica da quella successiva nel sub-continente Indiano, è principalmente dovuta a delle perturbazioni determinate dalle interazioni tra le componenti del sistema climatico. Per esempio, la circolazione atmosferica interagendo con la superficie oceanica ne influenza la circolazione che a sua volta, attraverso un processo di retroazione, modifica nuovamente la circolazione atmosferica, producendo instabilità che possono crescere e determinare perturbazioni significative dell'equilibrio climatico con associate anomalie nelle temperature, precipitazioni, venti, ecc.

Queste forme di variabilità climatica dovute alle instabilità generate dalle interazioni tra le componenti del sistema climatico sono tra quelle che danno origine agli eventi (o oscillazioni) climatici più diffusamente investigati. Un fenomeno climatico tra i più studiati, in quanto rappresenta una delle principali sorgenti di variabilità climatica del pianeta, è **El Niño**, spesso indicato anche con il nome di Oscillazione Meridionale, oppure **ENSO** (El Niño/Southern Oscillation).

ENSO descrive le variazioni naturali che avvengono in modo più o meno regolare, circa ogni 4-5 anni, nelle condizioni oceaniche e atmosferiche nel Pacifico tropicale e che portano a cambiamenti su larga scala nei valori di pressione atmosferica, temperature superficiali, precipitazioni e venti, non solo ai tropici ma in molte altre regioni del pianeta, Europa e Mediterraneo compresi. Quindi, la possibilità di poter prevedere il verificarsi e l'evoluzione

nel tempo di fenomeni come El Niño permette di anticipare condizioni di anomalia climatica utili ad informare i processi decisionali in un vasto spettro di settori di grande importanza socioeconomica, in buona parte del globo.

Altri modi di variabilità naturale del clima indotti dall'interazione tra circolazione atmosferica e circolazione oceanica si verificano sia a scale temporali più corte (sub-stagionali) che più lunghe (decennali e multi-decennali), come per esempio la Madden-Julian Oscillation (MJO), che rappresenta la principale sorgente di variabilità climatica nei tropici alle scale sub-stagionali; la North Atlantic Oscillation (NAO), particolarmente importante per l'Europa e il Mediterraneo; la Pacific Decadal Oscillation (PDO) e l'Atlantic Multidecadal Variability (AMV) che modulano il clima del nord Pacifico e del bacino Atlantico a scale temporali decennali e multi-decennali, influenzando la circolazione oceanica e atmosferica a larga scala e influenzando il clima delle aree continentali circostanti.

1.2 Cambiamenti climatici

Nella sezione precedente abbiamo rapidamente ricordato e discusso come l'interazione tra le componenti del sistema climatico rappresentate in Figura 1.1, soprattutto atmosfera e oceano (ma anche superficie terrestre e ghiacci marini possono giocare un ruolo importante in questi processi), interagendo tra loro e perturbandosi reciprocamente, possono dare origine a fenomeni di instabilità che crescono per mezzo di processi retroattivi, producendo anomalie climatiche (deviazioni dalla media climatica) che si manifestano in forma di anomalia di temperature, precipitazioni, venti, ecc. Questi fenomeni possono avere scale temporali che vanno dalle poche settimane ai decenni, quindi anche determinare condizioni di anomalie climatiche persistenti per lungo tempo e sono definiti come le sorgenti della **variabilità naturale** del clima.

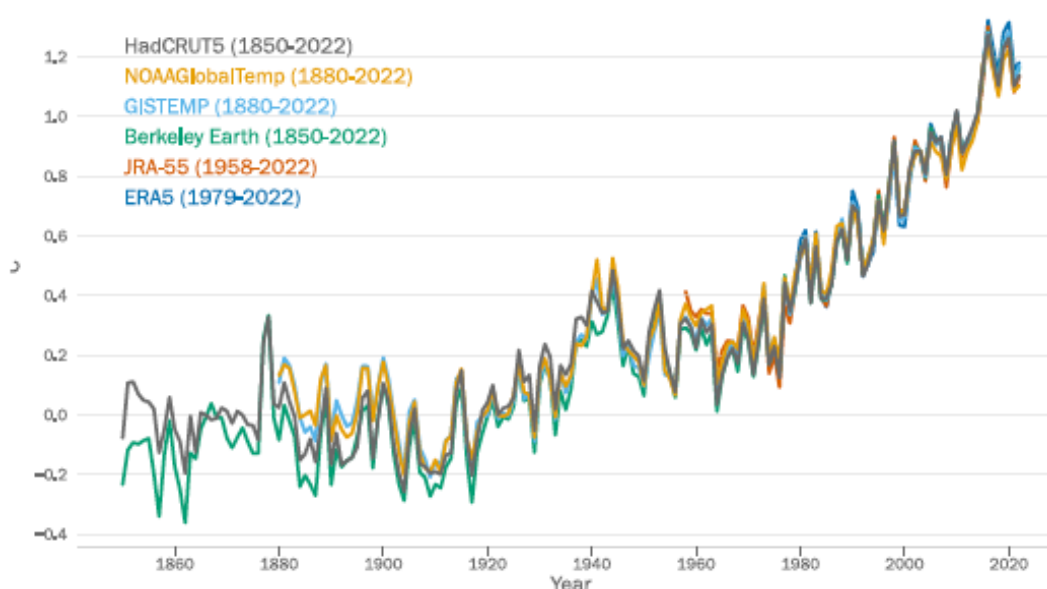


Figura 1.3: Differenze di temperatura media annuale, globale, rispetto alla temperatura media del periodo 1850-1900, ottenute considerando sei dataset osservativi di temperature globali dal 1850 al 2022. Sorgente: WMO (State of the Global Climate).

Da diversi decenni ormai, alle componenti “natural” del sistema climatico che con le loro interazioni danno vita alla variabilità naturale, se ne è aggiunta una nuova, denominata **antroposfera**, al quale rappresentata le attività umane, soprattutto quelle che per estensione e intensità hanno raggiunto scale tali da modificare le proprietà delle altre componenti del sistema ed influenzare le interazioni tra esse. In tal modo, gli effetti delle attività umane non sono più trascurabili dal punto di vista del Pianeta e del suo sistema climatico, che viene così spinto verso un equilibrio (cioè un clima) diverso da quello in cui si troverebbe senza di esse. Esistono ormai numerose e incontrovertibili evidenze osservative che il clima della Terra sta cambiando a livello globale e nelle sue caratteristiche regionali. Alcune di queste evidenze verranno presentate e discusse nel proseguo di questa sezione.

1.2.1 Cambiamenti di temperatura e precipitazione osservati a livello globale

Un modo efficace di illustrare il cambiamento climatico in corso sul nostro pianeta è quello rappresentato in Figura 1.3, dove sono mostrate anno per anno, dal 1850 fino ai giorni nostri, i valori medi annuali delle temperature, alla superficie della terra, mediate su tutto il globo. Ancora più precisamente, i valori riportati in figura rappresentano, anno per anno, la differenza (“anomalia”) della temperatura in quell’anno rispetto alla media calcolata sul periodo di riferimento 1850–1900) ottenuti considerando sei diversi dataset osservativi.

Considerando i valori di queste anomalie annuali vediamo che mentre nella prima parte della serie temporale essi sostanzialmente oscillano intorno allo zero, avanzando negli anni verso il presente, diventano progressivamente sempre più positivi, cioè più caldi, e con valori sempre più grandi.

La Figura 1.3, quindi, mostra una chiara tendenza al progressivo aumento della temperatura media globale del pianeta. In altre parole, un cambiamento in corso rappresentato da un transiente verso un nuovo stato di equilibrio (clima), caratterizzato da una temperatura più alta e fino a quando questo nuovo equilibrio non verrà raggiunto, la temperatura continuerà ad aumentare.

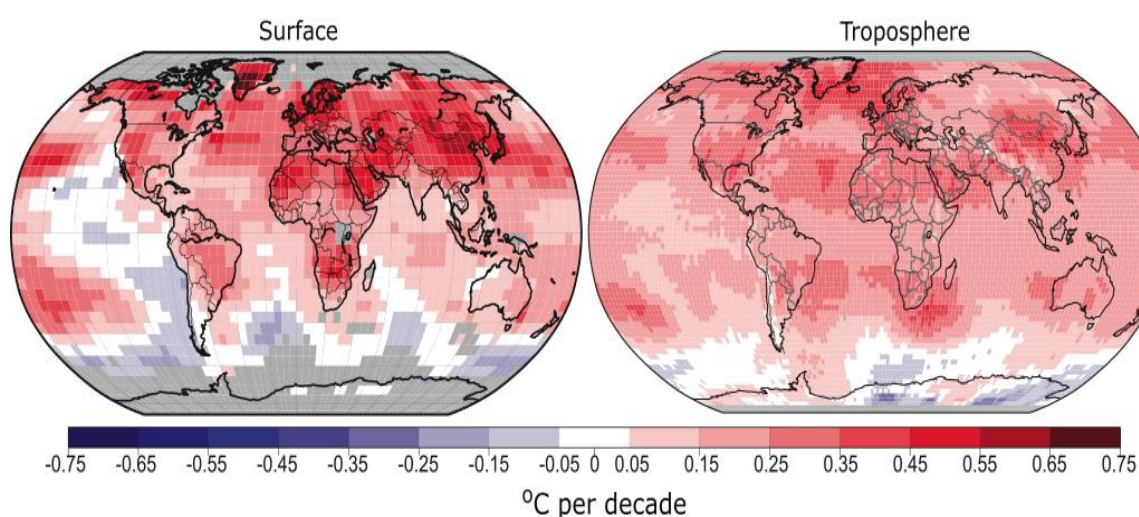


Figura 1.4: trend lineari della temperatura globale dal 1979 al 2005 stimati in superficie (a sinistra) e per la troposfera (a destra) dalla superficie a circa 10 km di altitudine, dalle osservazioni satellitari. Le aree grigie indicano regioni dove i dati sono incompleti e non permettono una stima robusta del trend. Dati HadCRUT3, Figura modificata da IPCC WG1-AR4, FAQ 3.1, Figura 1.

Quelle mostrate in Figura 1.3, sono anomalie della temperatura superficiale mediate su tutto il globo, ma dalle osservazioni disponibili possiamo anche stimare come il riscaldamento globale in atto si distribuisce sulla superficie del pianeta e la sua atmosfera. I trend di riscaldamento osservati negli ultimi decenni (la parte più ripida della curva in Figura 1.3) sono mostrati in Figura 1.4, dai quali si evince che il riscaldamento riguarda praticamente tutto il pianeta, è appunto globale, ma che vi sono anche importanti disomogeneità spaziali. Prima di tutto, appare evidente che le aree continentali mostrano un riscaldamento più pronunciato delle superfici oceaniche e in secondo luogo vi sono regioni dove la tendenza all'aumento delle temperature superficiali è più marcata, come per esempio le aree continentali dell'emisfero settentrionale.

La tendenza al riscaldamento della troposfera (lo strato più basso dell'atmosfera compreso tra la superficie e circa 10 km di altitudine, pannello a destra di Figura 1.4) mostra valori che vanno da 0.15 °C per decennio su gran parte del globo, a massimi che localmente superano i 0.35 °C per decennio. In troposfera, il riscaldamento risulta più omogeneo spazialmente e con massimi meno pronunciati rispetto alla superficie, dove il trend degli ultimi decenni, in alcune aree del pianeta, ha raggiunto e superato i 0.65 °C per decennio.

Il riscaldamento al quale è soggetto il pianeta non è dimostrato solamente dall'aumento delle temperature illustrato nelle Figure 2.3 e 2.4. Esistono diverse altre evidenze, ormai incontrovertibili, che il clima della Terra si sta riscaldando, quali, per esempio, la progressiva fusione di gran parte dei ghiacciai terrestri e dei ghiacci marini che ricoprono l'oceano Artico e l'innalzamento del livello degli oceani.

In Figura 1.5 sono mostrati i trend delle medie annuali delle precipitazioni ottenuti da tre diversi data set osservativi, in due periodi: 1901–2010 (pannelli a sinistra) e 1951–2010 (pannelli a destra). Durante il secolo scorso, in vaste porzioni del Nord e del Sud America, dell'Australia e nel settore più settentrionale dell'Europa, si sono registrati trend di aumento delle piogge medie annuali superiori a 25 mm per decennio, passando, per esempio, da 300 mm/anno a 325 mm/anno nel corso di un decennio. Altre regioni, specialmente nel bacino del Mediterraneo, nell'Africa sub-sahariana e nell'Asia sud-orientale, mostrano diminuzioni delle precipitazioni medie annuali con tassi tra -10 e -25 mm per decennio. Altro fattore importante da considerare è che con l'aumento delle temperature, nelle regioni dove si è verificato un aumento delle precipitazioni, una percentuale maggiore di esse cade sotto forma di pioggia, piuttosto che di neve. Cosa, questa particolarmente importante per le sue conseguenze sul ciclo idrologico.

Quindi, il cambiamento climatico sta modificando la distribuzione delle precipitazioni sul Pianeta, il che, ovviamente, implica conseguenze sulla distribuzione delle risorse idriche, particolarmente rilevanti per regioni come il Mediterraneo, l'Africa sub-sahariana o le regioni sud-orientali dell'Asia e dell'Australia. Tutte aree del pianeta nelle quali la disponibilità di risorse idriche già oggi risulta spesso limitata, determinando condizioni di criticità.

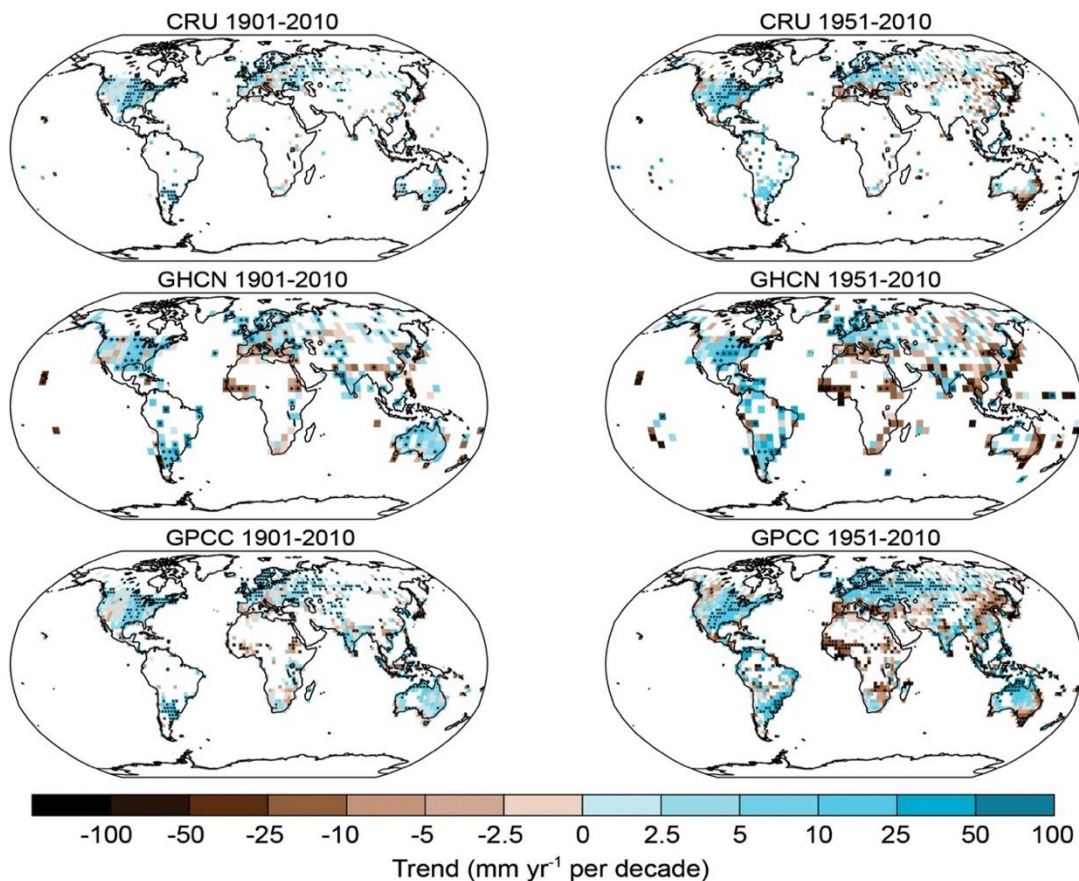


Figura 1.5: *Cambiamento delle precipitazioni osservate dal 1901 al 2010 (pannelli di sinistra) e dal 1951 al 2010 (pannelli di destra) dalla Climatic Research Unit (CRU), Set di dati del Climatology Network (GHCN) e del Global Precipitation Climatology Center (GPCC). Le tendenze dell'accumulo annuale sono state calcolate solo per quelle grid box con più del 70% di record completi e più del 20% di disponibilità di dati nel primo e nell'ultimo decile del periodo. Le aree bianche indicano dati incompleti o mancanti. I segni più neri (+) indicano le caselle della griglia in cui le tendenze sono significative. Ulteriori dettagli sono forniti nel materiale supplementare TS. Fonte: IPCC-AR5 Technical Summary, TFE.1, Figura 2.*

Se invece di guardare ai trend della precipitazione media annuale, si considerano i cambiamenti concomitanti nella frequenza e intensità degli eventi, Figura 1.6, emerge un quadro ancora più chiaro di come sono cambiati negli ultimi settant'anni i regimi di precipitazione sull'intero pianeta. La figura, infatti, mostra la differenza nelle frequenze della precipitazione media (pannello a) e della precipitazione intensa (pannello b) tra i periodi 1950-83 e 1984-2016.

Come si vede chiaramente, ci sono larghe porzioni del pianeta, quali il continente Europeo e la regione del Mediterraneo, il Medio Oriente e la Penisola Arabica, l'Africa nord occidentale e centro equatoriale, nelle quali il rapporto tra frequenza e intensità delle precipitazioni medie mostra una diminuzione delle prime e un aumento delle seconde. Vale a dire, un cambiamento nei regimi di precipitazione, per il quale le precipitazioni medie sono meno frequenti ma aumentano di intensità. Se poi si guarda al cambiamento nelle precipitazioni estreme, Figura 1.6 pannello b), si vede che in queste stesse regioni, ma anche in buona parte dell'Australia e della Cina, le precipitazioni estreme sono aumentate sia in frequenza che in intensità.

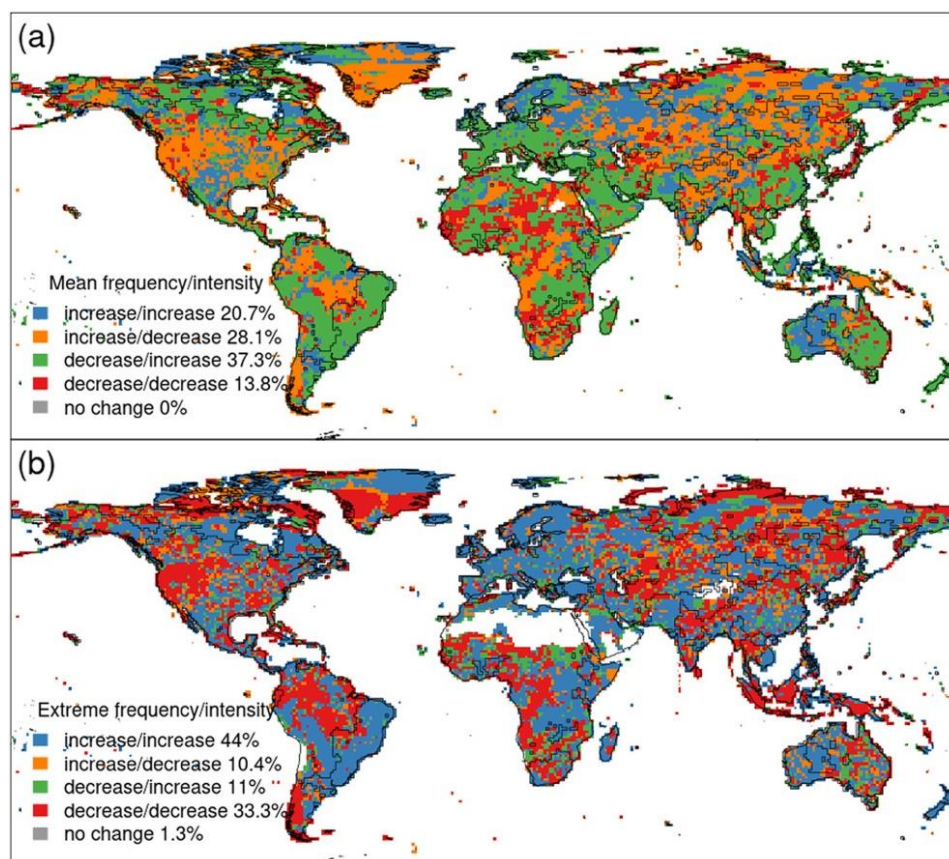


Figura 1.6: Cambiamenti concomitanti nella frequenza e nell'intensità della (a) precipitazione media (totale) e (b) precipitazione estrema tra il 1950–83 e il 1984–2016. Le variazioni di frequenza media sono state determinate dalle differenze nel numero totale di giorni di pioggia, mentre le variazioni di frequenza estrema sono state determinate dalle differenze nel numero di giorni con quantità superiori al 99° percentile di giorni di pioggia nel primo periodo. Le variazioni di intensità media sono state determinate dalle differenze nei rapporti tra le precipitazioni totali e il numero totale di giorni di pioggia, mentre le variazioni di intensità estreme sono state determinate dalle differenze nel 99° percentile della distribuzione dei giorni di pioggia. Le celle bianche (vuote) della griglia terrestre avevano troppo pochi giorni di pioggia in ciascun periodo per un calcolo affidabile delle variazioni di intensità media e delle variazioni nel 99° quantile di giorni di pioggia. Le aree racchiuse all'interno di contorni neri rappresentano celle della griglia con osservazioni di alta qualità. Per maggiori dettagli vedere Contracto et al. 2020, DOI 10.1175/JCLI-D-19-0965.1

Questi risultati mostrano chiaramente che per quanto riguarda le precipitazioni, il cambiamento climatico si presenta come un cambiamento dei regimi delle piogge, per il quale non solo cambia la quantità d'acqua che piove mediamente su determinate regioni, ma cambia anche il modo in cui piove. In molte regioni, incluso il Mediterraneo, piove mediamente meno, ma quando piove avviene in modo più intenso.

1.2.2 Cambiamenti di temperatura e precipitazione osservati nel bacino del Mediterraneo e sulla penisola italiana

Finora abbiamo discusso le principali caratteristiche del segnale di cambiamento climatico a livello globale. In questa sezione, invece, concentreremo la nostra attenzione su cosa è successo e succede a livello Europeo e in particolar modo nel bacino del Mediterraneo e nel nostro Paese. Figura 1.7 mostra le serie temporali delle anomalie mensili della temperatura mediata su tutto il globo (pannello superiore) e mediata sull'Europa (pannello inferiore) dal 1979 al febbraio 2023.

1.2.3 Cambiamenti di temperatura e precipitazione osservati nel bacino del Mediterraneo e sulla penisola italiana

In entrambi i grafici si vede chiaramente il riscaldamento già discusso in precedenza, ma si vede anche che, quando mediate solo sul continente Europeo, le anomalie di temperature sono di valore molto maggiore e il riscaldamento degli ultimi decenni sembra essere decisamente più pronunciato rispetto a quello registrato a livello globale. Questo risultato è consistente con quanto visto in Figura 1.4, dove le regioni continentali, soprattutto dell'emisfero settentrionale, mostrano trend di riscaldamento più marcati, particolarmente in confronto alle aree oceaniche.

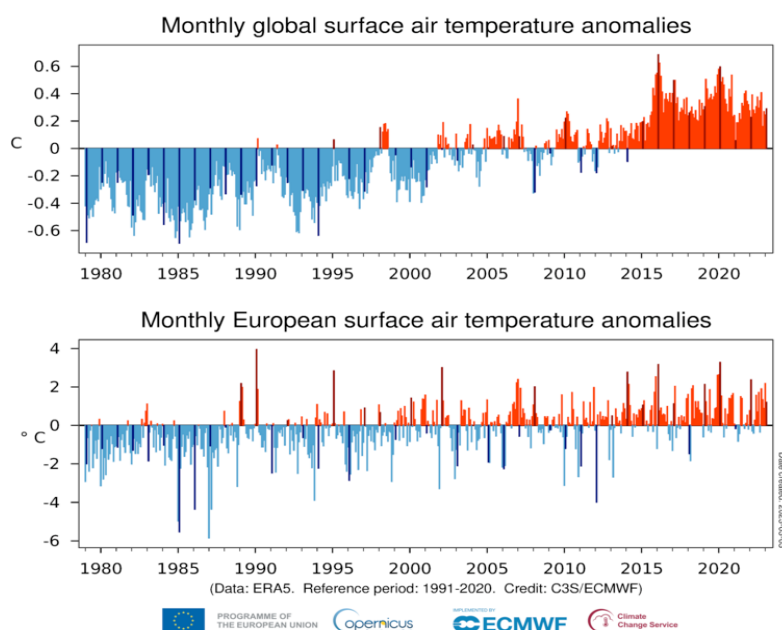


Figura 1.7: Anomalie mensili della temperatura dell'aria superficiale media globale ed europea relative al periodo 1991-2020, da gennaio 1979 a febbraio 2023. Le barre di colore più scuro indicano i valori di febbraio. Fonte dati: ERA5. Credito: Copernicus Climate Change Service / ECMWF.

Quando si passa alla scala Mediterranea, Figura 1.8, si vede che l'aumento della temperatura superficiale dell'aria, nel corso del 20° secolo, ha interessato tutte le aree di terra della regione, anche se è visibile (nei grafici a destra) un periodo, tra gli anni '50 e '70 del secolo scorso, durante il quale il riscaldamento si è fermato, quando non proprio trasformato in periodo di relativo raffreddamento.

Questo andamento delle temperature osservate è ben noto e non riguarda solo il bacino del Mediterraneo, ma in generale tutto il settore del Nord Atlantico e buona parte del continente Europeo ed è stato associato a un periodo di forti emissioni di aerosol di origine industriale i quali hanno avuto un effetto di schermatura della radiazione solare e quindi di raffreddamento della superficie terrestre.

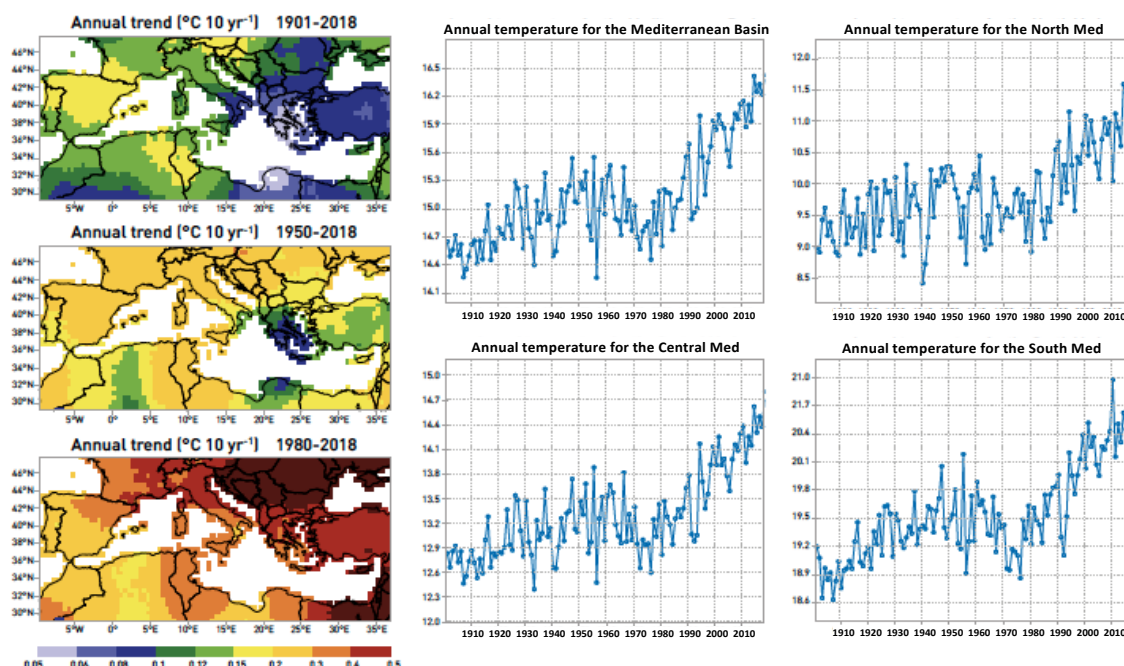


Figura 1.8: Tendenze della temperatura osservata (pannelli a sinistra, gradi centigradi per decennio) e serie temporali della temperatura sulle aree di terra nel bacino del Mediterraneo basate sulle osservazioni CRU (Climate Research Unit, University of East Anglia). Fonte: MedECC, 2020.

A partire dalla fine degli anni '70 e primi anni '80 con l'attuazione di politiche di riduzione di emissioni di questi particolati in atmosfera (principalmente allo scopo di ridurre l'inquinamento atmosferico), le temperature hanno ripreso rapidamente a crescere, subendo una vera e propria accelerazione verso l'alto nel corso degli ultimi anni del 20° secolo, con la parte centro-orientale della regione, soprattutto la penisola Italiana, quella Balcanica e la sponda orientale del bacino, che mostrano un trend di riscaldamento che arriva a superare i 0.4 gradi per decennio. Trend decisamente superiore a quello registrato a livello globale.

I trend osservati di precipitazione nella regione del Mediterraneo, Figura 1.9, sono caratterizzati da andamenti più differenziati a seconda dell'area del bacino e della stagione considerata.

La media annuale mostra una tendenza (Figura 1.9, pannelli in alto) di diminuzione delle precipitazioni nella parte centrale e occidentale del bacino quando si considera tutto il periodo dal 1950 al 2018. Se invece si considera solamente la seconda parte del periodo (1980-2018), il trend ha un segno opposto nella penisola Iberica e nella parte occidentale del Nord Africa, mentre mostra una più marcata riduzione delle piogge nella Francia meridionale e sulla penisola Italiana.

Le tendenze di precipitazione annuale sono ulteriormente modulate quando consideriamo le loro distribuzione per le diverse stagioni. Tendenze estive ed invernali possono avere segni opposti, come avviene per esempio nella penisola Balcanica durante la prima parte del periodo, ma questi segni, poi possono nuovamente invertirsi nella seconda parte del periodo analizzato, come avviene nel settore centro-occidentale del bacino (penisola Iberica, sud della Francia e penisola italiana).

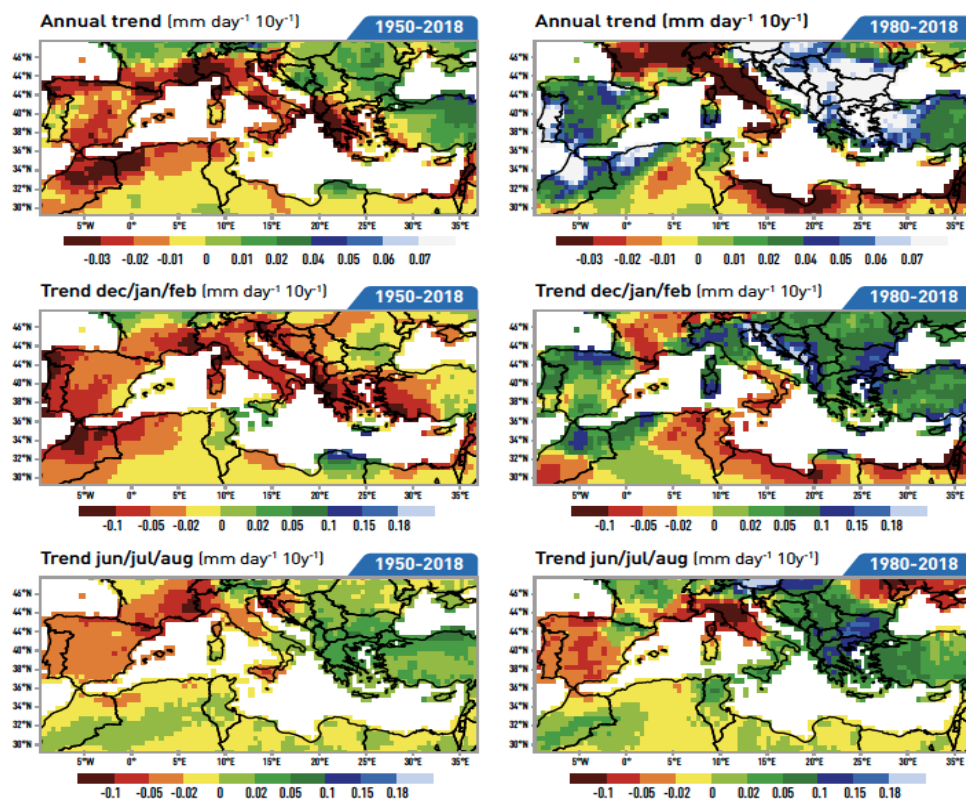


Figure 1.9: Tendenze delle precipitazioni annuali (pannelli superiori), DJF (pannelli in mezzo) e JJA (pannelli inferiori) osservate, espresse in millimetri al giorno per decennio. I pannelli a sinistra e a destra considerano rispettivamente i trend osservati nei periodi 1950-2018 e 1980-2018. Fonte: CRU (Climate Research Unit, University of East Anglia). Fonte: MedECC, 2020. MedECC, 2020.

I risultati mostrati in Figura 1.9 mettono in evidenza come nel periodo considerato i valori delle tendenze, ma anche il loro segno, possono essere radicalmente diversi da decennio a decennio. Queste modulazioni e cambiamenti del trend di lungo termine sono almeno in parte dovute all'influenza che la variabilità naturale, soprattutto quella con le scale temporali più lunghe (ad es. la variabilità decennale della NAO e quella multi-decennale della AMV) discussa nella sezione precedente, esercita sul clima della regione del Mediterraneo.

L'interazione tra trend di lungo termine e variabilità è un elemento di fondamentale importanza, da tenere in attenta considerazione non solo per una corretta comprensione di quanto avviene nel clima presente, ma anche per un'appropriata interpretazione degli scenari climatici futuri, almeno la loro parte più vicina nel tempo.

Così come messo in evidenza a livello globale dai risultati riportati in Figura 1.6, anche per il Mediterraneo e in particolare per la penisola Italiana non sono solo i valori medi di temperatura e precipitazione a mostrare un sostanziale cambiamento nel corso degli ultimi decenni, ma anche gli eventi più intensi ed estremi di temperatura e precipitazione evidenziano un progressivo cambiamento nelle loro caratteristiche.

In Figura 1.10 vengono riportati gli andamenti di eventi estremi di temperatura e precipitazione rispettivamente, andamenti che mostrano un chiaro aumento degli eventi di onde di calore e notti tropicali da un lato e una riduzione del numero di giorni di pioggia accompagnata da un aumento dell'intensità delle precipitazioni dall'altro.

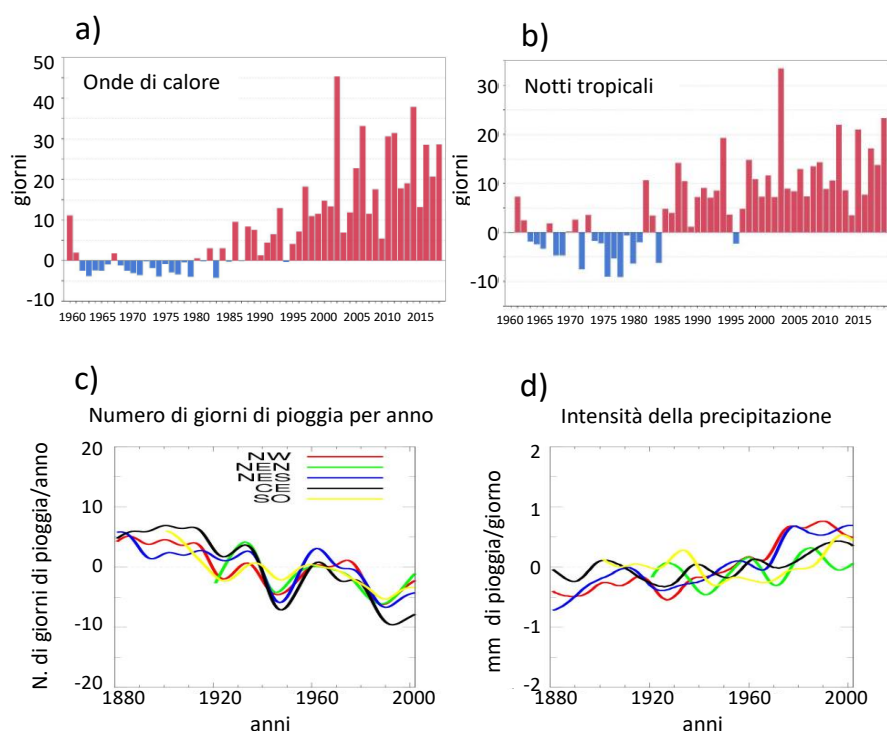


Figura 1.10: Pannelli a) e b): serie delle anomalie dell'indicatore WSDI (Warm Spell Duration Index, uno degli indicatori di eventi estremi definito dall' Expert Team on Climate Change Detection and Indices – <https://www.wcrp-climate.org/etccdi> – dell'Organizzazione Mondiale della Meteorologia) che esprime il numero di giorni soggetti ad ondate di calore per anno (pannello a sinistra) e notti tropicali nei quali la temperatura non scende al di sotto dei 22 °C (pannello a destra) in Italia rispetto al valore normale 1961-1990. Fonte: ISPRA, 2019. **Pannelli c) e d):** serie annuali del numero di giorni piovosi e dell'intensità delle precipitazioni per le cinque macro-regioni NW (nord ovest), NEN (nord est-nord), NES (nord est-sud), CE (centro) e SO (sud). Le serie sono rappresentate mediante un filtro gaussiano con deviazione standard pari a 5 anni. Figura modificata da Lionello et al. (2009).

Anche per la penisola italiana il cambiamento climatico avvenuto nel secolo scorso è caratterizzato da un cambiamento nei regimi di precipitazione. In altre parole, più che la quantità d'acqua che mediamente piove, è cambiato il modo in cui piove: piove meno frequentemente ma quando succede piove in modo più intenso, con le immaginabili conseguenze e impatti che questi cambiamenti possono avere in termini di rischio di alluvioni, danni all'agricoltura e, più in generale, problemi di disponibilità della risorsa idrica.

Analogamente, i cambiamenti negli eventi estremi della temperatura e, in particolare, l'aumentata frequenza e intensità delle ondate di calore, può portare a gravi impatti sulla salute delle persone e degli animali, perdita di biodiversità, aumento dei costi dovuti a una ridotta produttività lavorativa, aumento della domanda energetica per il raffrescamento degli edifici che, in combinazione a una ridotta disponibilità idrica può portare a una riduzione o mancata erogazione di energia per problemi di raffreddamento delle centrali.

La produzione e la discussione della lunga lista di possibili impatti che i cambiamenti negli estremi di temperature e precipitazioni comportano per i vari settori socioeconomici, va

molto oltre gli scopi del presente documento. Qui, ci siamo limitati a menzionarne alcuni, principalmente allo scopo di ricordare quanto i cambiamenti climatici che sono qui illustrati e discussi, riguardano concretamente e materialmente le vite delle persone.

Per una più estesa analisi dei cambiamenti osservati in Italia, rimandiamo a Gualdi e Buongiorno (2021), mentre per la discussione dei rischi connessi ai cambiamenti climatici ed in particolare agli impatti determinati dai cambiamenti nelle frequenze e nelle intensità degli estremi, rimandiamo al Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNAC, 2017), al rapporto “Planning for Adaptation to Climate Change – Guidelines for Municipalities” di Giordano et al. (2013) e a quello più recentemente pubblicato dal Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici (CMCC) e intitolato “Analisi del Rischio – I cambiamenti climatici in Italia”, Spano et al. (2020) ed alla letteratura in essi riportata.

2 Strumenti scientifici per studiare e prevedere il clima

2.1 Modelli climatici

Come già brevemente illustrato nel precedente rapporto, *Scenari climatici e valutazioni per l'impresa* (Gualdi e Buongiorno, 2021), la comunità di scienze del clima si è dotata di strumenti che le permettano di condurre esperimenti e indagini sulla dinamica del sistema climatico.

Questi strumenti sono modelli numerici basati sulle leggi della fisica che governano le componenti del sistema climatico (atmosfera, oceani, ghiacci, superficie terrestre ecc.) e le loro interazioni. Leggi che esprimono i principi fondamentali di conservazione dell'energia, della massa e della quantità di moto e che sono espresse in forma di equazioni matematiche, con le quali possiamo rappresentare (simulare) il comportamento di questi sistemi e delle loro interazioni.

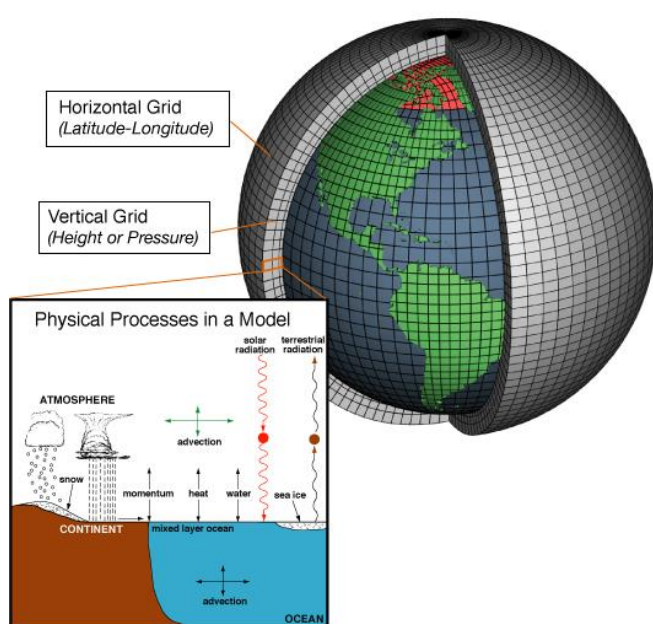


Figura 2.1: I modelli climatici sono sistemi di equazioni differenziali basati sulle leggi fondamentali della fisica, del movimento dei fluidi e della chimica. Per "creare" un modello, gli scienziati dividono il pianeta in una griglia tridimensionale e applicano le equazioni ad ogni punto griglia. Sfruttando la potenza di calcolo offerta dai super-computer, i modelli calcolano i venti, le correnti, il trasferimento di calore, la radiazione, l'umidità relativa e l'idrologia superficiale per ciascun punto della griglia e valutano le interazioni con i punti vicini. I risultati di ciascuna cella vengono poi passati alle celle adiacenti e le equazioni vengono risolte di nuovo. La ripetizione del processo di calcolo attraverso molte iterazioni temporali rappresenta il passare del tempo. Fonte immagine: NOAA.

Il lettore è rimandato al rapporto precedente (Gualdi e Buongiorno, 2021) e alla bibliografia ivi contenuta, per una più esaustiva spiegazione di come questi modelli numerici sono costruiti. Qui, ci limitiamo a ricordare che i modelli climatici sono basati su equazioni matematiche che rappresentano la fisica che governa il sistema climatico, che vengono scritte, per mezzo di appropriate tecniche numeriche, su un grigliato tri-dimensionale come quello rappresentato in Figura 2.1. Successivamente, le equazioni sul grigliato vengono trasformate in codici software, che sono integrati con l'ausilio di super-computer (infrastrutture HPC). L'integrazione di questi codici software trovano le soluzioni nel tempo delle equazioni, rappresentando vere e proprie simulazioni dell'evoluzione del sistema climatico. Le soluzioni che vengono trovate sono espresse in forma di campi (tri-dimensionali) di temperatura, precipitazioni, venti, umidità, ecc. ecc., cioè di tutte quelle variabili atmosferiche, oceaniche, dei ghiacci e della superficie terrestre che utilizziamo per descrivere e rappresentare il clima.

I modelli climatici sono praticamente identici a quelli utilizzati per effettuare le previsioni meteorologiche e come questi sono in grado di rappresentare i fenomeni e i processi che rappresentano la variabilità atmosferica e oceanica, dagli eventi convettivi come i cicloni tropicali, alle tempeste extra-tropicali che si generano sull'Atlantico e viaggiano fino ad investire il continente Europeo, alle ondate di calore, le correnti oceaniche, fenomeni come El Niño, la NAO, ecc.

Vediamo ora, quindi, qual è la capacità dei modelli climatici di simulare un clima con caratteristiche a quelle osservate per il clima della Terra.

2.2 Capacità dei modelli climatici di rappresentare il clima della Terra

Un modello climatico può essere valutato esaminando la sua capacità di simulare il clima osservato negli ultimi decenni. Per esempio, con il modello si compie una simulazione degli ultimi cinquant'anni, fornendo ad esso tutte le informazioni sulle possibili variazioni di forzanti esterne, come attività solare, concentrazione dei gas serra o utilizzo del suolo dovuto alle attività umane avvenute nel periodo considerato. I risultati prodotti dalla simulazione vengono poi confrontati con le condizioni climatiche e meteorologiche osservate per il corrispondente periodo.

Ovviamente, il risultato di una tale simulazione non consiste in una esatta riproduzione della cronologia degli eventi meteorologici osservati. Se ben costruito, il modello sarà in grado di simulare una serie di eventi meteorologici che hanno proprietà statistiche idealmente uguali, nella realtà simili, alle proprietà statistiche degli eventi osservati, ma non la loro evoluzione cronologica nel corso dei cinquant'anni considerati.

In letteratura esistono un'infinità di studi finalizzati all'analisi ed alla quantificazione della capacità dei modelli climatici di simulare le caratteristiche del clima osservato. Della sua climatologia, cioè dei valori medi stagionali di temperature, precipitazioni, circolazione oceanica e atmosferica (correnti e venti), della distribuzione dei ghiacci marini, ecc., ma non solo.

Gran parte di questi studi, infatti hanno esplorato e a fondo investigato la capacità dei modelli di rappresentare la variabilità climatica, i fenomeni che ne sono alla base, come El Niño, La Niña, la NAO ecc. e i relativi processi fisici che governano questi fenomeni, fino

ad indagare la loro capacità di simulare eventi estremi quali i cicloni tropicali o le ondate di calore.

Una discussione dettagliata ed approfondita di come i modelli sono capaci di simulare le caratteristiche osservate del clima della Terra, inclusi i processi e i fenomeni alla base della sua variabilità, sarebbe abbondantemente fuori dagli obiettivi di questo capitolo. Qui ci limiteremo a riportare, nella sezione “Sitografia” alcuni indirizzi web ai quali, il lettore interessato, può trovare informazioni esaurienti e una bibliografia aggiornata su questo argomento.

Rimane, comunque, un importante aspetto della capacità dei modelli di simulare il clima osservato che discuteremo nel seguito di questa sezione e dove vedremo come i modelli climatici sono in grado di riprodurre l’evoluzione climatica del 20° secolo, particolarmente il trend di lungo periodo osservato e come il loro utilizzo ci permette di meglio capire dei cambiamenti in corso e che ruolo giocano le attività umane in questi cambiamenti.

2.3 Simulazione del clima del 20° secolo: cambiamento climatico e attività umane

Figura 2.2 riporta la l’evoluzione dal 1850 al 2020 delle anomalie di temperatura media annuale, mediata sulla superficie del globo, ottenuta da un insieme di simulazioni climatiche, condotte con 59 diversi modelli, sviluppati dai principali centri di ricerca climatica nel mondo.

Le curve sottili colorate, in questa figura, rappresentano le singole simulazioni condotte con i diversi modelli nell’ambito di un programma internazionale, denominato Coupled Model Intercomparison Project (CMIP, <https://pcmdi.llnl.gov/mips/cmip/about-cmip.html>), la curva spessa e rossa rappresenta la media di tutti i modelli. Le simulazioni sono state condotte considerando tutte le forzanti che possono influenzare il clima, come la variabilità dell’attività solare, le eruzioni vulcaniche (indicate dalle linee tratteggiate verticali) e anche le attività umane, soprattutto per il loro impatto sulle concentrazioni dei gas serra. La curva nera rappresenta i valori di anomalie di temperatura ottenute da diversi data set osservativi. Le anomalie sono calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento 1850–1900.

Dalla figura si vede chiaramente che i modelli, nel loro insieme, quando sono considerate tutte le forzanti climatiche, naturali e antropogeniche, riproducono ragionevolmente bene l’evoluzione della temperatura del pianeta negli ultimi 170 anni circa. In particolare, i modelli riproducono bene il trend di lungo termine di riscaldamento globale che ha portato la temperatura della Terra nel corso il 20° secolo ad aumentare di oltre 1°C rispetto al periodo di riferimento, 1850–1900, compreso l'aumento del tasso di riscaldamento a partire dagli anni '70 e il raffreddamento temporaneo che segue le grandi eruzioni vulcaniche.

Con i modelli climatici, quindi, disponiamo di uno strumento che consente di condurre esperimenti quantitativi per esplorare il funzionamento del sistema climatico, le sue dinamiche interne e la sua risposta a perturbazioni esterne, prima fra tutte quella dovuta alle attività umane. Nello specifico, possiamo ripetere le simulazioni mostrate in Figura 2.2, ma questa volta senza dare ai modelli l’informazione sui forzanti antropogenici. Questo è quanto stato fatto negli esperimenti i cui risultati sono mostrati in Figura 2.3.

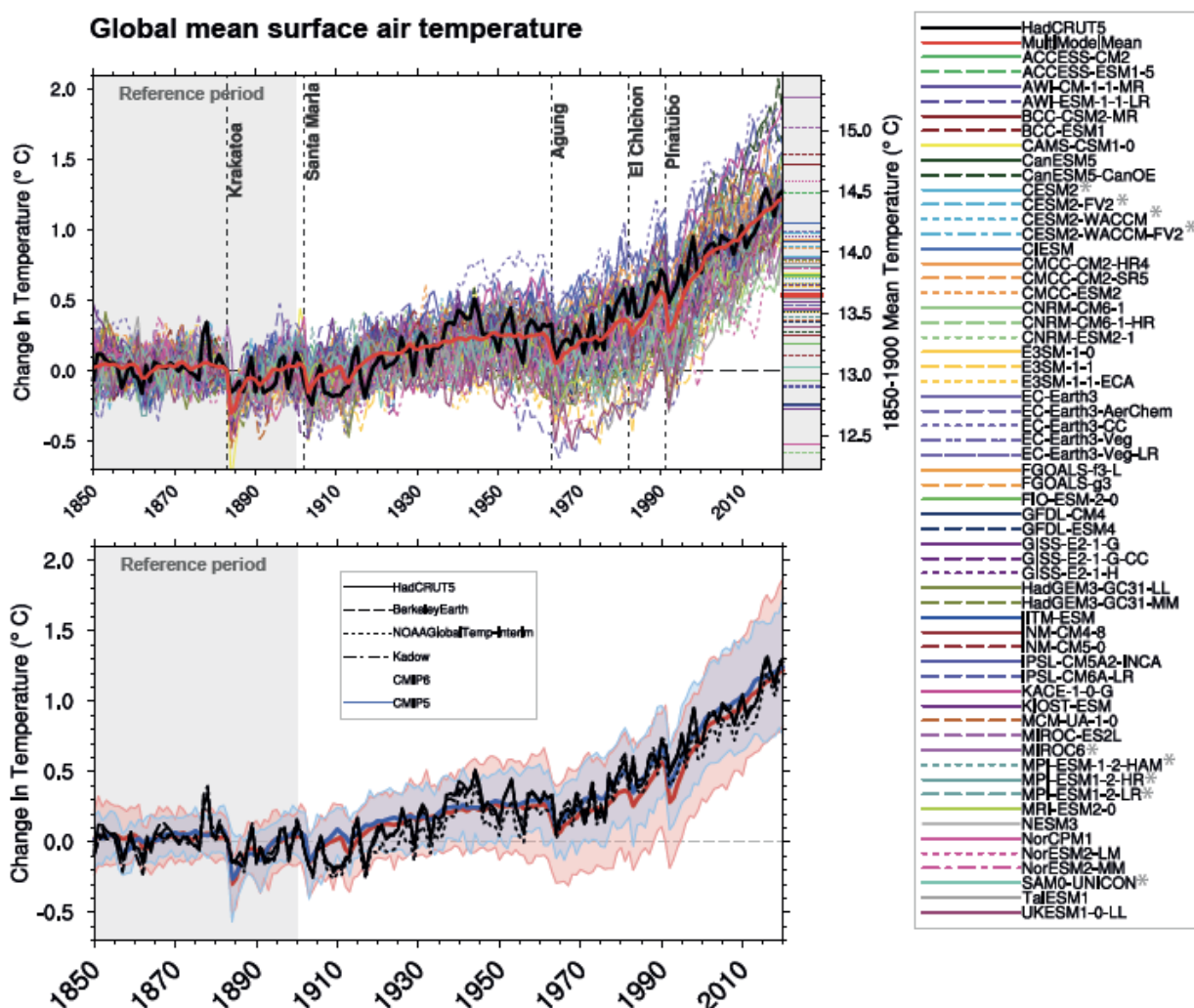


Figura 2.2 Serie temporali osservate e simulate, delle anomalie della temperatura media annuale e globale dell'aria superficiale. Tutte le anomalie sono differenze rispetto alla media sul periodo di riferimento 1850–1900 di ogni singola serie temporale. Pannello a): simulazioni singole dai modelli CMIP6 (linee sottili) e media multi-modello (linea rossa spessa). I dati osservati (linea nera spessa) provengono dal set HadCRUT5 (Met Office Hadley Centre/Climatic Research Unit) e sono la temperatura superficiale. Le linee verticali indicano grandi eruzioni vulcaniche storiche. Pannello b): medie multi-modello degli insiemi CMIP5 (linea blu) e CMIP6 (linea rossa) e intervalli associati dal 5° al 95° percentile (regioni ombreggiate). I dati osservativi sono HadCRUT5, Berkeley Earth, National Oceanic and Atmospheric Administration NOAA GlobalTemp-Interim. Le simulazioni storiche CMIP6 sono state estese con simulazioni SSP2-4.5 per il periodo 2015–2020 e le simulazioni CMIP5 sono state estese con simulazioni RCP4.5 per il periodo 2006–2020. Le medie e i percentili multi-modello sono stati calcolati esclusivamente dalle simulazioni disponibili per l'intero arco di tempo (1850–2020). Ulteriori dettagli sulle fonti e sull'elaborazione dei dati sono disponibili nella tabella dei dati del capitolo (IPCC-AR6, Tabella 3.SM.1).

La figura riporta nella curva nera le osservazioni e nella curva marrone le anomalie di temperature ottenute dalle simulazioni del 20° secolo condotte dall'ensemble di modelli CMIP6, con tutti i forzanti che influenzano il clima, incluse le attività umane e i forzanti naturali come eruzioni vulcaniche e variabilità dell'attività solare. Queste curve sono praticamente le stesse viste e discusse nella Figura 2.2.

La curva di colore verde mostra le simulazioni del 20° secolo condotte con gli stessi modelli, ma questa volta fornendo loro solo le informazioni sulle forzanti naturali, attività vulcanica

e variabilità dell'attività solare. In queste simulazioni è stata eliminata la forzante dovuta alle attività umane. Come risulta evidente, quando non si considerano i forzanti antropogenici e si considerano solo gli effetti dei forzanti naturali, i modelli non riproducono il trend del riscaldamento globale e in particolare il riscaldamento osservato negli ultimi decenni. Riscaldamento correttamente simulato solo quando i forzanti antropogenici sono considerati. In altre parole, **non è possibile spiegare il cambiamento climatico osservato se non si considerano gli effetti delle attività umane.**

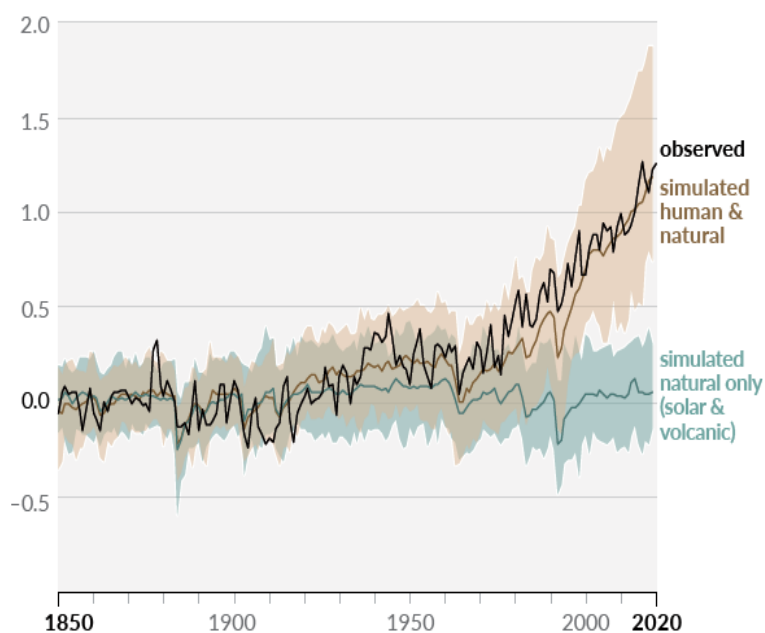


Figura 2.3: Anomalie della temperatura (°C) media annua, mediata sulla superficiale del globo, osservate e simulate dai modelli CMIP6 utilizzando i forzanti dovuti ai fattori umani, naturali e solo naturali, per il periodo 1850–2020. Le anomalie sono calcolate rispetto alla media del periodo 1850–1900. Curva nera: osservazioni; curva marrone: temperatura simulata in risposta ai forzanti umani e naturali; linea verde: variazioni della temperatura simulata in risposta ai soli forzanti naturali (attività solare e vulcanica, verde). Le curve marrone e verde rappresentano le medie dei modelli, le aree ombreggiate mostrano la dispersione delle curve corrispondenti a tutti i modelli. Fonte: IPCC-AR6 (2021).

I risultati di queste simulazioni con e senza i forzanti antropogenici rappresentano quella che è stata considerata la prova più evidente della responsabilità delle attività umane nel cambiamento climatico. Prova che ha portato le comunità delle scienze del clima a concludere, già da parecchi anni, che *“È estremamente probabile che l'influenza umana sia stata la causa principale del riscaldamento osservato dalla metà del 20° secolo”* (IPCC-AR5, SPM).

I risultati per cui non possiamo fare ipotesi sui possibili climi del futuro per il pianeta, senza prima fare delle ipotesi, o meglio degli scenari, su quale sarà la pressione (il forzante) che le attività umane eserciteranno sul sistema climatico a causa del proprio sviluppo socioeconomico, come vedremo nella prossima Sezione di questo capitolo.

3 Proiezioni di cambiamento climatico

Nella precedente sezione abbiamo visto come i modelli numerici possono essere usati per simulare il clima presente, allo scopo di investigarne i meccanismi dinamici, oppure ricostruire l'andamento del clima passato e attribuirne i cambiamenti osservati a specifici

fattori di causa. I modelli, però possono essere anche utilizzati per cercare di capire come il clima potrà eventualmente evolvere nel futuro.

Come è risultato evidente, però, le attività umane hanno un ruolo fondamentale nel determinare gli equilibri climatici, in quanto la forzante che esercitano sul pianeta e il suo sistema climatico non è trascurabile. Tali influenze, quindi, devono essere debitamente considerate per anticipare quale potrebbe essere il possibile clima futuro della Terra.

Pertanto, per condurre simulazioni dell'evoluzione climatica nel futuro, dobbiamo prima di tutto fare degli scenari di possibili (plausibili) sviluppi delle società umane nei prossimi decenni e delle pressioni che essi potranno esercitare sul sistema climatico.

3.1 Scenari di forzanti climatici antropogenici

Gli scenari di future emissioni di gas serra e, più in generale, dei forzanti climatici dovuti alle attività umane, sono basati su scenari di sviluppo socioeconomici che, ipotizzando diverse strategie e percorsi di sviluppo demografico, economico e sociale, tra loro coerenti, permettono di quantificare l'intensità della forzante antropogenica, principalmente espressa in termini di emissioni di gas serra, aerosol e utilizzo del suolo. Quindi, per mezzo dei modelli climatici, è possibile simulare i possibili climi ottenuti in risposta ai diversi forzanti climatici associati a questi scenari di sviluppo socioeconomico.

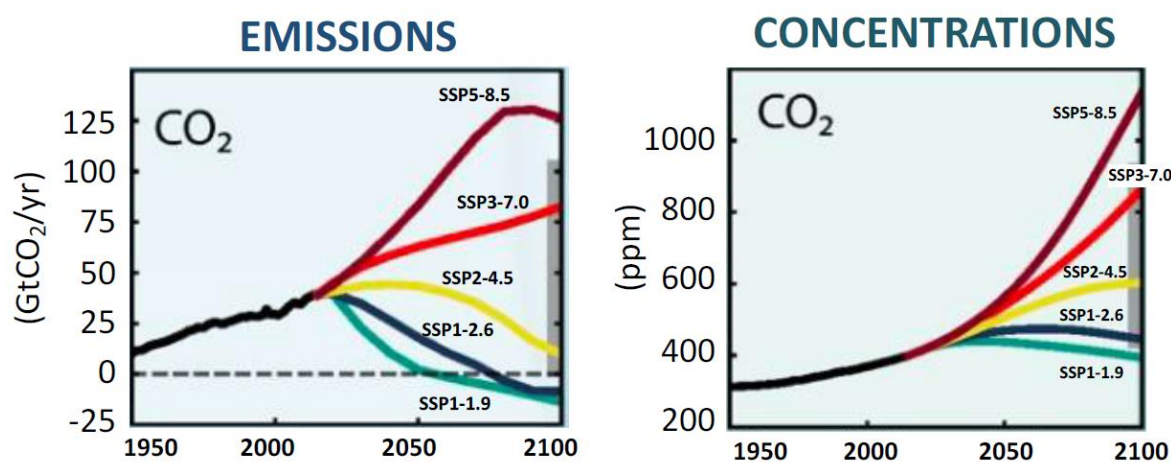


Figura 3.1: andamento delle emissioni (pannello a sinistra) e delle relative concentrazioni (pannello a destra) di gas a effetto serra, espresse in termini di CO₂ equivalente, ricostruite per il periodo storico (curva nera) e per i diversi scenari socioeconomici immaginati per il futuro (curve colorate). Le emissioni sono espresse in Giga-Tonnellate di CO₂ equivalente per anno e le concentrazioni in parti per milione (ppm). Fonte: IPCC–AR6, 2021.

Figura 3.1 mostra l'evoluzione delle emissioni (pannello a sinistra) e i relativi scenari di concentrazione (pannello a destra) di gas serra – denominati SSP (Shared Socio-Economic Pathways) – utilizzati nelle più recenti proiezioni di cambiamento climatico utilizzate per 6° rapporto IPCC (IPCC–AR6, 2021),

Come detto, in tali scenari vengono descritte diverse strategie di sviluppo economico, approvvigionamento energetico, crescita demografica, livello di globalizzazione e altri

parametri socioeconomici che caratterizzano le diverse possibili società future in termini di diversi fabbisogni energetici e tipologia di produzione energetica (fossili o rinnovabili) e, più in generale, di utilizzo delle risorse naturali (vedi Tabella 4.1).

Ai diversi scenari corrisponderanno diverse intensità della forzante climatica antropogenica, qui rappresentata in termini di emissioni di CO₂. Così, per esempio, le curve rosse, nel pannello delle emissioni in Figura 3.1, corrispondenti a scenari intensamente emissivi, indicati con le sigle SSP5–8.5 (che, nel gergo della comunità scientifica è spesso indicato col nome di scenario “business as usual”), oppure SSP3–7. Entrambi corrispondono a scenari socioeconomici fortemente energivori e sostanzialmente basati su fonti energetiche di origine fossile.

All’opposto, le curve verdi e blu indicate con la sigla SSP1–1.9 e SSP1–2.6, riflettono scenari emissivi mitigati da decise e incisive politiche di riduzione delle emissioni. Quindi, corrispondono a scenari socioeconomici che prevedono una rapida ed efficace transizione energetica, con l’abbandono delle fonti fossili e l’implementazione di tecnologie che conducano non solo a emissioni zero nei prossimi decenni, ma che portino a emissioni negative, ottenute con la rimozione dei gas serra dall’atmosfera e il loro sequestro in siti di stoccaggio.

Tabella 4.1: descrizione sintetica degli scenari SSP (Shared Socio-economic Pathways) utilizzati nelle proiezioni di cambiamento climatico. IPCC–AR6, 2021.

SCENARIO	CARATTERISTICHE
SSP1-1.9 fortemente mitigato. 2.6 W/m² al 2100	È lo scenario più "ottimistico" dell'IPCC e descrive un mondo in cui le emissioni globali di CO ₂ sono ridotte a zero intorno al 2050. Le società passano a pratiche più sostenibili, spostando l'attenzione dalla crescita economica al benessere generale. Crescono gli investimenti in istruzione e sanità. La disuguaglianza diminuisce. Le condizioni meteorologiche estreme sono più comuni, ma il mondo ha evitato i peggiori impatti del cambiamento climatico. Questo primo scenario è l'unico che soddisfa l'obiettivo dell'accordo di Parigi di mantenere il riscaldamento globale a circa 1,5 gradi Celsius al di sopra delle temperature preindustriali, con un riscaldamento che raggiunge 1,5 gradi ma poi scende di nuovo e si stabilizza intorno a 1,4 gradi entro la fine del secolo.
SSP1-2.6 fortemente mitigato. 2.6 W/m² al 2100	Le emissioni globali di CO ₂ vengono ridotte drasticamente, immaginando gli stessi spostamenti socioeconomici verso la sostenibilità di SSP1-1.9 ma non così rapidamente e raggiungendo emissioni-zero nette dopo il 2050. La temperatura si stabilizza intorno a 1,8°C in più rispetto al preindustriale entro la fine del secolo. Questo scenario è sostanzialmente un remake dello scenario "ottimistico" RCP2.6 ed è stato progettato con l'intento di simulare uno sviluppo compatibile con l'obiettivo dei 2°C.

SSP2-4.5 mitigato 4.5 W/m² al 2100	Questo è uno scenario "intermedio», nel quale le emissioni di CO ₂ continuano a mantenersi attorno ai livelli attuali prima di iniziare a diminuire a metà del secolo, ma non raggiungono lo zero netto entro il 2100. I fattori socioeconomici seguono le loro tendenze storiche, senza cambiamenti considerevoli. Il progresso verso la sostenibilità è lento, con lo sviluppo e il reddito che crescono in modo disomogeneo. In questo scenario, le temperature salgono di 2,7°C entro la fine del secolo. SSP2-4.5 è l'aggiornamento del "vecchio" scenario RCP4.5, con un forcing radiativo aggiuntivo di 4,5 W/m ² entro il 2100 rappresenta il percorso medio delle future emissioni di gas serra.
SSP3-7.0: 7.0 W/m² al 2100	In questo scenario, le emissioni e le temperature aumentano costantemente e le emissioni di CO ₂ raddoppiano circa rispetto ai livelli attuali entro il 2100. I paesi diventano più competitivi tra loro, spostandosi verso la sicurezza nazionale e garantendo i propri approvvigionamenti alimentari. Entro la fine del secolo, le temperature medie sono aumentate di 3,6°C. Con i suoi 7 W/m ² entro il 2100, questo scenario si colloca nella parte medio-alta dell'intera gamma di scenari. È stato recentemente introdotto dopo gli scenari RCP, colmando il divario tra i "vecchi" scenari RCP6.0 e RCP8.5.
SSP5-8.5 "business- as-usual" 8.5 W/m² al 2100	Questo è il futuro da evitare a tutti i costi. Gli attuali livelli di emissioni di CO ₂ raddoppiano all'incirca entro il 2050. L'economia globale cresce rapidamente alimentata dallo sfruttamento dei combustibili fossili e da stili di vita ad alta intensità energetica. Entro il 2100, la temperatura media globale potrà essere anche di oltre 5°C più calda rispetto al periodo preindustriale. Con un forzante radiativo aggiuntivo di 8,5 W/m ² entro il 2100, questo scenario rappresenta il limite superiore della gamma di scenari descritti in letteratura. Può essere inteso come un aggiornamento dello scenario CMIP5 RCP8.5.

Tra gli scenari rossi e quelli blu, vi sono gli scenari intermedi, come per esempio l'SSP2-4.5 nel quale la riduzione delle emissioni è immaginata nella seconda metà del 21° secolo e ad un tasso inferiore rispetto agli scenari più decisamente mitigati.

Agli scenari emissivi corrispondono quelli di concentrazione (Figura 3.1, pannello a destra), che esprimono la quantità di gas serra che si accumulano in atmosfera, in conseguenza al bilancio tra quanta ne viene emessa dalle attività umane, che si somma a quella prodotta nei cicli naturali, e quanta ne viene assorbita dai "pozzi" naturali (vegetazione terrestre e oceano, i più importanti di tutti). Dal punto di vista della fisica del sistema, è la concentrazione quella che veramente risulta importante, perché è dalla concentrazione dei gas serra in atmosfera che dipende la capacità di quest'ultima di "fare" effetto serra.

È importante sottolineare che anche se si raggiungesse una subitanea stabilizzazione delle emissioni di CO₂, cioè le emissioni smettersero improvvisamente di aumentare, ciò non si tradurrebbe automaticamente in una stabilizzazione delle concentrazioni atmosferiche. Questo perché la CO₂ si accumula nell'atmosfera in conseguenza a quello che viene definito "tempo di permanenza", vale a dire il tempo necessario affinché la CO₂ emessa venga rimossa dall'atmosfera attraverso processi naturali del ciclo del carbonio. La durata di

questo tempo varia in modo anche significativo: parte della CO₂ può essere rimossa in meno di 5 anni attraverso processi di ciclo veloce; mentre altri processi, come l'assorbimento attraverso la vegetazione terrestre, il suolo e i microorganismi presenti nell'oceano profondo, possono richiedere da centinaia a migliaia di anni. Quindi, anche se smettessimo di emettere CO₂ oggi, ci vorrebbero molti anni perché la sua concentrazione in atmosfera si stabilizzasse e poi molte decine di anni prima che i cicli naturali di assorbimento la facciano calare.

Pertanto, anche per gli scenari nei quali si immagina che l'implementazione di drastiche politiche di mitigazione porti a un sostanziale e repentino calo delle emissioni, SSP1-1.9 e SSP1-2.6, la concentrazione non diminuisce in egual misura e molto più lentamente.

3.2 Proiezioni di cambiamento climatico globale

I diversi scenari di forzanti sono forniti ai modelli climatici per simulare l'evoluzione futura del clima terrestre in risposta alla pressione delle attività antropiche corrispondenti e quantificare, per esempio, il riscaldamento globale ad esse associati.

In Figura 3.2 è mostrato l'andamento delle medie globali delle temperature (pannello a sinistra) e delle precipitazioni (pannello a destra) prodotte dalle simulazioni numeriche del 20° secolo, curva nera (media di 38 e 37 simulazioni rappresentate dall'area grigia), e proiettate per il 21° secolo dai modelli in risposta ai diversi scenari di forzante antropogenico, curve colorate.

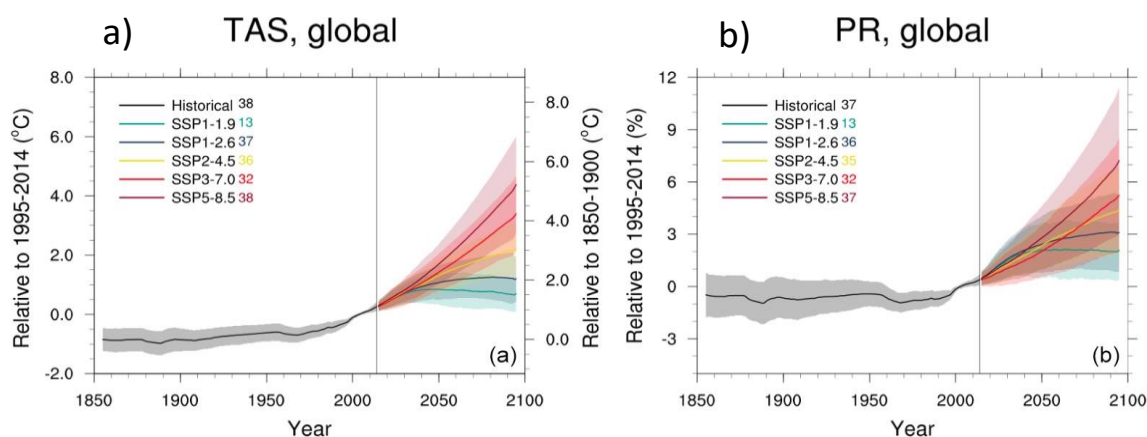


Figura 3.2: **a)** Serie temporali della temperatura media globale: anomalie calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento 1995–2014 (asse di sinistra) e alla media del periodo preindustriale (1850–1900) asse di destra, per gli scenari SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 e SSP5-8.5. **b)** Serie temporali delle precipitazioni globali: variazioni (percentuali) calcolate rispetto alla media del periodo di riferimento 1995–2014 per gli scenari SSP1-1.9, SSP1-2.6, SSP2-4.5, SSP3-7.0 e SSP5-8.5. Le linee spesse sono le medie dell'insieme dei modelli considerati (numero di modelli mostrato nelle legende). L'ombreggiatura rappresenta l'intervallo di deviazione standard dell'insieme delle simulazioni (approssimando così l'intervallo di confidenza 5%–95% intorno alla media di una distribuzione normale). A tutte le curve è stato applicato un filtro "running mean" di 11 anni, per rimuovere la variabilità ad alta frequenza. Fonte: IPCC–AR6, 2021.

Lo scenario più emissivo, SSP5-8.5, quello nel quale le emissioni di gas serra continueranno ad aumentare nel 21° secolo praticamente con lo stesso tasso di crescita osservato negli ultimi decenni, produce un riscaldamento, che alla fine del secolo, porterà la temperatura media globale ad essere tra i 4 e i 6 °C più calda rispetto al periodo riferimento, 1850-1900 (curva rossa scura e ombreggiatura rossa).

Lo scenario più mitigato, SSP1-1.9, da parte sua porterà il riscaldamento del pianeta a valori di temperatura compresi tra circa 1 e 2.5 °C più alti rispetto al periodo di riferimento (curva blu chiara e ombreggiatura azzurra).

Pertanto, anche nello scenario più mitigato, quello nel quale si prevede una immediata, decisa ed efficace implementazione di politiche che riducano le emissioni a zero per poi portarle a valori negativi, la risposta del sistema climatico proiettata dai modelli indica un aumento della temperatura media del pianeta, che, ovviamente, si attesta a valori molto inferiori rispetto agli scenari più intensivi (SSP5-8.5 e SSP3-7.0), ma rappresenta comunque un sensibile cambiamento nelle caratteristiche climatiche rispetto al periodo preindustriale. Cambiamento che si riflette su un numero di altri parametri meteorologici, come per esempio le precipitazioni. E infatti, ad ogni scenario di riscaldamento, corrisponde anche un aumento della precipitazione media globale (Figura 3.2, pannello b), più marcata nello scenario “business as usual” (SSP5-8.5), più moderata negli scenari mitigati (per es., SSP1-1.9).

Generalmente, per semplicità di comunicazione, il cambiamento climatico viene illustrato soprattutto in termini di cambiamento delle medie globali, come mostrato in Figura 1.3 e Figura 3.2. Ma, ovviamente, come visto in Figura 1.4 per il cambiamento climatico osservato negli ultimi decenni, i trend di aumento delle temperature hanno delle strutture spaziali che differenziano il riscaldamento da regione a regione.

Inoltre, i modelli climatici producono una rappresentazione tri-dimensionale del sistema climatico (oltre che della sua evoluzione nel tempo). Pertanto le proiezioni in risposta agli scenari dei forzanti antropogenici che i modelli forniscono, sono in realtà delle mappe tri-dimensionali dei parametri meteo-climatici, che provvedono anche informazioni sulla distribuzione spaziale dei segnali di cambiamento, utili poi per un’eventuale analisi e valutazione degli impatti che questi possono avere regione per regione.

Per esempio, la Figura 3.3 mostra come l’aumento della temperatura ottenuto dalle proiezioni per gli scenari SSP1-2.6 e SSP3-7.0, sia appunto globale, il pianeta si riscalda praticamente ovunque, ma non nella stessa misura.

Come già notato per il riscaldamento osservato nel recente passato, anche il riscaldamento proiettato non è omogeneamente distribuito sulla superficie del pianeta. Le aree continentali dell’emisfero settentrionale, per esempio, si riscaldano in modo più pronunciato rispetto alle superfici oceaniche. Questo succede perché gli oceani hanno una capacità termica maggiore del suolo terrestre e, pertanto, a parità di calore ricevuto aumentano in misura minore la propria temperatura.

Quindi, se il riscaldamento medio del pianeta nello scenario SSP3-7.0 alla fine del 21° secolo è proiettato essere di circa 3.7 °C, localmente, soprattutto nelle regioni continentali dell’emisfero settentrionale, può superare i 5 °C. Con le gravi implicazioni che un riscaldamento di questa portata potrebbe avere in termini di impatti sugli ecosistemi e sulle società.

Invece, nel caso dello scenario mitigato SSP1-2.6, che proietta alla fine del secolo un incremento medio globale di temperatura di circa 1.8 °C, anche l'aumento locale delle temperature rimane comunque confinato a valori poco superiori ai 2 °C. Cosa che mette ulteriormente in evidenza l'importanza cruciale del porsi obiettivi di riduzioni delle emissioni coerenti con gli scenari più fortemente mitigati (SSP1-2.6 o ancora meglio SSP1-1.9).

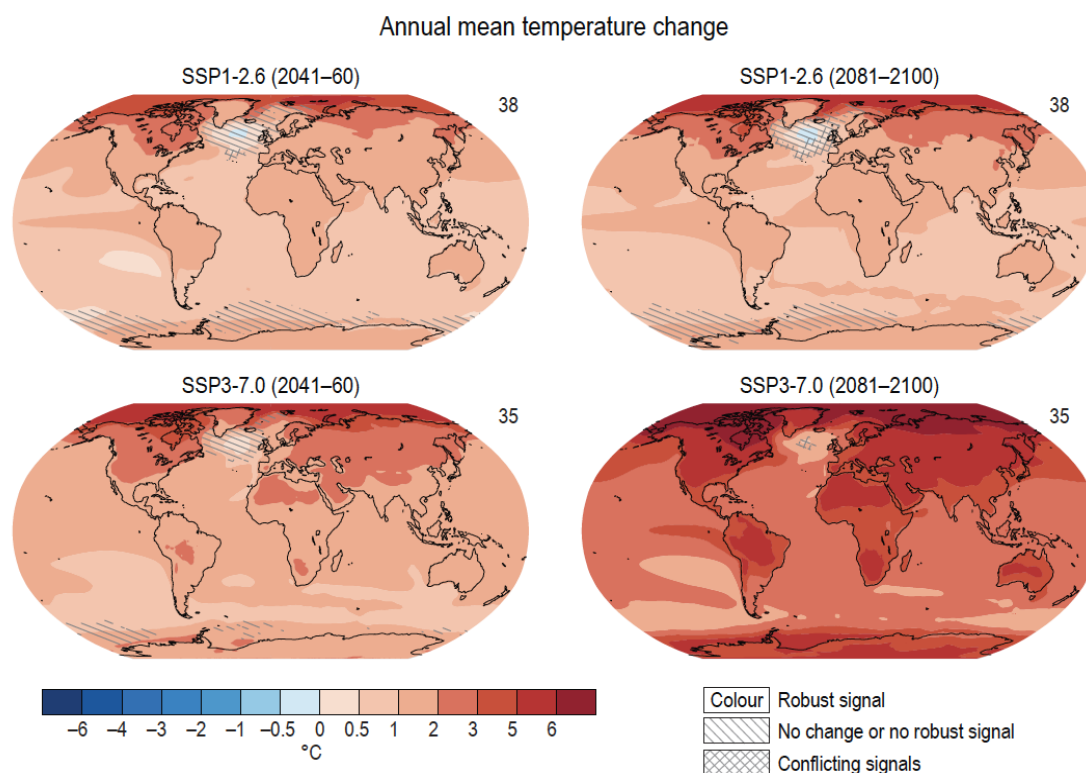


Figura 3.3: Variazione a medio e lungo termine della temperatura superficiale media annuale (°C), ottenute come medie di un ensemble multi-modello di proiezioni, per i periodi 2041–2060 e 2081–2100 rispetto al periodo di riferimento 1995–2014. Pannelli in alto scenario SSP1–2.6 e in basso scenario SSP3–7.0. Il numero di modelli utilizzati è indicato in alto a destra nelle mappe. Le linee diagonali indicano regioni senza cambiamenti significativi. Le linee incrociate indicano aree di segnali contrastanti in cui almeno il 66% dei modelli mostra un cambiamento maggiore della soglia di variabilità interna, ma meno dell'80% di tutti i modelli concorda sul segno del cambiamento. Ulteriori dettagli sulle fonti e sull'elaborazione dei dati IPCC–AR6 (2021), Tabella 4.SM.1.

Figura 3.4 mostra la proiezione del cambiamento della precipitazione media stagionale per l'inverno (DJF, pannelli superiori) e l'estate (JJA, pannelli inferiori) alla fine del 21° secolo (media del periodo 2081–2100) rispetto alla media del periodo di riferimento, 1986–2005, nello scenario mitigato SSP1–2.6 (pannelli a sinistra) e nello scenario SSP3–7.0 (pannelli a destra).

La principale differenza che si nota rispetto a quanto visto per il cambiamento in temperatura è che la precipitazione, in entrambi gli scenari, non cambia nello stesso modo su tutto il pianeta. Infatti, vi sono regioni dove, soprattutto nello scenario più intensivo SSP3–7.0, la precipitazione è proiettata diminuire, come l'area del Mediterraneo, il centro e sud America, oppure la parte meridionale del continente Africano. Altre regioni, come l'Africa sub-Sahariana orientale e la sponda occidentale dell'Oceano Indiano, oppure la

parte più settentrionale dell'Eurasia e del Nord America, dove invece le proiezioni indicano un aumento della precipitazione.

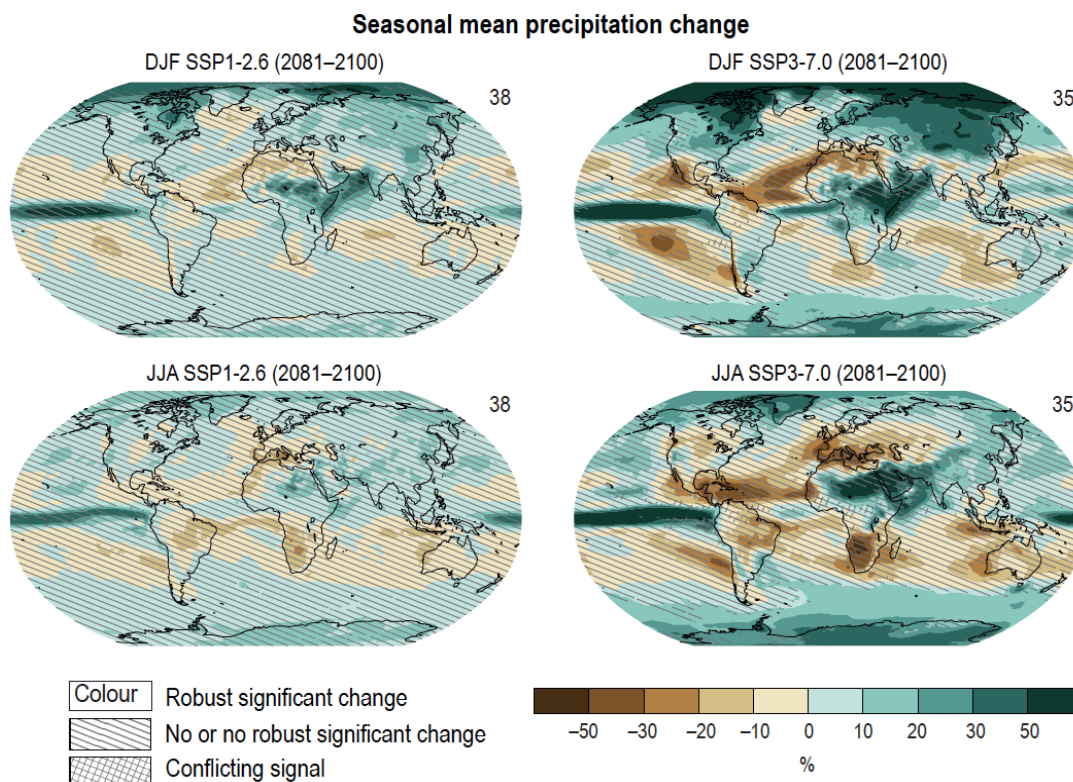


Figura 3.4: Variazione a lungo termine (espressa in %) delle precipitazioni medie stagionali, ottenute come medie di un ensemble multi-modello di proiezioni, per la stagione dicembre-gennaio-febbraio (DJF, pannelli in alto) e giugno-luglio-agosto (JJA, pannelli in basso). La differenza è calcolata tra le precipitazioni stagionali medie nel periodo 2081–2100 rispetto al periodo di riferimento 1995–2014, per (pannelli a sinistra) lo scenario SSP1–2.6 e (pannelli a destra) lo scenario SSP3–7.0. Il numero di modelli utilizzati è indicato in alto a destra nelle mappe. Le linee diagonali indicano le regioni dove i cambiamenti non sono significativi o dove meno del 66% dei modelli mostra cambiamenti superiori alla soglia di variabilità interna. Ulteriori dettagli sulle fonti e sull'elaborazione dei dati IPCC–AR6 (2021), Tabella 4.SM.1.

Questi risultati mostrano una redistribuzione delle precipitazioni medie che rappresentano una esacerbazione di trend già in corso e già visibili nei cambiamenti dei pattern di precipitazione, ai quali, ovviamente, corrisponderà una redistribuzione delle risorse idriche disponibili.

Per le regioni che, come il Mediterraneo, già nel clima attuale vedono notevoli porzioni della propria area soggette a condizioni di stress idrico, le proiezioni di cambiamento climatico indicano un possibile ulteriore acutizzarsi dei problemi legati alla disponibilità d'acqua in futuro.

È importante comunque sottolineare, che in molte di queste regioni il segnale di cambiamento nelle precipitazioni è tutt'altro che forte e coerente e, in molte aree, vi è una notevole incertezza tra i risultati prodotti dai diversi modelli. Ma come abbiamo già visto anche per i cambiamenti climatici in corso nel 20° secolo e in questi primi decenni del 21°, se i valori medi stagionali delle precipitazioni mostrano trend non sempre chiaramente

identificabili, è nei cambiamenti dei regimi di precipitazione che il segnale diventa più chiaro ed evidente.

Figura 3.5 mostra i cambiamenti delle statistiche giornaliere delle piogge in termini di intensità di precipitazioni (pannelli a destra) e numero dei giorni senza pioggia (pannelli a sinistra), per tre differenti scenari di emissioni: mitigato (SSP1-2.6, pannelli in alto), intermedio (SSP2-4.5, pannelli in mezzo) e “business as usual” (SSP5-8.5, pannelli in basso). Da queste proiezioni emerge chiaramente come in tutti gli scenari, ma in maniera progressivamente più intensa all’aumentare dell’intensità del forzante, il Mediterraneo (ma allo stesso modo anche buona parte dell’Africa occidentale e meridionale, così come larghe porzioni del Centro e Sud America) è esposto a condizioni di crescente siccità meteorologica, con il progressivo e significativo aumento del numero di giorni per anno senza pioggia. L’aumento di siccità meteorologica, ovviamente, suggerisce un aumento del pericolo di siccità idrologica e quindi del rischio di crisi idrica per una regione che, sotto questi aspetti, già oggi soffre condizioni di criticità.

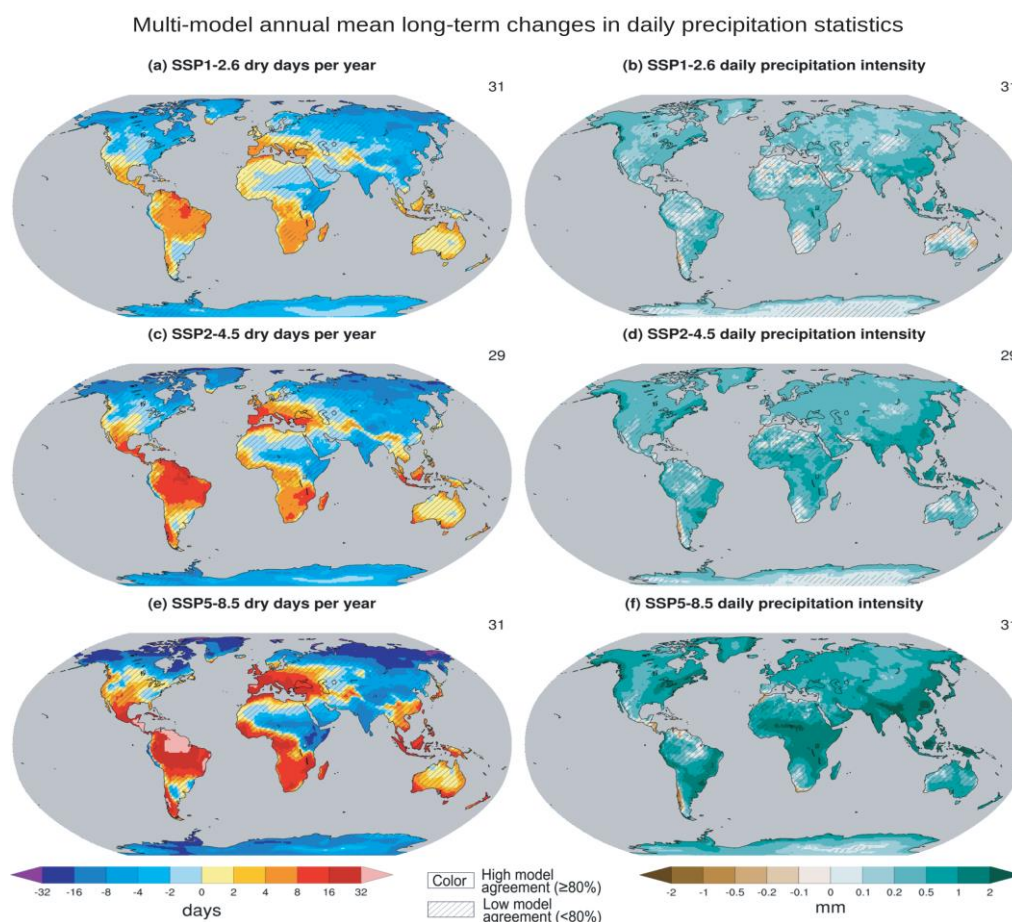


Figura 3.5: Variazioni nelle statistiche sulle precipitazioni giornaliere proiettate a lungo termine in tre futuri scenari di emissioni. Pannelli a sinistra: cambiamento delle medie annuali nel numero di giorni asciutti (ovvero giorni con meno di 1 mm di pioggia); pannelli a destra: cambiamento delle medie annuali nell'intensità giornaliera delle precipitazioni (in mm, stimata come quantità media giornaliera di precipitazioni nei giorni piovosi – ad esempio, giorni con intensità superiore a 1 mm/giorno) calcolata in media tra i modelli CMIP6 disponibili (numero fornito in alto a destra di ogni pannello). Pannelli a) e b) scenario SSP1-2.6; pannelli c) e d) scenario SSP2-4.5; pannelli e) ed f) scenario SSP5-8.5. Le linee diagonali indicano aree dove meno dell'80% dei modelli concorda sul segno del cambiamento. Ulteriori dettagli sulle fonti e sull'elaborazione dei dati sono disponibili in IPCC-AR6 (2021), Tabella 8.SM.1.

Allo stesso tempo, dai pannelli mostrati nella colonna di destra della Figura 3.5 che riportano il cambiamento nell'intensità delle precipitazioni, si vede che le proiezioni indicano un aumento praticamente generalizzato dell'intensità delle piogge. Quindi, le proiezioni, in tutti gli scenari, confermano anche per il futuro una tendenza già visibile nelle osservazioni del clima presente: piove meno frequentemente (producendo condizioni di siccità meteorologica e un aumento dei rischi associati), ma quando piove la precipitazione è più intensa, con le immaginabili conseguenze in termini di potenziali rischi di alluvioni.

3.3 Proiezioni di cambiamento climatico per il bacino Mediterraneo e la Penisola Italiana

Nella Sezione precedente abbiamo visto alcuni risultati riguardanti le proiezioni globali di cambiamento climatico prodotte dai principali centri di ricerca internazionali, e in particolare, abbiamo discusso risultati ottenuti dalle proiezioni globali prodotte dal 6° programma CMIP (CMIP6), alla base del 6° rapporto dell'IPCC (IPCC-AR6, <https://www.ipcc.ch>) pubblicato tra il 2021 e il 2023.

Per avere un'informazione più dettagliata che meglio illustri cosa le proiezioni climatiche dicono in merito ai possibili cambiamenti nel bacino del Mediterraneo e sulla penisola Italiana, si deve fare riferimento a simulazioni prodotte da diversi centri nell'ambito di programmi, come Euro-CORDEX (<https://www.euro-cordex.net>) e Med-CORDEX (www.medcordex.eu, Ruti et al., 2016; Cavicchia et al., 2018), finalizzati alla produzione di down-scaling, ovvero raffinamento spaziale, delle proiezioni globali sul continente Europeo e il Mediterraneo.

Nella Sezione 2.2.2, abbiamo visto che le osservazioni suggeriscono che la regione Mediterranea si sia notevolmente riscaldata negli ultimi decenni. Le temperature medie annuali a livello di bacino sono in questi anni approssimativamente 1.54°C al di sopra della media del periodo 1860-1890 per le aree terrestri e marine, ovvero quasi mezzo grado in più rispetto al riscaldamento medio osservato al livello globale.

Le proiezioni mostrate in Figura 3.6, ottenute dall'ensemble Euro-CORDEX, indicano che il riscaldamento del bacino Mediterraneo continuerà durante il 21° secolo. In particolare, sulla terraferma, il riscaldamento durante il 21° secolo sarà probabilmente compreso tra 0,9 e 1,5 °C nel caso di uno scenario mitigato (RCP2.6), oppure sarà compreso tra 3,7 e 5,6 °C, qualora dovessimo continuare a produrre emissioni come nel caso "business as usual" (RCP8.5).

Vi sono comunque forti indicazioni e un consenso generale sul fatto che, indipendentemente dallo scenario, il riscaldamento nel Mediterraneo continuerà più rapidamente rispetto a quello globale e supererà il valore medio globale del 20% su un base annuale e del 50% in estate.

Il segnale di riscaldamento descritto in Figura 3.6, è accompagnato da una riduzione delle precipitazioni che appare più consistente nello scenario più intensivo. La riduzione delle piogge risulta predominante in tutto il bacino nelle stagioni calde, da aprile a settembre, con magnitudo maggiore in JJA (MedECC, 2020). Mentre nella stagione invernale, la riduzione delle precipitazioni durante nella seconda metà del 21° secolo sembra interessare principalmente la parte più meridionale dell'Europa, particolarmente le penisole iberica, italiana e balcanica, e i paesi della sponda meridionale del Mediterraneo (MedECC, 2020).

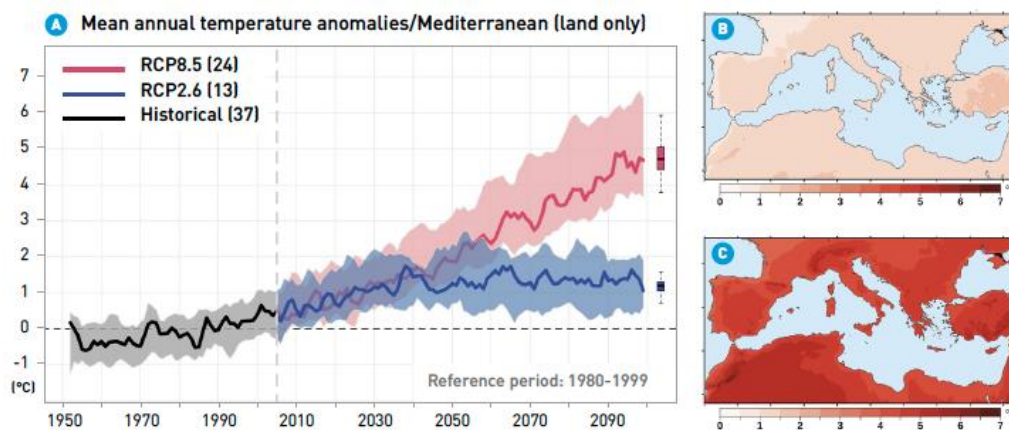


Figura 3.6: proiezioni della temperatura sulle aree di terra del bacino del Mediterraneo. Variazioni proiettate della temperatura annuale relative al recente periodo di riferimento passato (1980-1999), basate sulla media dell'insieme dei modelli EURO-CORDEX con risoluzione di circa 11km (0,11°). Pannello A: evoluzione temporale delle temperature simulate per scenari di emissioni RCP2.6 e RCP8.5 (per una sintetica descrizione degli scenari di emissione RCP2.6 e RCP8.5, vedi Gualdi e Buongiorno 2021 oppure https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_futurechanges.php). Panelli B e C: riscaldamento alla fine del 21° secolo (2080-2099) per lo scenario RCP2.6 e RCP8.5 rispettivamente, rispetto al periodo di riferimento 1980-1999.

Il pannello A di Figura 3.7 riporta l'evoluzione temporale delle precipitazioni a scala di bacino per i due scenari RCP2.6 e RCP8.5 dal 1950 al 2100, mostrando sia la media di insieme (curve rossa e blu) che lo “spread” tra i modelli Euro-CORDEX (aree ombreggiate rossa e blu). L'ampio spread inter-modello indica una marcata incertezza e i due scenari iniziano a separarsi solo dopo la metà del 21° secolo.

Pertanto, mentre le proiezioni indicano che le precipitazioni probabilmente diminuiranno nel bacino del Mediterraneo, almeno negli scenari di fascia più alta, è difficile assegnare trend quantitativamente robusti per gli scenari più mitigati come l'RCP2.6 (MedECC, 2020).

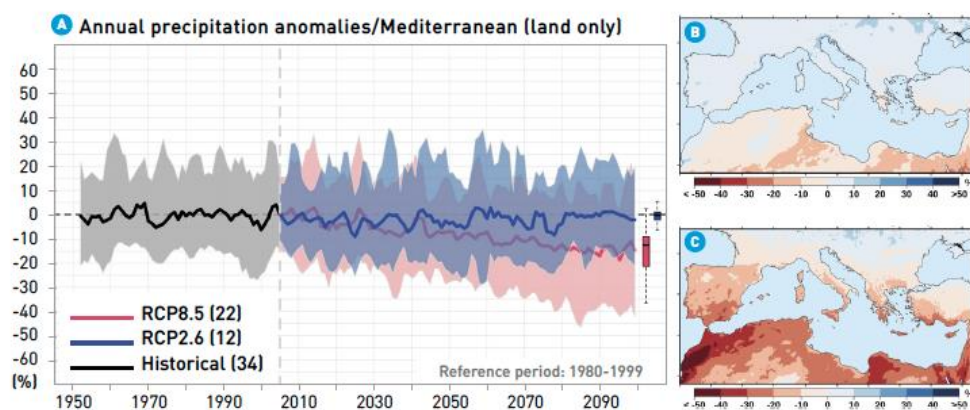


Figura 3.7: proiezioni della precipitazione sulle aree di terra del bacino del Mediterraneo. Variazione delle precipitazioni annuali su terraferma nel bacino del Mediterraneo rispetto al periodo di riferimento 1980-1999, basate sulla media dell'insieme dei modelli EURO-CORDEX con risoluzione di circa 11km (0,11°). Pannello A: evoluzione temporale delle medie delle precipitazioni simulate per scenari di emissioni RCP2.6 e RCP8.5 (per una sintetica descrizione degli scenari di emissione RCP2.6 e RCP8.5, vedi Gualdi e Buongiorno 2021 oppure https://ar5-syr.ipcc.ch/topic_futurechanges.php). Panelli B e C: variazione delle precipitazioni alla fine del 21° secolo (2080-2099) per scenari di emissione RCP2.6 e RCP8.5 rispettivamente, rispetto al periodo di riferimento 1980-1999. Fonte: MedECC (2020).

L'incertezza nelle proiezioni delle precipitazioni è ancora maggiore quando ci spostiamo alla scala locale a causa degli effetti delle forzanti locali come topografia e coste. Ad esempio, per la regione Alpina, Giorgi et al. (2016) hanno rilevato che le proiezioni dei modelli regionali ad alta risoluzione spaziale (Euro-CORDEX) mostrano un aumento delle precipitazioni estive in aree in cui i modelli globali a più bassa risoluzione prevedono una diminuzione delle piogge. In altre parole, le proiezioni Euro-CORDEX ad alta risoluzione suggeriscono che occorre prestare attenzione quando si applicano i pattern di cambiamento a larga scala ottenuti dai modelli globali alla scala regionale, poiché i cambiamenti di scala locale possono essere fortemente influenzati da condizioni locali quali la topografia e le linee costiere e i trend che si ottengono possono essere diversi, arrivando anche ad avere segni opposti rispetto a quelli ottenuti con i modelli globali (a più bassa risoluzione).

Se, invece, spostiamo l'attenzione su come nelle proiezioni cambiano i regimi di precipitazione (intensità e caratteristiche degli estremi) nel Mediterraneo, ancora una volta i risultati dei modelli mostrano per questi indicatori un segnale di cambiamento più chiaro e marcato di quanto avviene per i valori medi annuali o stagionali delle piogge.

Le proiezioni climatiche sia globali che regionali, indicano un predominante spostamento verso regimi di precipitazione con maggiore variabilità interannuale, maggiore intensità e maggiori estremi (particolarmente in inverno, primavera e autunno) e al tempo stesso mostrano una diminuzione della frequenza degli eventi con un allungamento dei periodi di siccità meteorologica (giorni senza pioggia), soprattutto in estate. Questa risposta idro-climatica al riscaldamento globale è maggiore per gli scenari più emissivi (es. RCP8.5) rispetto a quelli più mitigati (es. RCP2.6) e per periodi temporali più avanti nel futuro rispetto a quelli più prossimi (MedECC, 2020).

In Figura 3.8 sono mostrati i risultati di un'analisi sul cambiamento (percentuale) nell'intensità degli eventi di precipitazione che nel clima attuale hanno tempi di ritorno di 20 anni, in due scenari futuri, alla fine del 21° secolo, prodotti da un ensemble di modelli Med-CORDEX (Tramblay and Somot, 2018). Quasi tutte le aree considerate sulle coste settentrionali del bacino del Mediterraneo e particolarmente quelle della penisola italiana, mostrano un significativo aumento dell'intensità degli eventi con tempo di ritorno di 20 anni.

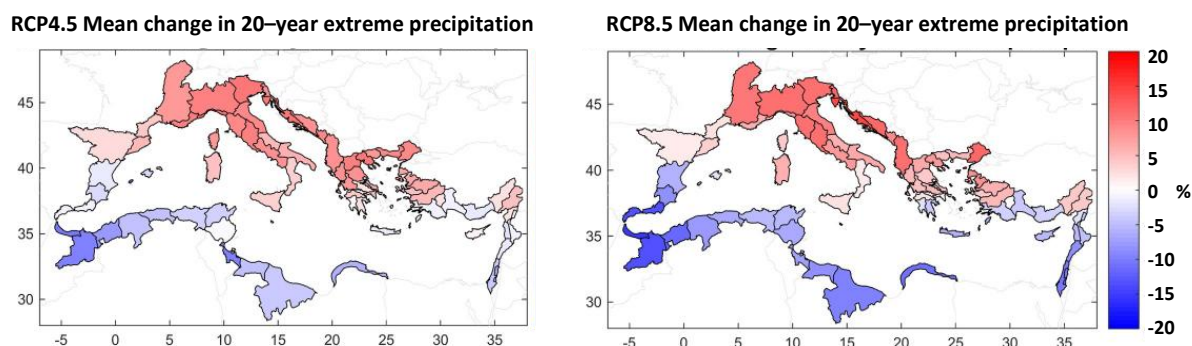


Figura 3.8: Variazioni percentuali relative medie, alla fine del 21° secolo, nel periodo di ritorno degli eventi estremi di pioggia con periodo di ritorno di 20 anni, calcolate per ciascuno dei 102 bacini del Mediterraneo indicati in figura, negli scenari RCP4.5 e RCP8.5. Fonte: Tramblay and Somot (2018).

Per quanto riguarda le proiezioni di cambiamento climatico sulla penisola italiana, al momento, i risultati presentati e discussi in Gualdi e Buongiorno (2021) rappresentano ancora la valutazione più completa, basata su un ensemble di modelli e scenari diversi, tra quelle disponibili.

Qui, ci limitiamo ad aggiungere un aggiornamento di quei risultati basato su un nuovo set di “down-scaling” delle proiezioni globali, prodotto utilizzando modelli atmosferici ad altissima risoluzione (~2-3km) implementati su un dominio limitato, centrato sulla regione Alpina come rappresentato in Figura 3.9 (Coppola et al. 2020).

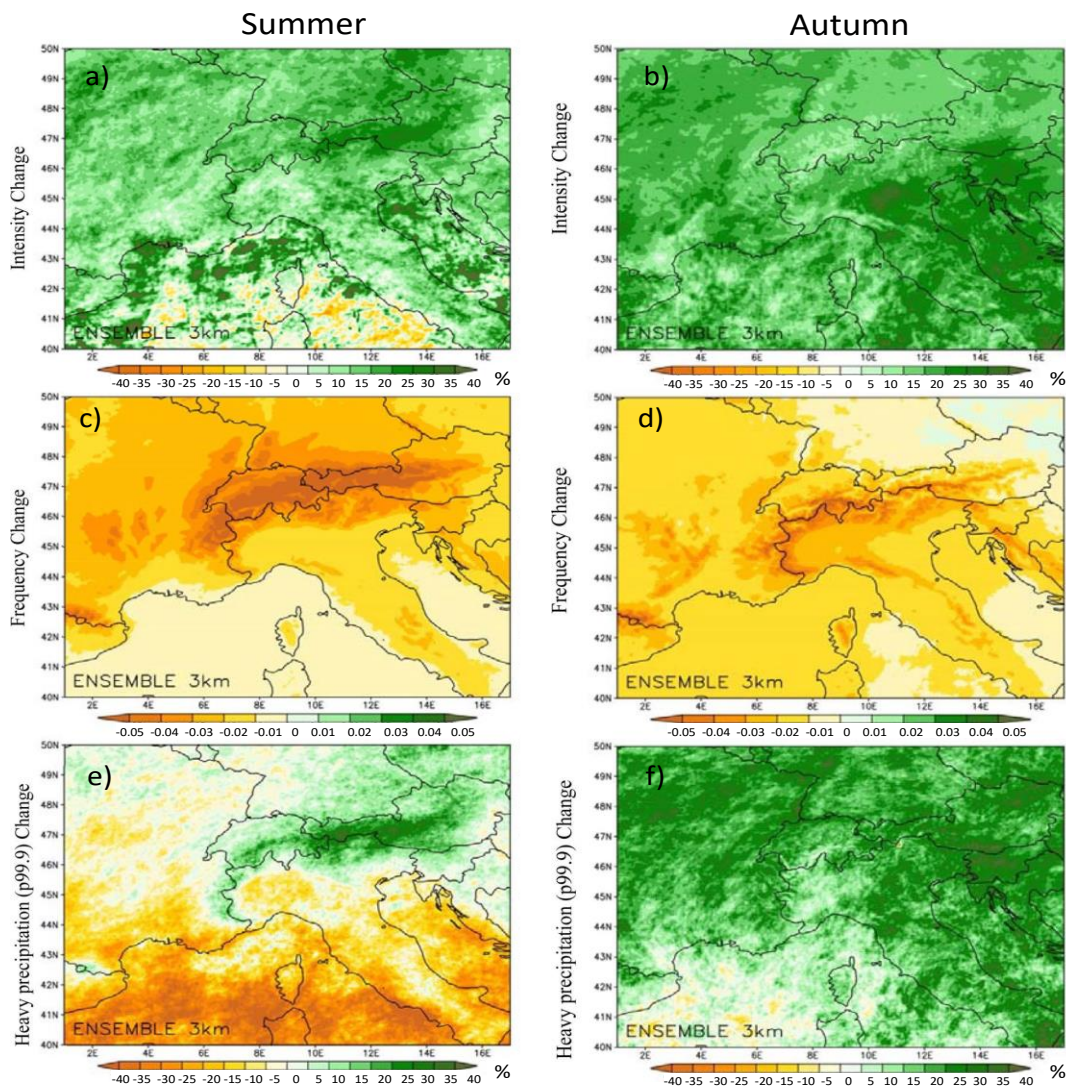


Figura 3.9: Variazione percentuale media dell'insieme degli indici analizzati nel periodo 2090–2099 per le precipitazioni orarie estive (la simulazione storica è il riferimento, 1996–2005). Dall'alto verso il basso, cambiamenti di: pannelli a) e b) intensità; pannelli c) e d) frequenza; pannelli e) e f) forti precipitazioni (p99.9). I risultati sono ottenuti da downscaling di proiezioni globali con lo scenario di emissioni RCP 8.5 condotti con l'ensemble MedCORDEX-FPS di Convection-Permitting Regional Climate Models (CPRCM). Più informazioni in: Pichelli et. al (2021).

I modelli a risoluzione chilometrica, come quelli utilizzati in queste simulazioni, sono anche definiti “convection-permitting” (d’ora in poi CPRCM) in quanto consentono di

rappresentare in modo più realistico i fenomeni convettivi e la precipitazione ad essi associata. Infatti, in Coppola et al. (2020), da un confronto con le osservazioni delle simulazioni del clima presente condotte con questi modelli CPRCM e dei risultati ottenuti con modelli regionali Euro-CORDEX a risoluzioni standard (11-12km; d'ora in poi RCM), mostra che i primi producono una migliore rappresentazione dei dettagli a scala fine dei pattern di precipitazione e una riduzione dei bias rispetto alle osservazioni per la maggior parte degli indici statistici analizzati (precipitazione media giornaliera, frequenza giorno/ora di pioggia, frequenza giorno/ora di pioggia intensità e forti eventi di precipitazione).

In particolare, le simulazioni a scala chilometrica evidenziano una migliore rappresentazione sia della frequenza che dell'intensità delle precipitazioni su scala oraria e su scala giornaliera, oltre a un notevole miglioramento del ciclo diurno delle precipitazioni, di intensità e di rappresentazione degli estremi orari.

Pichielli et al. (2021) hanno poi confrontato il downscaling delle proiezioni di cambiamento climatico prodotto con un ensemble costituito da 12 modelli CPRCM, con i risultati ottenuti dai "tradizionali" downscaling eseguiti con un ensemble di RCM Euro-CORDEX (l'elenco completo dei modelli e delle loro caratteristiche è riportato in Tabella 1 dell'articolo). Dalle loro analisi risulta che le proiezioni di scenario RCP8.5 ad altissima risoluzione (CPRCM) producono una marcata riduzione delle precipitazioni medie estive, prevalente su tutto il dominio, inclusa la grande regione Alpina. Questa riduzione delle precipitazioni estive è principalmente riconducibile alla riduzione della frequenza degli eventi piovosi (Figura 3.9, pannello c). L'intensità delle piogge estive (Figura 3.9, pannello a), invece, è proiettata aumentare praticamente su tutto il dominio ad eccezione di una porzione del Tirreno meridionale. Mentre appare probabile che le precipitazioni estreme estive diminuiscano in modo più lieve nella parte più occidentale e, in modo più marcato, nel settore meridionale del dominio, aumentando però sulla regione Alpina, specialmente nella sua parte orientale (Figura 3.9, pannello e).

In autunno, l'aumento dell'intensità delle precipitazioni appare ancora più marcato, specialmente nel nord Italia e nella pianura Padana (Figura 3.9, pannello b). Anche l'aumento degli eventi estremi in questa stagione appare consistente ed estesa su tutto il dominio (Figura 3.9, pannello f).

Come già visto anche per i cambiamenti in corso (Figura 1.6 e 1.10) e per le proiezioni globali, anche in queste simulazioni ad altissima risoluzione sulla Grande Regione Alpina, in autunno l'aumento dell'intensità delle piogge e degli eventi estremi di precipitazione, sia su scala oraria che giornaliera, è accompagnato da una riduzione della frequenza dei giorni piovosi, indicando un generale e radicale cambiamento nei regimi di precipitazione e nel ciclo idrologico nel suo complesso.

I risultati prodotti dalla nuova generazione di modelli ad altissima risoluzione (CPRCM) appaiono esacerbare questi segnali di cambiamento delle piogge, soprattutto per quanto riguarda gli eventi estremi, mostrando un'incertezza ridotta rispetto ai "tradizionali" modelli regionali (RCM) Euro-CORDEX, per la maggior parte degli indici e sulla maggior parte delle aree analizzate. Inoltre, a conferma di un aumento della frequenza delle forti precipitazioni in un contesto di diminuzione del numero totale di eventi, i CPRCM evidenziano per alcune regioni che tale aumento è più pronunciato per gli eventi intensi rispetto a quelli più estremi.

Qui abbiamo presentato una sintesi delle prime analisi delle proiezioni prodotte con questo insieme di nuovi modelli a scala chilometrica. Per quanto plausibili questi primi risultati appaiano, ulteriori studi dovranno essere condotti per confermare che i cambiamenti rappresentati da questo primo insieme di simulazioni siano affidabili ed effettivamente migliorino le proiezioni, riducendo l'incertezza nel segnale del cambiamento futuro delle precipitazioni sulla penisola Italiana.

4 Le previsioni climatiche

Nelle sezioni precedenti abbiamo parlato di variabilità climatica e di cambiamenti climatici dicendo che la prima influenza le caratteristiche climatiche a diverse scale temporali (da sub-stagionali a decennali) ed è principalmente causata da processi interni al sistema climatico, mentre i secondi sono dovuti a vere e proprie transizioni del sistema climatico verso nuovi equilibri, principalmente spinto da forzanti esterne come le attività umane.

In realtà variabilità climatica e cambiamenti climatici non possono essere considerati in maniera completamente disgiunta gli uni dagli altri, perché tra i due esiste una fortissima interconnessione. I cambiamenti climatici influenzano i meccanismi che governano la variabilità climatica modificandone la natura, mentre la variabilità climatica modula il segnale di cambiamento climatico, soprattutto se si concentra la propria attenzione su un futuro non troppo lontano nel tempo.

In particolare, la variabilità decennale, a seconda della propria fase, può combinarsi con il trend di lungo periodo accentuandone o attenuandone le caratteristiche. Abbiamo visto che le proiezioni di cambiamento climatico indicano per il Mediterraneo un trend verso condizioni più siccitose nel corso del 21° secolo. Ma quello che ci troveremo ad affrontare nei prossimi anni (o decennio) potrebbe essere fortemente influenzato anche dalle fasi della variabilità (naturale) del clima. Per esempio, un prolungato periodo di fasi prevalentemente positive della NAO, che come conseguenza portano a una riduzione delle precipitazioni nel bacino del Mediterraneo, potrebbe nei prossimi anni accentuare la tendenza verso quelle condizioni progressivamente più secche proiettate dagli scenari climatici di più lungo termine.

Viceversa, una condizione fase negativa della NAO, associata ad un aumento delle precipitazioni nella parte centro-occidentale del bacino, che dovesse prevalere per diversi anni, potrebbe almeno per un certo periodo attenuare il segnale di lungo termine verso condizioni siccitose.

Quindi, per migliorare la nostra capacità di pianificare e implementare politiche di adattamento che ci permettano di ridurre gli impatti che condizioni climatiche anomale hanno sulla società e l'economia, risulta particolarmente importante combinare quello che sappiamo e possiamo prevedere in merito alla variabilità climatica con l'informazione che le proiezioni ci forniscono in merito ai trend di più lungo termine.

La nostra capacità di fronteggiare gli impatti dovuti ai cambiamenti climatici e adattarci ad essi sarebbe fortemente migliorata dalla possibilità di prevedere l'evoluzione della variabilità climatica e combinare questa informazione con quello che sappiamo dalle proiezioni sul lungo termine. Per questo, negli ultimi anni la comunità scientifica impegnata nella ricerca e nelle sue applicazioni ha prodotto uno sforzo straordinario per dare impulso alle previsioni climatiche, cioè alla produzione di previsioni che vanno dalle scale sub-

stagionali fino alle decennali. Ma se, come sappiamo da diversi decenni ormai, non possiamo fare previsioni meteorologiche oltre i 10-15 giorni, perché mai sarebbe possibile riuscire a prevedere anomalie climatiche con mesi o anni in anticipo?

Una risposta dettagliata ed esauriente a questa domanda non può essere data in questo breve rapporto. Qui ci limiteremo a ricordare che, in generale, le previsioni meteorologiche hanno l'ambizione di informare sull' "esatta" natura delle condizioni meteo in un determinato luogo e in un determinato tempo nel futuro (a breve termine). Per esempio, una previsione meteo ci dice che domani (o dopodomani), a Milano la temperatura minima sarà di 11 °C e la massima di 18 °C, pioverà dalle 10:00 alle 13:00 e cadranno 2 mm di pioggia, i venti saranno prevalentemente da ovest, deboli al mattino (circa 8 km/h) ma rinforzeranno nel pomeriggio (12 km/h), ecc. Questo tipo di previsioni, definite "deterministiche", hanno appunto una portata nel tempo molto limitata, nel senso che a causa della natura caotica del sistema climatico, e principalmente dell'atmosfera, la loro attendibilità decade molto rapidamente oltre i 6-7 giorni (la lunghezza di questo lasso temporale, dipende molto anche dalla stagione e dalle condizioni generali dell'atmosfera).

Se vogliamo fare previsioni oltre questo limite di tempo, dobbiamo abbandonare l'approccio deterministico e adottare quello probabilistico. Vale a dire, rinunciare a produrre previsioni sull'esatto stato dell'atmosfera (e dei suoi fenomeni) e cercare di calcolare qual è la probabilità che l'atmosfera si trovi in determinate condizioni anomale. La possibilità di prevedere queste probabilità è offerta dal fatto che, come abbiamo visto discutendo la natura del sistema climatico, l'atmosfera interagisce intensamente con gli oceani e la superficie terrestre, venendone fortemente influenzata. Queste altre componenti evolvono nel tempo con dinamiche molto più lente di quelle atmosferiche, per cui quando conduciamo una simulazione della loro evoluzione nel tempo, la "memoria" della loro condizione iniziale si trasmette più lontano nel futuro aumentando la predicibilità della loro evoluzione. L'oceano, per esempio, è caratterizzato da dinamiche che una volta inizializzate trasmettono l'informazione contenuta nelle condizioni iniziali su tempi relativamente lunghi, che vanno dai diversi mesi ai decenni. Quindi, evolvono in modo (più o meno) predicibile su queste scale temporali. Un ragionamento simile, vale per ghiacci marini e superficie terrestre, anche se questi sistemi hanno dinamiche più veloci (e quindi memoria più breve) rispetto a quelle oceaniche.

Ora, quindi, se gli oceani sono prevedibili nella loro evoluzione per tempi relativamente lunghi e, allo stesso tempo essi influenzano la condizione dell'atmosfera, attraverso questa influenza trasferiranno all'atmosfera anche parte della loro predicibilità. Solo che questa predicibilità non ci permetterà di prevedere in modo deterministico la condizione atmosferica con mesi o anni di anticipo, cioè non ci permetteranno di dire tra 6 mesi a Milano pioverà dalle 15:00 alle 18:00, ci saranno ... Ma ci consentirà solo di fare una stima di quale sarà la probabilità che si verifichi, in una certa regione, una determinata condizione di anomalia: tra sei mesi, nel periodo settembre-novembre, nel bacino della pianura Padana, la probabilità di avere piogge al di sotto della media sarà del 65%, mentre la probabilità di avere precipitazioni al di sopra della media sarà del 35%.

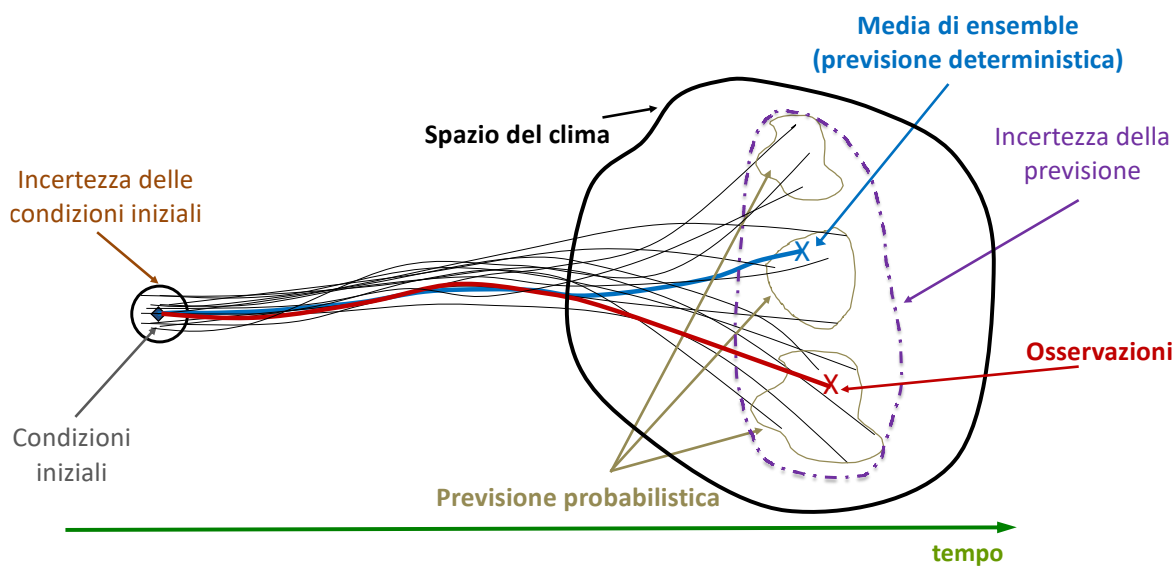
Vediamo ora, molto brevemente, come generalmente vengono fatte le previsioni climatiche nei principali centri che svolgono questo tipo di attività, sia come attività di ricerca che come attività operative di servizio.

4.1 Come si fanno le previsioni climatiche

Dal punto di vista concettuale, una previsione per un qualunque sistema fisico consiste nel simulare la sua evoluzione nel tempo e produrre un'informazione sul suo stato al tempo t data una certa condizione iniziale al tempo t_0 . Ovviamente, tanto migliore sarà l'accuratezza con la quale specifichiamo la condizione iniziale a t_0 e tanto più il modello utilizzato sarà capace di simulare l'evoluzione nel tempo del sistema, tanto migliore sarà la qualità della previsione.

Ora, nel caso del sistema climatico, specificare la condizione iniziale a t_0 significa specificare lo stato esatto dell'atmosfera, degli oceani, della superficie terrestre, ecc., quindi praticamente lo stato esatto del pianeta, in un istante preciso. È evidente che non sarà mai possibile specificare lo stato iniziale di questo sistema in maniera assolutamente esatta, bensì potremo specificarlo solo con una certa approssimazione, quindi la condizione iniziale sarà sempre affetta da un grado di incertezza. Questo fa sì che generalmente non viene specificata un'unica condizione iniziale dalla quale far partire un'unica simulazione (previsione) dell'evoluzione del sistema. Bensì, si specificheranno tante condizioni iniziali, in modo da cercare di rappresentare (campionare) l'incertezza con cui conosciamo lo stato del sistema e da ognuna di esse far partire una simulazione nel tempo, per ritrovarci alla fine del processo con una previsione che è costituita da un ensemble di simulazioni ("ensemble forecast").

In Figura 4.1 è rappresentato in modo schematico il procedimento della produzione di un ensemble forecast. Nell'esempio, viene definito un insieme di possibili condizioni iniziali del sistema, costruite raccogliendo tutte le informazioni sullo stato dell'atmosfera, degli oceani, ghiacci marini e superficie terrestre, che gli strumenti osservativi (satelliti, stazioni meteo, boe, radiosonde, ecc.) mettono a disposizione.



Riadattato da Trzaska (<http://portal.iri.columbia.edu>)

Figura 4.1: esempio schematico del processo di produzione di un "ensemble forecast". Lo schema illustra l'approccio che è normalmente utilizzato per produrre previsioni climatiche con modelli numerici del clima, a diverse scale stagionali, da quelle sub-stagionali, alle previsioni stagionali e interannuali, fino alle decennali.

La creazione dell'insieme è eseguita considerando tutti i possibili errori nelle osservazioni disponibili e rappresentando questi errori come perturbazioni dello stato osservato al tempo iniziale. La dispersione dei punti che rappresentano le varie condizioni iniziali perturbate è una misura dell'incertezza con la quale conosciamo lo stato iniziale della previsione.

Dopodiché, da ogni condizione iniziale perturbata si fa partire una simulazione del modello climatico che rappresenta l'evoluzione del sistema dalla condizione iniziale fino al tempo target della previsione (per es. da 3 a 6 mesi per una previsione stagionale, oppure 10 anni per una previsione decennale). Queste previsioni in Figura 4.1 sono raffigurate come le curve che partono dalla condizione iniziale e terminano in una certa regione dello spazio dei possibili stati del sistema climatico e rappresentano le traiettorie che il sistema segue in base alla sua dinamica e ai forzanti esterni cui è soggetto.

Per un certo periodo, le diverse curve saranno più o meno vicine, indicando che il sistema segue traiettorie simili, ma poi, pian piano, cominceranno a divergere, arrivando alla fine della simulazione, al tempo target t , in un certo punto degli stati possibili del sistema (spazio del clima).

La probabilità di avere il sistema climatico in un certo stato al tempo t sarà data dal rapporto tra il numero di simulazioni che finiscono nella regione che definisce questo stato (aree ombreggiate nella parte destra dello schema in Figura 4.1) e il numero totale di simulazioni condotte. Lo stato di maggiore probabilità sarà quello corrispondente alla regione dei possibili stati del sistema climatico nella quale finisce il maggior numero di simulazioni.

Il sistema reale (cioè il clima del pianeta), poi, seguirà la sua propria traiettoria che noi rappresentiamo attraverso le osservazioni e se il sistema previsionale (costituito dalla procedura di costruzione delle condizioni iniziali e dal modello utilizzato per fare le simulazioni) è affidabile e la previsione è di successo, la traiettoria delle osservazioni termina il suo corso nell'area che raccoglie il maggior numero di simulazioni (previsioni), cioè quello che le previsioni hanno indicato come lo stato più probabile.

Ciò che abbiamo descritto, in modo estremamente sintetico e schematico, sono l'approccio e la metodologia che si utilizzano per fare le previsioni climatiche, adottato in modo praticamente uguale sia per produrre previsioni sub-stagionali, stagionali, multi-annuali o decennali. Semplicemente quello che cambia è la lunghezza delle simulazioni condotte per prevedere l'evoluzione del sistema nel futuro.

Generalmente, la numerosità dell'ensemble in un sistema stato dell'arte è dell'ordine di alcune decine di simulazioni. Per esempio, l'attuale sistema operativo di previsioni stagionali del CMCC produce un forecast ensemble di 50 membri (simulazioni di 6 mesi nel futuro a partire da una data condizione iniziale), mentre il sistema di previsioni decennali produce un ensemble di 20 membri (simulazioni di 10 anni nel futuro a partire da una data condizione iniziale). Le previsioni vengono effettuate operativamente ogni mese (il primo del mese) per le stagionali e ogni anno (il primo di novembre) per le decennali.

Figura 4.2 riporta come esempio la previsione stagionale delle anomalie di temperatura previste il primo aprile 2023 (condizione iniziale 1° aprile 2023) per la stagione estiva (JJA) 2023 dal sistema multi-modello C3S.

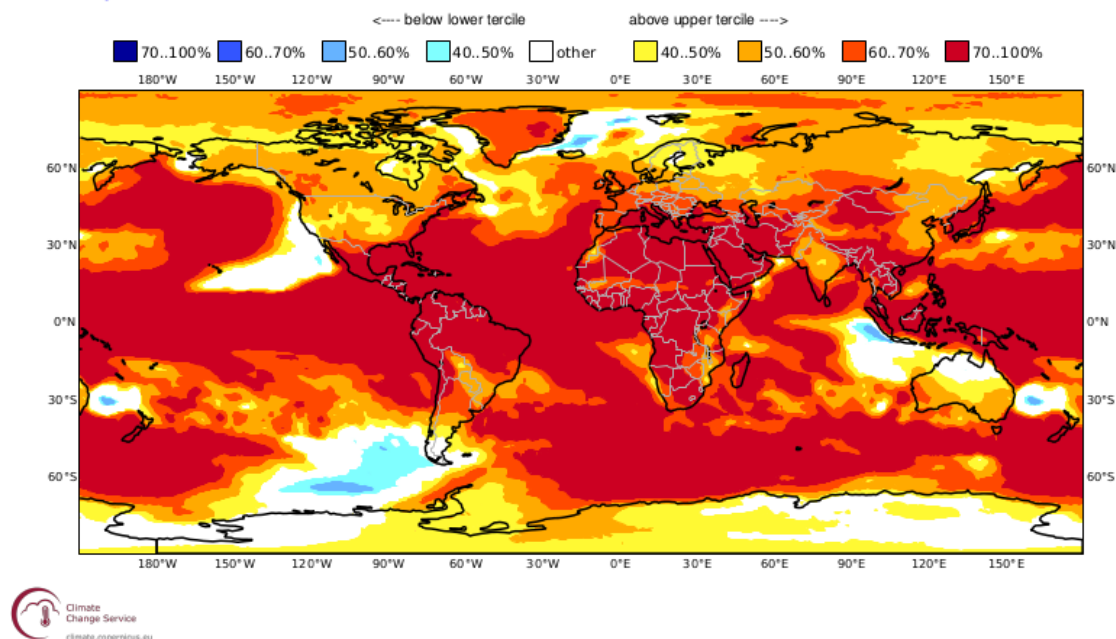


Figura 4.2: previsione delle anomalie di temperatura (rispetto al periodo di riferimento 1993–2016) per l'estate (JJA) 2023 prodotte dal sistema operativo di previsioni stagionali multi-modello del servizio Copernicus C3S (https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal) con "start date" 1° aprile 2023. Le previsioni sono rappresentate in forma probabilistica: le gradazioni di colore dal giallo al rosso rappresentano la probabilità che l'anomalia di temperatura sia nel terzile superiore della distribuzione delle temperature (quindi molto più calde della norma), mentre le gradazioni di colore blu rappresentano la probabilità che l'anomalia di temperatura sia nel terzile inferiore della distribuzione delle temperature (quindi molto più fredde della norma).

La previsione rappresentata in figura, indica che esistono diverse regioni del globo dove vi è un'alta probabilità, oltre il 70%, che le anomalie di temperatura superficiale nella prossima estate siano molto maggiori dei valori climatologici estivi, come per esempio, nel Mediterraneo, sull'Atlantico sub-tropicale (sia nell'emisfero settentrionale che in quello meridionale), nel Pacifico occidentale e settentrionale, sul bacino delle Amazzoni e nell'Africa equatoriale.

Nel continente Europeo, la probabilità di alte temperature è minore, attestandosi su un valore di circa 60%. Probabilità significative di temperature estive molto al di sotto della media stagionale si riscontrano solamente in una porzione del Pacifico settentrionale occidentale e più marcatamente nel Pacifico meridionale.

In Figura 4.3, invece sono mostrate le anomalie previste per l'estate (JJA) 2023 in forma di "ensemble mean" (la curva blu nello schema di Figura 4.1), dove la media è calcolata su tutti gli ensemble forecast prodotti dai sistemi previsionali che contribuiscono al multi-model C3S. Questa figura deve essere "letta" come complemento alla previsione probabilistica di Figura 4.2 e dà l'informazione sull'ampiezza delle anomalie che hanno la probabilità di verificarsi indicata in Figura 4.2. In particolare, vediamo che nel Pacifico tropicale, emerge un pattern di anomalie (che secondo i modelli previsionali ha una

probabilità di oltre il 70% di verificarsi) con la tipica struttura di un evento di El Niño nella sua fase di sviluppo. In altre parole, le previsioni ci dicono che per la prossima estate nel Pacifico tropicale si sta sviluppando un evento di El Niño che, probabilmente, raggiungerà la sua massima intensità nell'inverno 2023–24.

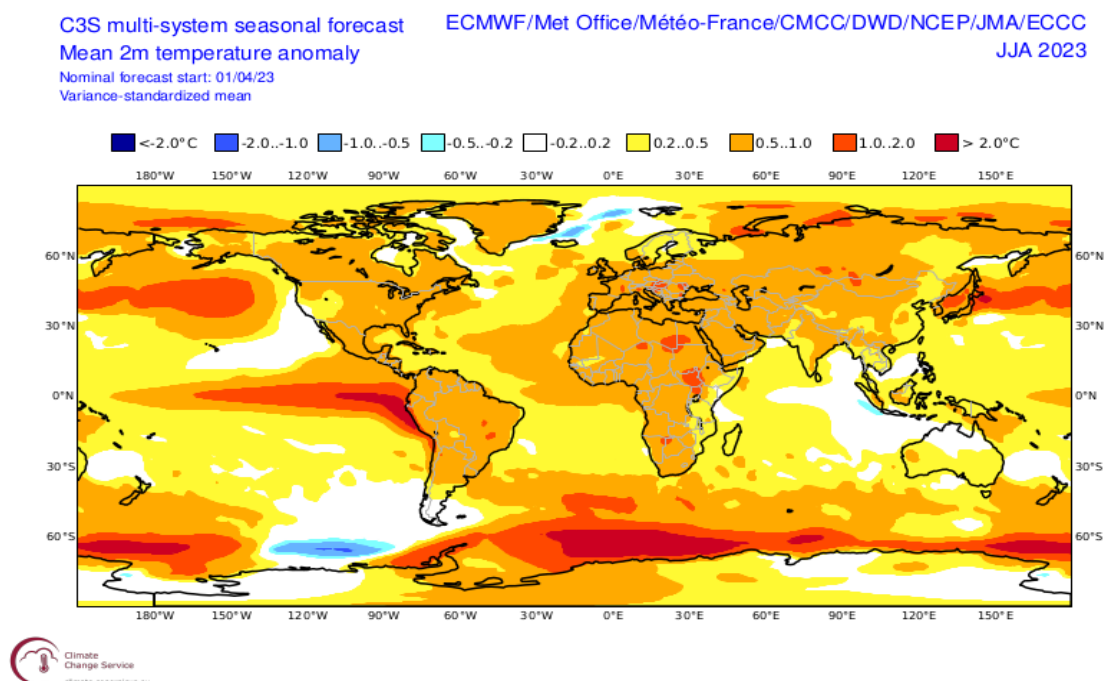


Figura 4.3: previsione delle anomalie di temperatura superficiale per la stagione estiva, JJA 2023 con start date 1° aprile. Le anomalie sono calcolate rispetto alla media delle stagioni estive per il periodo di riferimento (1993–2016) prodotte dal sistema operativo di previsioni stagionali multi-modello del servizio Copernicus

C3S. Quella mostrata in figura è la media di ensemble delle anomalie di temperatura a 2 metri (T2m) previste da ogni sistema previsionale. Per maggiori informazioni vedere il sito del sistema previsionale C3S: https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal

Per maggiori informazioni sulle previsioni stagionali, il lettore interessato è indirizzato al sito del servizio Copernicus C3S di previsioni stagionali: <https://climate.copernicus.eu/seasonal-forecasts>; oppure al sito del servizio operativo di previsioni stagionali dell'Organizzazione Mondiale della Meteorologia (WMO): <https://community.wmo.int/en/latest-global-seasonal-forecasts>. Previsioni per altri parametri meteo-climatici (precipitazioni, venti, pressione superficiale, ecc.) sono disponibili tra i prodotti delle previsioni C3S presso il sito: https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal). Per le previsioni decennali, si possono avere maggiori informazioni presso il sito del servizio operativo di previsioni decennali del WMO <https://hadleyserver.metoffice.gov.uk/wmolc/>.

4.2 Skill delle previsioni climatiche stagionali globali e per il bacino del Mediterraneo

Quanto affidabili sono queste previsioni? Quale è la loro reale capacità di fornire informazioni effettivamente utili in merito alle condizioni anomale che possono determinarsi in termini di temperature o precipitazioni nella prossima stagione o nei prossimi dieci anni?

Un modo efficace di verificare la qualità delle previsioni prodotte da un sistema previsionale è condurre previsioni nel passato e confrontarle con quello che effettivamente si è verificato, il tutto per un numero sufficiente di anni che consenta la derivazione di statistiche robuste.

Questa operazione di produzione di previsioni per un periodo (generalmente lungo) nel passato, definite hindcast, è regolarmente condotta da tutti i centri previsionali. Queste previsioni nel passato, sono poi utilizzate sia per valutare la qualità del sistema previsionale che per “calibrare” le previsioni condotte con quel sistema per il futuro.

In Figura 4.4 è mostrato lo “skill” delle previsioni di temperatura alla superficie dell’aria (T2m) previste dal sistema di previsioni stagionali del CMCC per quattro stagioni target. Lo skill è qui calcolato come la correlazione tra le anomalie stagionali previste e quelle osservate, per il periodo 1993–2016. Per le quattro stagioni considerate in figura, le previsioni sono state fatte un mese in anticipo (“lead time” 1), cioè le stagioni primaverili, MAM, sono state previste con un mese in anticipo (febbraio); le stagioni estive JJA, sono state previste con un mese in anticipo (maggio) e così via.

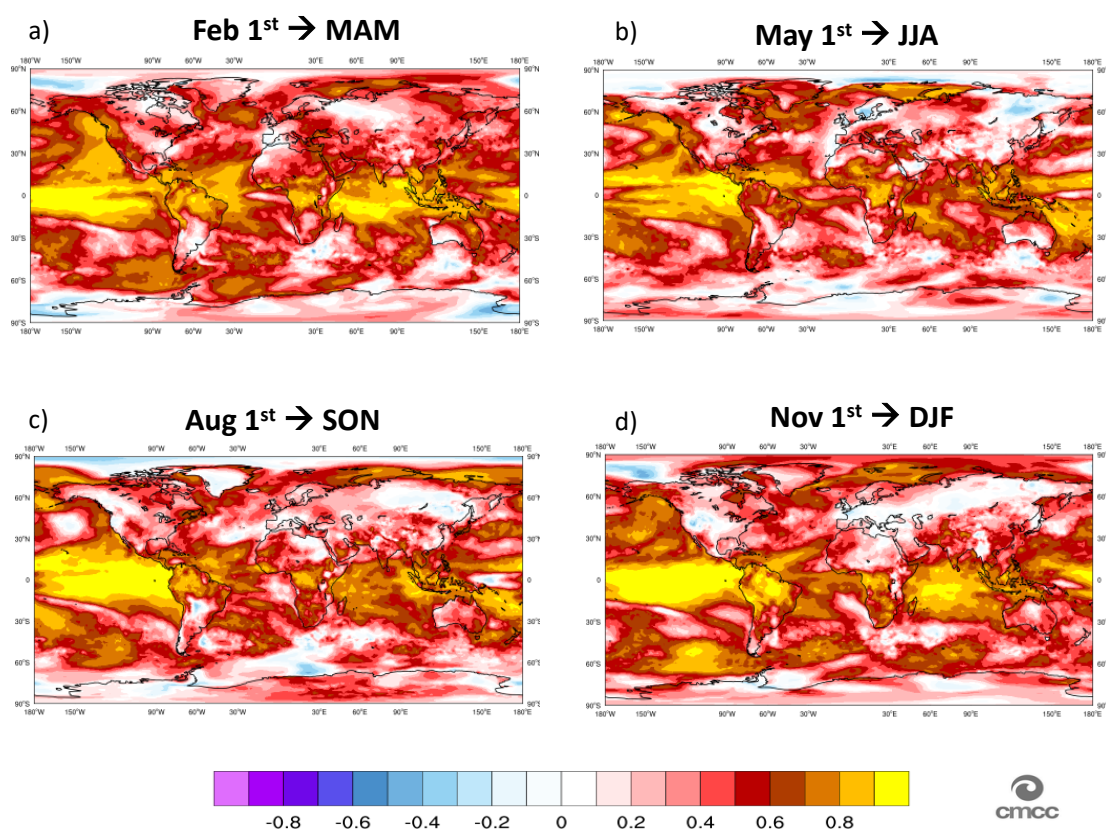


Figura 4.4: skill delle previsioni stagionali di anomalie della temperatura superficiale (T2m) prodotte dal sistema previsionale del CMCC (<https://sps.cmcc.it/>) espresse come correlazioni tra le anomalie stagionali previste e le anomalie osservate, per il periodo 1993–2016. Le anomalie previste hanno un lead-time di 1 mese, cioè sono state previste un mese in anticipo rispetto alla stagione target. Più informazioni circa il sistema di previsioni stagionali operative del CMCC sono disponibili in Gualdi et al. 2020.

Come si vede dalla figura, le correlazioni più alte, cioè il migliore accordo tra le anomalie previste e quelle osservate, sono nelle regioni degli oceani tropicali e in particolar modo del

Pacifico tropicale. Questo perché gli oceani e la loro interazione con l'atmosfera, in queste regioni sono caratterizzati da una dinamica e da fenomeni altamente predicibili, come per esempio El Niño.

Le aree tropicali, comunque, non sono le uniche caratterizzate da un buon skill delle previsioni. Anche la regione del Nord Atlantico, per esempio, mostra correlazioni tra previsioni e osservazioni relativamente alte. Sulle aree continentali, soprattutto alle medie latitudini, invece, lo skill delle previsioni è generalmente inferiore.

Figura 4.5 mostra lo skill delle previsioni nella regione del Mediterraneo per temperatura e precipitazione invernali (DJF) prodotte con condizione iniziale del 1° novembre ed estive (JJA) con condizione iniziale del 1° maggio, rispettivamente.

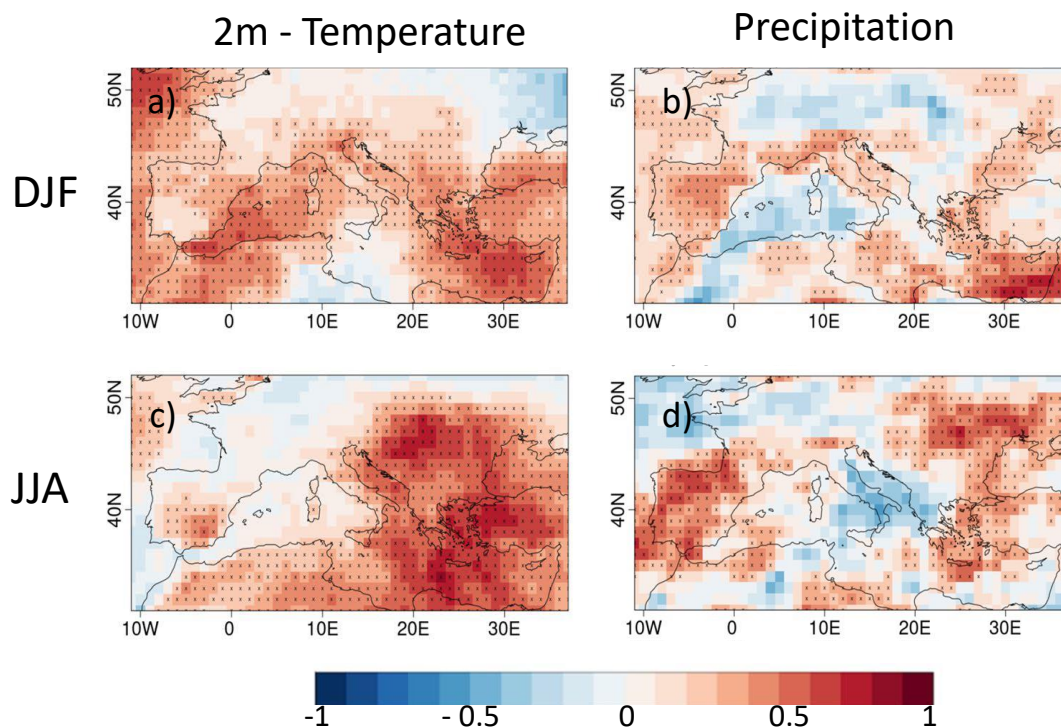


Figura 4.5: skill delle previsioni stagionali di temperatura (pannelli a sinistra, a e c) e precipitazione (pannelli a destra b e d), per la stagione invernale (DJF, pannelli in alto), inizializzate il 1° novembre, e la stagione estiva (JJA, pannelli in basso), inizializzate il 1° maggio, sul bacino del Mediterraneo, del multi-modello C3S composto dai sistemi previsionali di ECMWF, MeteoFrance, CMCC, Deutsches Wetter Dienst DWD e UK-MetOffice che contribuiscono al sistema C3S

(https://climate.copernicus.eu/charts/packages/c3s_seasonal). I pannelli mostrano lo skill in termini di correlazioni tra le anomalie previste dal multi-modello e le anomalie osservate. Le anomalie multi-modello sono ottenute combinando in un unico ensemble e poi calcolando la media di ensemble di tutte le previsioni prodotte da tutti i sistemi previsionali considerati. Fonte: Giutoli et al. 2021.

Le previsioni considerate in queste analisi sono quelle prodotte da cinque sistemi previsionali che contribuiscono al sistema operativo multi-modello C3S. La figura riporta gli skill del sistema multi-modello, vale a dire delle previsioni ottenute combinando in un unico ensemble quelle prodotte da ognuno dei singoli sistemi previsionali considerati.

Dalla Figure 4.5 si vede chiaramente come lo skill (la correlazione tra anomalie previste e anomalie osservate) per la temperatura sia generalmente maggiore che per la precipitazione. Questo è principalmente dovuto al fatto che le anomalie di precipitazione sono più fortemente influenzate da fattori di piccola scala, dominati da processi con una marcata natura caotica, la cui evoluzione nel tempo è molto più difficile da prevedere rispetto a quelli che determinano le anomalie di temperatura.

Un altro aspetto importante dell'analisi dello skill di questi sistemi previsionali, non riportato in Figura 4.5 ma visibile in Giuntoli et al. 2021), è che le previsioni ottenute combinando in un unico ensemble le simulazioni prodotte da tutti i sistemi previsionali (multi-model ensemble) mostrano generalmente uno skill superiore rispetto ad ogni singolo modello. Per questo motivo praticamente tutti i programmi internazionali di previsioni operative, come quello C3S o quello del WMO, sono basati su sistemi multi-modello.

In conclusione, i risultati mostrati in Figura 4.5 indicano che le previsioni stagionali nel bacino del Mediterraneo esibiscono uno skill relativamente basso, soprattutto per la precipitazione in certe aree del bacino, ma decisamente non trascurabile. Queste previsioni possono quindi fornire informazioni estremamente utili una volta che se ne riesce a sfruttare appieno il completo potenziale.

4.3 Esempi di possibile utilizzo delle previsioni stagionali

A titolo di esempio di un possibile utilizzo delle previsioni stagionali, riportiamo in Figura 4.6 un confronto tra le anomalie di precipitazione osservate nel periodo gennaio-giugno 2022, in blocchi di tre mesi JFM, FMA, MAM e AMJ (pannelli superiori) e le previsioni prodotte dall'ensemble sistema multi-modello C3S per gli stessi periodi. Per ogni periodo considerato, la previsione è stata iniziata (e prodotta) il 1° del mese precedente.

Come si vede dai risultati riportati in Figura 4.6, le previsioni di precipitazione prodotte dall'ensemble multi - modello C3S già dal 1° dicembre (start date della prima previsione, JFM) e poi per tutti i periodi successivi hanno sistematicamente previsto un'alta probabilità, generalmente tra il 50 e il 60%, di avere anomalie di piogge fortemente al di sotto della norma, per gran parte del bacino Mediterraneo e del continente Europeo.

Certamente la corrispondenza tra i pattern di anomalie di precipitazione osservati e quelli previsti non è perfetta, ma sulla base di queste previsioni, si è visto con un certo anticipo, che per tutta la prima parte del 2022 vi erano probabilità significative che gran parte dell'Europa centro-meridionale sarebbe stata afflitta da condizioni di scarse piogge (siccità meteorologica).

Questo esempio non vuole essere la dimostrazione che le previsioni stagionali sono sistematicamente in grado di anticipare condizioni anomale di precipitazione nel bacino del Mediterraneo. Abbiamo visto in Figura 4.5 che lo skill di questi sistemi è ancora relativamente basso e quindi le loro previsioni ancora lontane dall'essere perfette e pienamente affidabili. Con questo esempio si vuole semplicemente mostrare che possono però esserci condizioni straordinarie, nelle quali un segnale particolarmente forte come quello della siccità dello scorso anno, può essere colto da questi sistemi previsionali. Studi sono in corso per dimostrare che la capacità dei sistemi C3S di prevedere l'intensa e perdurante anomalia di precipitazione della prima metà del 2022 sull'Europa meridionale non è stato casuale e l'esempio che abbiamo qui riportato, basato su questo evento

eccezionale, vuole mostrare la potenzialità di questi sistemi previsionali di essere utili strumenti per affrontare in modo efficace anomalie meteo-climatiche critiche per la società e l'economia, da utilizzare in combinazione con le informazioni prodotte dalle proiezioni di cambiamento climatico.

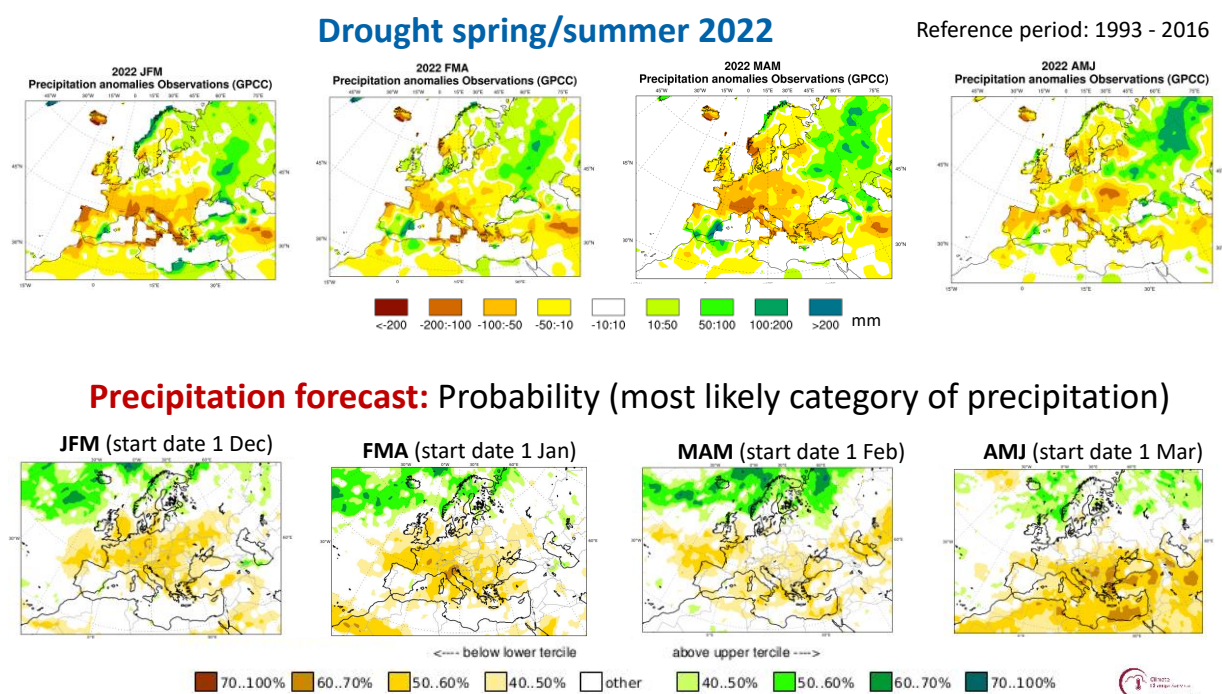


Figura 4.6: pannelli in alto: anomalie stagionali di precipitazioni (mm) osservati nella prima metà del 2022, da gennaio a giugno, rispettivamente per i periodi JFM, FMA, MAM, AMJ. Pannelli in basso: previsioni di ensemble multi-modello del sistema C3S delle precipitazioni per gli stessi periodi delle osservazioni e prodotte con condizione iniziale un mese in anticipo rispetto alla stagione prevista (per es, la previsione JFM è stata prodotta con condizione iniziale 1° Dicembre, e così via). Le previsioni sono rappresentate in forma probabilistica, vale a dire i colori delle tonalità verdi indicano la probabilità di avere anomalie di precipitazioni molto al di sopra della norma, mentre i colori nelle tonalità gialle indicano probabilità di avere anomalie molto al di sotto della norma.

5 Sommario e Conclusioni

Da diversi anni gli impatti che i cambiamenti climatici – già in corso e ben visibili – hanno sulla società e sull'economia, hanno fatto uscire questo tema dalle aule e dai laboratori scientifici, per diventare una questione di estrema importanza, analizzata e dibattuta negli ambienti economici e finanziari, oltre che politici.

Il World Economic Forum (WEF, <http://www.weforum.org/>), per esempio, ha recentemente pubblicato la diciottesima edizione del proprio rapporto sui rischi globali (Global Risks Report, GRR, 2023), basato sull'elicitazione di migliaia di pareri qualificati di esperti e "decisori" nei vari settori dell'economia e della società, sulla percezione della probabilità e dell'impatto dei rischi a livello globale.

Nonostante l'ovvia rilevanza che i problemi legati alle molteplici crisi internazionali – lo scontro geo-economico, l'erosione della coesione sociale, la diffusione del *cybercrime*, le migrazioni su larga scala, le crisi sanitarie globali – le questioni legate al clima

rappresentano, secondo il WEF, uno dei maggiori elementi di rischio per l'umanità nelle valutazioni degli esperti economici. Infatti, nella classifica dei rischi percepiti come quelli probabilmente più gravi che l'umanità dovrà affrontare nei prossimi dieci anni riportati nel rapporto, ai primi tre posti ci sono i fallimenti delle politiche di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici e le condizioni meteorologiche estreme alle quali le società saranno esposte (GRR, 2023).

Il ruolo di assoluta preminenza che gli eventi meteorologici e gli impatti dei cambiamenti climatici hanno tra i principali fattori di rischio per l'economia globale è un elemento che si ripete ormai regolarmente da oltre 10 anni nei rapporti del WEF (GRR, 2023). Il che rende evidente come il cambiamento climatico e i suoi effetti non sono più solo un relevantissimo e importantissimo problema accademico, ma si è appunto consolidata la profonda consapevolezza che essi rappresentino un serio problema per l'economia e il benessere della società nel suo complesso.

È quindi necessario che la comunità scientifica renda disponibili agli altri settori della società, le conoscenze e gli strumenti sviluppati (e tuttora in corso di continuo sviluppo), per cercare di anticipare condizioni di criticità, contribuendo ad individuare le soluzioni che una volta implementate permetteranno di mitigare i rischi climatici e gli associati danni economici e sociali.

Tra questi strumenti ci sono sicuramente i dati e le informazioni sui possibili cambiamenti climatici che potrebbero verificarsi nei prossimi decenni, in conseguenza ai diversi scenari di sviluppo socioeconomico e annesse forzanti antropogeniche. Ma vi sono anche le previsioni climatiche su orizzonti temporali che vanno dai pochi mesi alla decina di anni e che possono aiutare i processi decisionali informandoli su possibili modulazioni dei trend climatici, che su orizzonti temporali relativamente brevi potrebbero essere modificati rispetto a quello che le proiezioni ci indicano per il lungo termine.

Le previsioni climatiche sono ancora in una fase di forte sviluppo sia dal punto di vista delle metodologie scientifiche alla loro base che da quello delle pratiche operative che, entrambe, devono essere migliorate per rendere i risultati di queste previsioni più attendibili e, in generale, più facilmente utilizzabili. Un grande sforzo è in corso in questo senso, sia da parte della comunità delle scienze del clima che da parte delle agenzie preposte alle operazioni previsionali. Seppur, quindi, ancora in una fase di crescita, l'attività delle previsioni climatiche rappresenta sicuramente uno dei settori di innovazione più promettenti e potenzialmente più abilitanti per un'efficace azione di contrasto agli impatti più nefasti della variabilità e dei cambiamenti climatici.

Di seguito, riportiamo una sintesi dei principali risultati relativi ai cambiamenti climatici osservati e proiettati. Nella loro sostanza non si discostano da quanto già presentato nel precedente rapporto Gualdi e Buongiorno (2021), ma sono il frutto di un loro aggiornamento basato sulla pubblicazione di ulteriori recenti analisi e valutazioni (per es., MedECC 2020) e dell'ultimo rapporto IPCC (AR6), i cui volumi sono stati pubblicati tra il 2021 e il 2023.

5.1 Cambiamento climatico a livello globale

Le temperature dell'atmosfera alla superficie della Terra, su quasi tutto il globo terrestre, sono oggi più elevate di quanto non fossero 100 anni fa e i tre passati decenni sono più caldi di ogni decennio dal 1850 a oggi. Tra il 1880 e il 2022, le temperature medie globali sono

aumentate di ormai oltre 1°C (stima più attendibile: 1.07°C) e larghe porzioni della popolazione del pianeta vivono in aree dove la temperatura è oggi mediamente già oltre 1.5°C più calda rispetto al periodo preindustriale. Ci sono anche evidenze che le precipitazioni medie globali sulla terraferma siano aumentate dal 1950, con un tasso di aumento più rapido dagli anni '80.

A dispetto del generale aumento delle precipitazioni sulle aree continentali, nell'Europa meridionale e nel bacino del Mediterraneo ci sono evidenze di una tendenza all'aumento di condizioni di siccità meteorologica (giorni in assenza di pioggia). Questo è principalmente dovuto al fatto che le traiettorie delle tempeste alle medie latitudini si sono probabilmente spostate verso il polo, riducendo quindi il numero di perturbazioni atlantiche che investono la parte più meridionale dell'Europa e sul Mediterraneo.

Negli ultimi 50 anni si sono verificati cambiamenti in molti eventi estremi meteorologici e climatici. In alcune aree si stanno verificando più ondate di calore e/o più episodi di piogge intense che in passato.

Fatte salve alcune eccezioni, i ghiacciai si stanno ritirando in tutto il mondo e il ritmo della loro fusione è in aumento. Questo è quello che sta accadendo, oltre che ai ghiacciai delle Alpi, anche ai ghiacci della Groenlandia e dell'Antartide. Sia l'estensione, che lo spessore dei ghiacci che ricoprono l'oceano Artico sono diminuiti negli ultimi trent'anni. L'area oceanica coperta dai ghiacci nel periodo 2010-2019 è diminuita di circa il 40% rispetto al periodo 1979-1988. La riduzione dell'estensione del ghiaccio marino appare più rapida nei periodi estivi, il che potrebbe portare nei prossimi decenni ad avere un oceano Artico praticamente privo di ghiacci nel periodo estivo.

L'area coperta da neve nell'emisfero settentrionale è diminuita nel corso degli ultimi 50 anni, soprattutto in primavera. Il permafrost sta fondendo in molte regioni.

Il livello globale medio degli oceani è cresciuto di circa 0.2 m. nel periodo 1901-2018. La causa principale dell'aumento del livello globale del mare nell'ultimo secolo (escludendo gli effetti locali di subsidenza della costa) è il riscaldamento degli oceani (l'acqua si espande quando si riscalda). Dopodiché vi è un crescente contributo (che diventerà particolarmente importante nel futuro) dovuto alla fusione dei ghiacciai, soprattutto quelli della Groenlandia e dell'Antartide.

C'è ormai unanime consenso nella comunità delle scienze del clima, che le attività umane abbiano causato la maggior parte dell'incremento di temperatura registrato a partire dalla seconda metà del '900 e che questo riscaldamento rifletta un cambiamento climatico globale. Il crescente livello di gas a effetto serra e in particolare di CO₂ proveniente dall'utilizzo di combustibili di origine fossile e da modifiche nell'uso del suolo, sta in larga parte guidando il cambiamento.

La concentrazione atmosferica dei principali gas serra, CO₂, metano e protossido d'azoto, è aumentata rispettivamente di oltre il 48%, il 133% e il 20% rispetto all'era preindustriale (fonte: <https://climate.copernicus.eu/ESOTC/2019/greenhouse-gas-concentrations>). Questi livelli di concentrazione di gas serra non hanno precedenti nel corso degli ultimi 2 milioni di anni nella storia del pianeta.

I cambiamenti climatici nei prossimi anni definiti in larga parte definiti dai livelli di gas serra che sono già presenti in atmosfera. Le attività di mitigazione che si prendono in considerazione negli scenari, quindi, hanno un impatto molto piccolo sul breve periodo. Al

contrario, la traiettoria delle emissioni di gas serra ha un impatto maggiore sui cambiamenti climatici attesi a partire dalla metà del 21° secolo.

La Tabella 4.1 riporta una sintesi del riscaldamento globale (range di innalzamento della temperatura superficiale dell'aria mediata globalmente) ottenuto dai modelli nelle simulazioni di scenario CMIP6 per diversi scenari di emissioni.

Il riscaldamento è proiettato essere generalmente maggiore sul suolo rispetto alla superficie degli oceani, mentre l'Artico e in generale le aree settentrionali dei continenti dell'emisfero nord sono proiettati scaldarsi più velocemente rispetto alla media globale.

Le proiezioni indicano anche che entro la fine del 21° secolo vi sarà quasi ovunque un aumento delle giornate eccezionalmente calde e una diminuzione di quelle fredde, con ondate di calore più durature e frequenti. Questo comunque non esclude la possibilità che occasionalmente si verifichino inverni insolitamente freddi.

Tabella 6.1: Sintesi del riscaldamento climatico proiettato per i diversi scenari SSP in tre periodi del 21° secolo. Cambiamenti della temperatura superficiale globale valutate, per diversi periodi di 20 anni nel corso del 21° secolo, secondo cinque scenari di emissioni. Le differenze di temperatura relative alla temperatura superficiale globale media del periodo 1850–1900 sono riportate in °C. Fonte: IPCC–AR6 (2021), Cross-Chapter Box 2.3, 4.3, 4.4, Cross-Section Box TS.1.

	Near term, 2021 - 2040		Mid-term, 2041 - 2060		Long term, 2081 - 2100	
Scenario	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)	Best estimate (°C)	Very likely range (°C)
SSP1-	1.5	1.2 to	1.6	1.2 to	1.4	1.0 to 1.8
SSP1-	1.5	1.2 to	1.7	1.3 to	1.8	1.3 to 2.4
SSP2-	1.5	1.2 to	2.0	1.6 to	2.7	2.1 to 3.5
SSP3-	1.5	1.2 to	2.1	1.7 to	3.6	2.8 to 4.6
SSP5-	1.6	1.3 to	2.4	1.9 to	4.4	3.3 to 5.7

In linea generale, le proiezioni indicano anche che le regioni già tendenzialmente secche diventeranno più aride, mentre le aree umide diverranno ancora più umide. Gli eventi estremi di pioggia sono, in generale, proiettati diventare più frequenti e intensi alle medie latitudini e nelle aree tropicali

Dalle proiezioni prodotte con tutti gli scenari SSP emerge un riscaldamento sensibile degli oceani che combinato con la fusione dei grandi ghiacciai continentali (Groenlandia e Antartide specialmente) potrà portare a un innalzamento del livello globale degli oceani, che nello scenario SSP5–8.5 può essere di quasi 1 m alla fine del 21° secolo.

5.2 Cambiamento climatico nel Mediterraneo e sulla penisola italiana

Il sesto rapporto dell'IPCC (AR6–IPCC, 2021, 2022 e 2023) e il rapporto MedECC (2020) identificano quattro rischi-chiave per l'Europa e il bacino del Mediterraneo: i) maggiore

frequenza e intensità delle ondate di calore; ii) scarsità della produzione agricola; iii) scarsità della risorsa idrica; iv) maggiore frequenza e intensità delle inondazioni.

In generale, il Mediterraneo è una zona che si è riscaldata, e continuerà a farlo, a un ritmo superiore rispetto alla media globale e per questo occorre aspettarsi nei prossimi anni impatti (avversi) maggiori rispetto ad altre zone del pianeta. Le temperature medie annuali sulla terraferma e sul mare nel bacino del Mediterraneo sono già circa 1,5°C più alte rispetto al periodo preindustriale e secondo le proiezioni aumenteranno fino al 2100 di ulteriori 3,8-6,5°C in uno scenario ad alta concentrazione di gas serra (RCP8.5) e da 0,5 a 2,0°C per uno scenario mitigato come RCP2.6. È virtualmente certo che il riscaldamento della superficie marina Mediterraneo continuerà durante il 21° secolo da 1 a 4°C a seconda dello scenario (basse o alte emissioni di gas serra) e probabilmente le acque profonde si riscalderanno di più in questo bacino che in altri oceani del mondo.

Per le ondate di calore, i risultati delle proiezioni indicano che se le temperature dovessero innalzarsi fino a 3°C queste triplicheranno rispetto a un riscaldamento di 1.5°C; mentre per il settore agricolo per via della combinazione di caldo e siccità, si prevedono in questo secolo perdite sostanziali in termini di produzione agricola per la maggior parte delle aree europee, che non saranno compensate dai guadagni attesi per l'Europa settentrionale.

Al centro degli impatti c'è la risorsa idrica, elemento essenziale per la vita umana, oltre che driver di sviluppo per ogni società. Secondo i rapporti AR6-IPCC e MedECC il rischio di scarsità idrica nell'Europa meridionale è già elevato per un livello di riscaldamento globale di 1.5°C e diventa molto alto nel caso di un innalzamento di 3°C. Nonostante le forti variazioni regionali, le precipitazioni estive saranno probabilmente ridotte dal 10 al 30% in alcune regioni, aumentando le carenze idriche esistenti, la desertificazione e diminuendo la produttività agricola.

In tutti gli scenari, vi è un chiaro aumento delle condizioni di siccità meteorologica (numero di giorni senza pioggia) sulla quasi totalità dell'Europa del sud e del bacino del Mediterraneo, al quale corrisponderà un aumento del numero di giorni in cui l'Europa meridionale (Italia compresa) non avrà sufficienti risorse idriche (disponibilità inferiore alla richiesta) per i propri fabbisogni industriali e in agricoltura.

Se le temperature dovessero aumentare di 2°C invece che di 1.5°C, la scarsità idrica che colpirà queste zone potrebbe passare dal coinvolgere il 18% della popolazione al 54%. Di pari passo crescono aridità del suolo e desertificazione: in uno scenario di innalzamento della temperatura di 3°C l'aridità del suolo risulta del 40% superiore rispetto a uno scenario con innalzamento della temperatura a 1.5°C.

In molte aree della regione, la domanda di risorse idriche eccede già oggi le disponibilità. Un divario che sta aumentando a causa dei cambiamenti climatici e della crescita socioeconomica. Nel caso di un innalzamento di temperatura di 3°C, il rischio di scarsità di risorse idriche diventa alto anche nell'Europa centro-occidentale. Una situazione che, in pratica, viene sperimentata già oggi dai Paesi del Nord Africa e del Medio Oriente.

Tabella 6.2: righe 1–5: variazione della temperatura media annuale e stagionale (°C); riga 6: variazione della temperatura massima; riga 7: variazione della temperatura minima; riga 8: variazione del numero di giorni soggetti ad ondate di calore; riga 9: variazione del numero medio di notti tropicali per anno; riga 10: variazione del numero medio di giorni con gelo per anno; righe 11–15: variazione della precipitazione cumulata media annuale; riga 16: variazione della precipitazione massima giornaliera; riga 17: variazione del numero medio di giorni di pioggia in un anno. Le differenze sono calcolate tra il trentennio 2061-2090 rispetto al trentennio di riferimento 1971-2000, tranne che per la Temperatura massima e la Temperatura minima, per le quali il trentennio nel futuro è il 2071-2100. Fonte: ISPRA, 2015).

		Scenario RCP4.5		Scenario RCP8.5
		Δ Temperatura media (°C)		
1	Annuale	+2.3 [+1.5 / +2.9]		+3.9 [+2.9 / +4.8]
2	Primavera	+1.9 [+1.1 / +2.5]		+3.2 [+2.2 / +4.1]
3	Estate	+3.0 [+2.1 / +4.0]		+4.9 [+3.6 / +6.5]
4	Autunno	+2.3 [+1.2 / +3.2]		+3.9 [+3.1 / +4.7]
5	Inverno	+2.1 [+1.5 / +2.7]		+3.4 [+2.7 / +4.3]
		Δ Temperatura massima (°C)		
6	Annuale	+2.5 [+1.9 / +3.3]		+4.4 [+3.4 / +5.7]
		Δ Temperatura minima (°C)		
7	Annuale	+2.6 [+1.7 / +3.0]		+4.2 [+3.4 / 5.1]
		Δ Ondate di calore (giorni)		
8	Annuale	+59 [+30 / +93]		+ 124 [+ 76 / +182]
		Δ Notti tropicali (giorni)		
9	Annuale	+24 [+14 / +35]		+ 42 [+23 / +59]
		Δ Giorni di gelo (giorni)		
10	Annuale	-21 [-10 / -27]		-32 [-18 / -39]
		Δ Precipitazione media (mm)		
11	Annuale	-20 [-46 / +50]		-56 [-106 / +52]
12	Primavera	-19 [-33 / +5]		-27 [-11 / -42]
13	Estate	-19 [-36 / +13]		-34 [-68 / +31]
14	Autunno	+1 [-30 / +21]		-8 [-30 / +11]
15	Inverno	+16 [+2 / +26]		+13 [+2 / +26]
		Δ Precipitazione max giornaliera (mm)		
16	Annuale	+5 [+0 / +8]		+7 [+4 / +9]
		Δ Giorni senza pioggia (giorni)		
17	Annuale	+8 [0 / +14]		+16 [0 / +27]

Per quanto riguarda la penisola italiana, riportiamo qui la Tabella 6.2 che offre una sintesi dei principali valori di cambiamento di alcuni indicatori climatici, ottenuti dalle proiezioni prodotte dal set di modelli MedCORDEX. Questa tabella e i relativi risultati sono già stati presentati e discussi in Gualdi e Buongiorno (2021) e li riportiamo anche qui per

completezza di questo rapporto. A tutt'oggi non esistono ulteriori sistematici e completi aggiornamenti di questi risultati se non quelli che abbiamo riportato nella Sezione 4.4 di questo capitolo, che sostanzialmente confermano quanto riportato in Tabella 6.2

Ovviamente, i cambiamenti climatici proiettati e riassunti in Tabella 6.2, si traducono immediatamente in impatti fisici che, a loro volta, riversano i loro effetti in innumerevoli settori della nostra società.

Uno degli ambiti più direttamente colpiti, come già ripetutamente ricordato, è quello della gestione delle risorse idriche. La combinazione dei cambiamenti di precipitazione, temperatura e, con essa, evaporazione, cambiano sostanzialmente il ciclo idrologico in molti bacini del Paese, modificando marcatamente la variazione del flusso fluviale stagionale, il ricarica delle falde e quindi la disponibilità d'acqua. Molti segnali in questo senso sono già visibili. Più specificamente, la crescente temperatura aumenterà l'evapotraspirazione e innalzerà il limite nevoso ad altitudini maggiori, riducendo le riserve nevose e glaciali con conseguente aumento del flusso invernale e primaverile, periodi nei quali la domanda idrica è più bassa, e una marcata diminuzione nei mesi estivi, in cui la domanda è più alta e crescente in conseguenza all'aumento delle temperature (EEA, 2018, PNAC 2017, e Spano et al. 2020). Questi risultati ovviamente puntano a una rinnovata attenzione alle questioni della gestione delle risorse idriche e degli strumenti che sarà necessario mettere in atto per garantire a tutti i settori coinvolti il necessario approvvigionamento.

In questo contesto, le previsioni climatiche, producendo dati e informazioni su possibili condizioni meteo-climatiche anomale su orizzonti temporali che vanno dai prossimi mesi fino al decennio, possono essere un utile strumento per meglio affrontare le criticità che la variabilità e i cambiamenti climatici pongono ormai sempre più frequentemente. Questi strumenti devono essere ulteriormente migliorati e raffinati nelle loro prestazioni, ma già oggi rappresentano una fonte di informazioni potenzialmente molto utile.

L'ultima previsione stagionale prodotta dal sistema multi - modello Copernicus C3S prima del completamento di questo capitolo, la previsione della stagione estiva (JJA) 2023, con "start date" 1° aprile 2023, indicano un chiaro segnale di un evento El Niño che si sta sviluppando nel Pacifico tropicale, evento che raggiungerà la sua fase di picco (e le anomalie più intense) nel prossimo inverno, 2023-24.

Sitografia

In questa appendice viene proposta una guida ragionata ai principali siti internet che permettano al lettore un diretto accesso a dati/mappe/informazioni prodotte da fonti documentate e attendibili, opportunamente presentate e regolarmente aggiornate. Ovviamente, la lista che segue non può e non intende essere esaustiva, ma vuole semplicemente fornire un'indicazione su quelli che sono attualmente i principali siti che potrebbero rilevarsi di interesse per i temi trattati in questo rapporto.

– [Intergovernmental Panel on Climate Change \(IPCC\)](#)

Ovviamente, parlando di cambiamenti climatici, il primo sito dal quale attingere le più autorevoli informazioni è quello dell'IPCC, Pannello Intergovernativo sui Cambiamenti Climatici, che fa capo all'Agenzia Ambientale delle Nazioni Unite e che pubblica periodicamente una serie di rapporti ("Assessment Reports", ARs). Questi rapporti comprendono un'esaustiva sintesi della letteratura scientifica pubblicata nel campo del clima, cambiamenti climatici, impatti e politiche per l'adattamento e la mitigazione. Il sito dell'IPCC non rende disponibili dati.

I dati riguardanti le proiezioni di cambiamento climatico, gran parte dei quali alla base degli studi poi raccolti nei rapporti dell'IPCC, si possono accedere dalla piattaforma "[Earth System Grid Federation](#)" (ESGF). Una volta entrati nel sito ESGF, si possono poi raggiungere, per mezzo del bottone "[Nodes](#)" i diversi nodi della griglia e da uno dei nodi, previa registrazione gratuita, si può avere accesso ai dati delle proiezioni di cambiamento climatico e più generalmente a tutte le simulazioni che la comunità modellistica ha condotto in modo coordinato, al fine di investigare i cambiamenti climatici e i loro effetti. Una dettagliata documentazione di queste simulazioni può essere trovata presso il sito del programma internazionale "[Coupled Model Intercomparison Project](#)" (CMIP).

– [Copernicus Climate Change Service \(C3S\)](#)

Lo scopo principale di C3S è la fornitura di informazioni autorevoli sul clima passato, presente e futuro, nonché strumenti per consentire strategie di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici da parte dei responsabili politici e delle imprese. Navigando nel sito di C3S, in particolare, si trovano 4 sezioni di grande interesse:

- [Bollettini Climatici](#): in questa sezione si trovano mappe mensili attraverso le quali vengono presentate le condizioni climatiche dell'ultimo mese, sul continente Europeo, utilizzando i principali indicatori di cambiamento climatico, estremi inclusi. Vengono fornite anche analisi delle mappe e indicazioni su come queste vengono prodotte.
- [Climate Data Store \(CDS\)](#): è un portale che offre un (unico) accesso a un'enorme quantità di dati e indicatori climatici del passato, presente e futuro. Tramite una semplice (gratuita) registrazione, permette a chiunque di accedere a dati osservati (inclusi dati satellitari), analisi, previsioni e proiezioni di cambiamento climatico. Per gli utilizzatori più avanzati, il CDS offre, oltre ai dati, anche dei pacchetti software, con relativa documentazione e istruzioni per l'uso, che consentono semplici analisi e manipolazioni dei dati e degli indicatori disponibili.
- [Data in Action](#): è la sezione del sito nella quale vengono illustrati diversi esempi di progetti prototipi di applicazioni dei dati climatici messi a disposizione dal C3S per la produzione di servizi climatici in diversi settori, principalmente, ma non esclusivamente, in Europa.

- **In Focus**: questa sezione presenta il rapporto annuale dello Stato del Clima in Europa (ESOTC), compilato da C3S e implementato dal Centro Europeo per le Previsioni Meteorologiche di Medio Termine (ECMWF) per conto della Commissione Europea. L'ESOTC comprende tre sezioni principali: “Stato Generale”, “Eventi” (inclusi gli estremi) e “Riflettori su”, incentrate sul clima Europeo per l'anno passato, che riassumono gli ultimi aggiornamenti degli indicatori climatici, con un'analisi dei principali impatti degli eventi più significativi.

Previsioni Stagionali: un'altra attività di C3S che può essere di grande interesse è la produzione di previsioni stagionali, con la quale si rendono disponibili previsioni probabilistiche dell'evoluzione del sistema climatico nelle prossime due stagioni, cercando così di anticipare condizioni anomale che potrebbero avere impatti negativi sulla società e sulle attività economiche. La relativa sezione del sito C3S (climate.copernicus.eu/seasonal-forecasts) provvede, oltre alle previsioni in forma di dati e prodotti grafici, una dettagliata spiegazione e documentazione su come le previsioni sono prodotte.

- **Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA)**

L'Agenzia Europea per l'Ambiente raccoglie dati, produce valutazioni e fornisce informazioni su un'ampia gamma di argomenti legati all'ambiente. Di particolare interesse per le questioni legate al clima e ai cambiamenti climatici sono le sezioni del sito “Air and Climate” e “Data and Maps”. In quest'ultima, in particolare, è possibile navigare attraverso un vasto catalogo contenente un gran numero di dati, infografiche, indicatori, mappe statiche e mappe interattive relative al clima, ai cambiamenti climatici ed ai loro impatti sul continente Europeo. Nella sezione “Publications” del sito della EEA, poi, si possono trovare numerosi rapporti sui temi degli impatti dei cambiamenti climatici e delle politiche di adattamento e mitigazione.

- **Climate-ADAPT**

La piattaforma Climate-ADAPT è il risultato di una partnership tra la Commissione Europea e l'Agenzia Europea per l'Ambiente. La piattaforma è gestita dall'EEA con il supporto del Centro Tematico Europeo sugli impatti, la vulnerabilità e l'Adattamento ai Cambiamenti Climatici (ETC-CCA). Climate-ADAPT mira a supportare le attività di adattamento aiutando gli utenti ad accedere e condividere dati e informazioni sui cambiamenti climatici in Europa, vulnerabilità attuale e futura di settori e regioni, strategie e azioni di adattamento nazionali e transnazionali, casi studio e potenziali opzioni di adattamento, strumenti che supportano la pianificazione dell'adattamento.

- **Climate Explorer**

Climate Explorer è uno strumento web sviluppato dal Servizio Meteorologico Reale Olandese (KNMI) che permette di analizzare dataset climatici, svolgendo analisi statistiche. Il sito rende disponibili molti dataset climatici accompagnati da pubblicazioni che ne documentano la fonte e fornendo collegamenti alle pagine web che ne descrivono le caratteristiche. Questo è uno strumento principalmente rivolto a utilizzatori esperti, in grado di selezionare un dataset climatico e di immaginare una serie di analisi statistiche da compiere su di esso ed ovviamente calcolare indicatori climatici per specifiche regioni.

- **Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)**

A livello nazionale non sono molti i siti che offrono una regolare e aggiornata pubblicazione di informazioni, mappe e dati relativi a parametri meteo – climatici e

indicatori. L'ISPRA, per esempio, nel proprio sito ha una sezione dedicata a [Clima e Meteo](#), nella quale si possono trovare mappe e informazioni su alcuni indicatori climatici. Di particolare interesse, poi può risultare la sezione del sito riferita la "[Sistema Nazionale per l'Elaborazione e Diffusione di Dati Climatici](#)" (SCIA), attraverso la quale si può accedere ai rapporti ISPRA sugli indicatori climatici in Italia basati sulla continua attività di monitoraggio svolta dall'ente.

– [Archivio Climatologico per l'Italia Centro Settentrionale \(ArCIS\)](#)

ARCIS nasce da un accordo tra le Agenzie Regionali per la Prevenzione Ambientale (ARPA) e i Servizi Meteorologici Regionali delle regioni del nord e centro Italia. Questo accordo prevede la condivisione di dati meteo-climatici acquisiti da serie storiche e dal continuo monitoraggio che le agenzie svolgono, per la costruzione di un database di alta qualità che copra il centro-nord della penisola. A partire da settembre 2019, il sito del progetto rende disponibile un aggiornamento a cadenza mensile dell'analisi storica di precipitazioni giornaliere. L'analisi ottenuta a partire dai dati osservati e della rete di monitoraggio climatologico mantenuta dai Servizi Meteorologici Regionali e/o dai Centri Funzionali Regionali. Le mappe delle analisi e i dati stessi possono essere scaricati, dalla pagina [prodotti](#) del sito, previa registrazione.

Bibliografia

Cavicchia L., E. Scoccimarro, S. Gualdi, P. Marson, B. Ahrens, S. Berthou, D. Conte, A. Dell'Aquila, P. Drobinski, V. Djurdjevic, C. Dubois, C. Gallardo, L. Li, P. Oddo, A. Sanna and C. Torma, 2018: Mediterranean extreme precipitation: a multi-model assessment. *Clim. Dyn.*, 51, 901–913, DOI 10.1007/s00382-016-3245-x.

Coppola E. et al., 2014: Changing hydrological conditions in the Po basin under global warming. *Science of The Total Environment*, 493, pp. 1183–1196, doi: 10.1016/j.scitotenv.2014.03.003.

Coppola E, Sobolowski S, Pichelli E et al., 2020: A first-of-its-kind multi-model convection permitting ensemble for investigating convective phenomena over Europe and the Mediterranean. *Clim Dyn* 55:3–34. <https://doi.org/10.1007/s00382-018-4521-8>.

Gualdi S., A. Borrelli, A. Cantelli, M. Chaves – Montero, G. Davoli, S. Maina, A. Navarra, A. Sanna, S. Tibaldi, 2020: The new CMCC operational Seasonal Prediction System. CMCC Technical Note TN0288, 34 pp., DOI: <https://doi.org/10.25424/CMCC/SPS3.5>. Available at: <https://www.cmcc.it/wp-content/uploads/2020/09/TN0288-csp-09-2020-1.pdf>

Gualdi S. and M. Buongiorno, 2021: Scenari climatici e valutazioni per l'impresa, a cura di Silvio Gualdi e Massimo Buongiorno, Fondazione Utilitatis, pp 134. ISBN: 9788861210813.

GRR2023, 2023: Global Risks Report 2023, by the World Economic Forum in collaboration with Marsh McLennan and Zurich Insurance Group, 98 pp. <https://www.weforum.org/reports/global-risks-report-2023/>.

IPCC – AR5, 2013, disponibile presso il sito <https://www.ipcc.ch/report/ar5>

IPCC-AR6, 2021, disponibile presso il sito <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-cycle>

ISPRA, 2015: Il Clima Futuro in Italia: Analisi delle Proiezioni dei Modelli Regionali. Rapporto ISPRA Stato dell'Ambiente 58/2015. ISBN 978-88-448-0723-8. Pp. 64.

ISPRA, 2019: Gli Indicatori del Clima in Italia. Rapporto ISPRA Stato dell'Ambiente 88/2019. ISBN 978-88-448-0955-3. Pp. 76.

Lionello, P., Baldi, M., Brunetti, M., Cacciamani, C., Maugeri, M., Nanni, T., Pavan, V. & Tomozeiu R. (2009). Eventi climatici estremi: tendenze attuali e clima futuro sull'Italia, pp. 81-106. In: Castellari S. & Artale, V. (Ed.) (2009). I cambiamenti climatici in Italia: evidenze, vulnerabilità e impatti. Bononia University Press, Bologna. ISBN: 978-88-7395-484-2.

MedECC (2020) *Climate and Environmental Change in the Mediterranean Basin – Current Situation and Risks for the Future. First Mediterranean Assessment Report* [Cramer, W., Guiot, J., Marini, K. (eds.)]. Union for the Mediterranean, Plan Bleu, UNEP/MAP, Marseille, France, 632 pp., ISBN: 978-2-9577416-0-1, doi:[10.5281/zenodo.4768833](https://doi.org/10.5281/zenodo.4768833).

PNAC 2017: Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici, Allegato Tecnico-scientifico: impatti, vulnerabilità e azioni di adattamento settoriali, www.minambiente.it/sites/default/files/archivio_immagini/adattamenti_climatici/allegato_2_impatti_e_azioni.pdf.

Ruti P.M., S. Somot, F. Giorgi, C. Dubois, E. Flaounas, and co-authors, 2016: MED-CORDEX initiative for Mediterranean climate studies. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 97, 1187-1208.

Spano D., Mereu V., Bacciu V., Marras S., Trabucco A., Adinolfi M., Barbato G., Bosello F., Breil M., Chiriaco M. V., Coppini G., Essenfelder A., Galluccio G., Lovato T., Marzi S., Masina S., Mercogliano P., Mysiak J., Noce S., Pal J., Reder A., Rianna G., Rizzo A., Santini M., Sini E., Staccione A., Villani V., Zavatarelli M., 2020. "Analisi del rischio. I cambiamenti climatici in Italia". DOI: 10.25424/CMCC/ANALISI_DEL_RISCHIO

Tramblay Y. and S. Somot, 2018: Future evolution of extreme precipitation in the Mediterranean. *Climatic Change* 151:289–302 <https://doi.org/10.1007/s10584-018-2300-5>

SEZIONE II

Impatto sulle imprese del cambiamento climatico: dalla maggiore disclosure alle opportunità del mercato finanziario

Introduzione

Nel corso degli ultimi anni si è affermata e consolidata una diffusa consapevolezza e percezione del cambiamento climatico; ciò, peraltro, in un contesto caratterizzato da eventi anche estremi, quali la pandemia, che hanno riproposto in una prospettiva più ampia il tema del rapporto tra l'uomo e l'ambiente e dell'impatto delle attività umane.

Coerentemente con la prospettiva già adottata nell'ambito del primo rapporto¹, questo lavoro si concentra sulle implicazioni gestionali ed economico-finanziarie indotte dal cambiamento climatico, superando l'impostazione generale che lo richiama soprattutto in occasione di eventi estremi e ne studia gli effetti a livello prevalentemente macroeconomico.

Il presente lavoro si pone dunque l'obiettivo di valutare gli effetti prevedibili o già prodotti dal cambiamento climatico sugli operatori, in particolare del macro-settore dei servizi pubblici (energia, gas, acqua, ambiente), e le possibili sue conseguenze indirette, derivanti dalla progressiva definizione a livello comunitario e mondiale di una normativa e regolamentazione contabile volta a rilevare e comunicare espressamente l'"impronta" di ciascun operatore economico sulle cause del cambiamento climatico.

Questo secondo rapporto conserva solo parzialmente l'articolazione già utilizzata per il precedente; dopo aver individuato gli effetti economici, finanziari e patrimoniali derivanti direttamente o indirettamente dal cambiamento climatico, si illustrano diffusamente gli effetti della *disclosure* di sostenibilità e dei rischi e delle opportunità legate al cambiamento climatico.

L'anno 2022 ha infatti segnato una svolta importante poiché l'approvazione della direttiva comunitaria UE 2464/2022, più nota come CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive*) ha esteso la platea delle imprese obbligate alla rendicontazione di sostenibilità rispetto alla Dichiarazione non finanziaria ma ne ha anche ampliato i contenuti. In ottemperanza a quanto previsto nella direttiva l'EFRAG ha definito nel novembre 2022 un primo set di principi di rendicontazione di sostenibilità (*ESRS European Sustainability Reporting Standard*) attualmente in attesa di definitiva approvazione da parte della Commissione Europea.

Ugualmente lo scorso anno, l'ISSB, l'ente istituito dalla IFRS Foundation per l'elaborazione dei principi di rendicontazione di sostenibilità ha messo a disposizione in consultazione nel mese di marzo le bozze di due standard, il primo di ordine generale e il secondo specifico sul cambiamento climatico. Il secondo capitolo esaminerà i nuovi documenti evidenziandone i punti di forza e di criticità ma anche sollevando perplessità in ordine alle divergenti richieste che i due set "concorrenti" di principi indirizzano alle imprese.

Gli anni 2021 e 2022 hanno fatto registrare una crescita impetuosa della raccolta di capitali sul mercato del debito sostenibile, per questo motivo si è ritenuto opportuno descrivere nel terzo capitolo le caratteristiche degli strumenti attualmente in uso, degli emittenti e dei vantaggi conseguibili. Un approfondimento è dedicato ad uno dei maggiori ostacoli ad un ulteriore incremento del mercato ovvero la divergenza dei rating ESG.

¹ Cfr. *Utilitatis, Scenari climatici e valutazioni per l'impresa*, aprile 2021.

1 Le voci reddituali, patrimoniali e finanziarie impattate dal cambiamento climatico

1.1 Una mappa logica di riferimento

Nell'ambito del primo rapporto era stata individuata una mappa logica di riferimento, così da sintetizzare le relazioni tra il cambiamento climatico e le variabili aziendali economico finanziarie.

In estrema sintesi, la mappa logica si basava su due elementi:

1. il mutato contesto operativo, derivante dalla pervasività e progressività del cambiamento climatico, che modifica le consolidate scelte gestionali;
2. i conseguenti effetti sulla struttura di costo, sulle variabili patrimoniali e scelte finanziarie che conseguono a tali modificazioni, e dunque sul valore aziendale, oltre che sulla disclosure delle informazioni rilevanti nella redazione del bilancio per effetto del cambiamento climatico.

Con riguardo al primo elemento, la convinzione di un mutato contesto operativo muoveva dalla percezione che il cambiamento climatico non è una successione di eventi estremi, sebbene questi siano immediatamente percepibili, quanto piuttosto una molteplicità di variazioni rispetto al trend storico (nelle temperature medie e nella loro variabilità nel corso del tempo, nella piovosità, nel soleggiamento e ventosità, ecc.) tali da cambiare le variabili di “base” sulle quali i sistemi aziendali sono progettati e determinare un nuovo contesto operativo.

L'operatività in un mutato contesto determina d'altro canto, un effetto diretto sugli assetti gestionali e sulle variabili economico finanziarie, poiché incide sulla rilevanza e struttura dei costi, sugli investimenti necessari indotti dal cambiamento climatico, sulla efficace gestione delle strutture aziendali; si tratta dunque, di effetti strutturali sulle aziende, che ne modificano l'assetto operativo e impattano sul valore aziendale.

A distanza ormai di qualche anno, questa mappa logica conserva la sua validità, ma può ulteriormente essere declinata, con riguardo ad almeno due elementi.

In primo luogo, il tema della *disclosure* ha assunto un rilievo maggiore che manterrà anche nel prossimo futuro; al riguardo la mappa logica è influenzata dall'evoluzione normativa intervenuta a livello comunitario e in particolare, dall'approvazione della direttiva comunitaria UE 2464/2022, più nota come direttiva CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive*), da cui discendono molteplici effetti, esaminati in particolare nel prossimo capitolo, e da cui deriva l'obbligo, a cui ha ottemperato l'EFRAG, di definire un primo set di principi di rendicontazione di sostenibilità (*ESRS European Sustainability Reporting Standard*).

Ai fini della elaborazione della mappa logica, è utile in particolare anticipare l'introduzione del principio della “doppia rilevanza”, che impone di fornire al mercato non solo l'informativa sugli effetti sull'impresa, anche solo in termini di rischi o opportunità, dell'ampio tema della sostenibilità, ma anche quelli determinati dall'impresa sulle persone e sull'ambiente, per di più nella prospettiva dell'intera catena del valore.

La Direttiva si pone quindi in una prospettiva più ampia rispetto alla *Task Force on climate related financial disclosures*² (nel prosieguo indicata anche come Task Force o TCFD), incentrata sui rischi e sulle opportunità del cambiamento climatico sulle singole aziende e sulle conseguenti azioni adottate.

In aggiunta a ciò, non può sottacersi come la crescente attenzione da parte degli investitori e delle imprese alle implicazioni derivanti dalle scelte aziendali sul cambiamento climatico abbia determinato lo sviluppo di un ampio mercato di finanziamenti “green”, variamente connessi all’ampio tema della sostenibilità, con riguardo ad esempio ai tassi di finanziamento oppure all’utilizzo dei proventi finanziari.

La mappa logica utilizzata può essere pertanto sinteticamente così declinata:

1. il cambiamento climatico produce effetti pervasivi e progressivi, già ad oggi evidenti;
2. gli effetti prodotti dal cambiamento climatico si possono sintetizzare in:
 - a. un differente scenario “base”, caratterizzato da mutate condizioni rispetto al passato e da una maggiore variabilità degli eventi;
 - b. una più frequente manifestazione di eventi estremi;
3. il nuovo scenario operativo condiziona e modifica strutturalmente:
 - a. gli assetti aziendali esistenti, con impatti differenziati sulle singole componenti economiche (di costo e ricavo), patrimoniali e finanziarie;
 - b. la definizione dei nuovi assetti operativi;
4. il cambiamento climatico produce pertanto effetti:
 - a. sulle componenti economiche, patrimoniali e finanziarie dei bilanci aziendali (cap. 1), differenziate in rapporto allo specifico settore di operatività e alle strategie e scelte aziendali in tema di governo del rischio climatico;
 - b. sulla disclosure delle informazioni rilevanti sull’effetto in bilancio del cambiamento climatico (cap. 2);
 - c. sulle valutazioni del mercato finanziario, in particolare obbligazionario, con lo sviluppo di un ampio e crescente mercato del debito sostenibile (cap. 3).

Il macro-settore dei servizi pubblici (energia, gas, acqua, ambiente) costituisce uno degli esempi migliori per evidenziare l’impatto del cambiamento climatico nella prospettiva della doppia rilevanza; su di esso infatti, impattano in modo rilevante alcune tendenze climatiche emerse relativamente di recente e già in via di consolidamento, e al contempo, è in grado di incidere sulle persone e sull’ambiente attraverso l’attività svolta dal complesso degli operatori.

L’esempio migliore della doppia rilevanza, nella prospettiva dei servizi pubblici, è fornito probabilmente dal settore della generazione elettrica, dal quale è possibile ricavare

² *Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Final Report*, giugno 2017. Sul documento si tornerà in dettaglio nel secondo capitolo.

molteplici indicazioni in ordine alla pervasività degli effetti diretti ed indiretti del cambiamento climatico.

Nel corso dell'ultimo quinquennio, la produzione nazionale lorda di energia elettrica (in GWh) ha mostrato una leggera riduzione, come evidente dalla Tabella 1. Il forte calo del 2020, connesso all'evento pandemico, è stato infatti in gran parte recuperato nel corso del 2021, per cui la produzione totale fra inizio e fine quinquennio mostra una variazione negativa del 3%:

Tabella 1. Produzione totale di energia in Italia (2017-2021)

Fonte	2017	2018	2019	2020	2021³
Produzione termoelettrica	190.106	173.578	176.171	161.673	170.077
Idroelettrico da pompaggi	1.826	1.716	1.835	1.944	2.091
Produzione da fonti rinnovabili	103.898	114.415	115.847	116.915	114.737
PRODUZIONE TOTALE	295.830	289.709	293.853	280.532	286.905

Fonte: Nostra elaborazione su dati ARERA, Relazione Annuale, Stato dei servizi 2022, Indagine annuale sui settori regolati, Volume 1

In termini percentuali, pur nella variabilità dei risultati e con la particolarità già citata del 2020, è possibile rinvenire una leggera crescita nel contributo apportato dalle fonti rinnovabili, che si attestano stabilmente ormai intorno al 40%, come rappresentato dalla Figura 1.

³ Dati ancora provvisori al momento della stesura del rapporto.

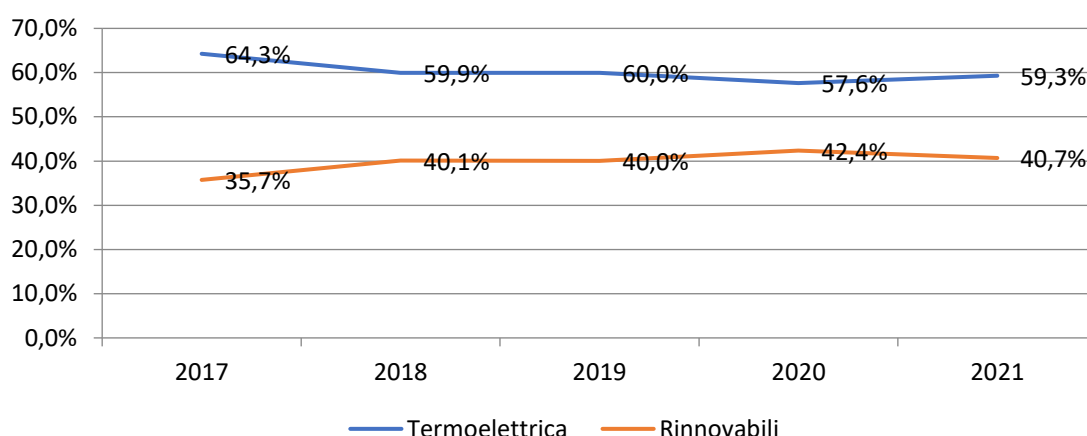


Figura 1. Fonti di produzione nazionale di energia elettrica (2017-2021). Fonte: Elaborazione SDA Bocconi su dati ARERA, Relazione Annuale, Stato dei servizi 2022, Indagine annuale sui settori regolati, Volume 1

La sostanziale stabilità del contributo delle fonti rinnovabili e di quella termoelettrica nascondono in realtà alcune variazioni interessanti all'interno delle due categorie.

Nell'ambito delle fonti di produzione termoelettrica (Figura 2), gli ultimi anni confermano la progressiva riduzione nell'utilizzo delle fonti maggiormente inquinanti (solidi e petroliferi) a favore della preferenza accordata al gas naturale; è possibile che negli anni 2022 -2023 questa tendenza mostri una battuta d'arresto per effetto della guerra in Ucraina e della conseguente riduzione degli approvvigionamenti dai gasdotti russi, ma è ragionevole ipotizzare che nell'immediato futuro, il gas mantenga il suo ruolo largamente prevalente nelle fonti fossili attraverso l'approvvigionamento di GNL dai rigassificatori, in sostituzione di parte dei gasdotti.

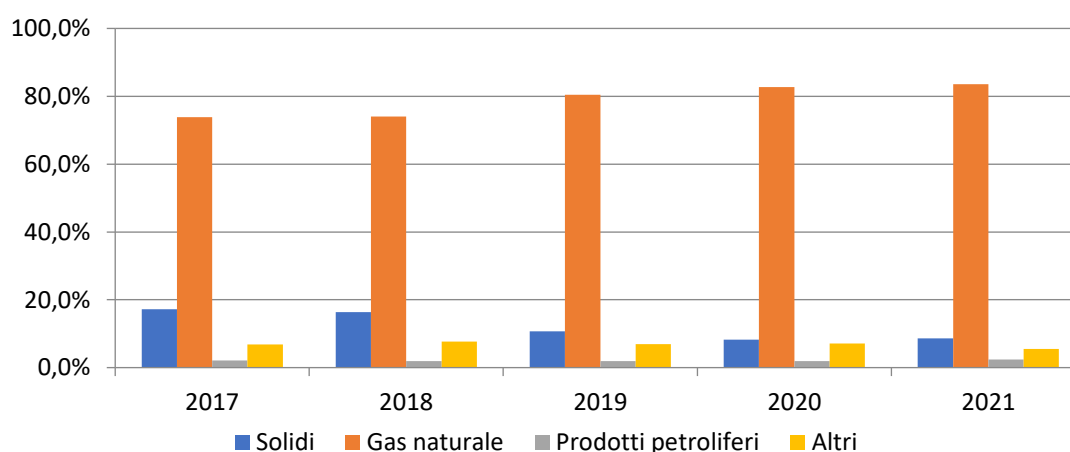


Figura 2. Fonti di produzione termoelettrica in Italia (2017-2021) Fonte: Elaborazione SDA Bocconi su dati ARERA, Relazione Annuale, Stato dei servizi 2022, Indagine annuale sui settori regolati, Volume 1

Per quanto riguarda le fonti rinnovabili, è possibile svolgere alcune considerazioni ulteriori; dall'esame della Figura 3 appare evidente come il contributo delle diverse fonti sia sostanzialmente stabile. La fonte idroelettrica rappresenta di gran lunga (e storicamente) la principale fonte di produzione rinnovabile, seguita dal fotovoltaico, in crescita lenta ma costante, che precede l'eolico, con un andamento variabile negli anni e la biomassa, sostanzialmente stabile, così come il geotermico, certamente la meno rilevante delle fonti produttive rinnovabili.

Sebbene questa rappresentazione non sia certamente sorprendente, può essere utile osservare come la produzione di energia idroelettrica abbia risentito nel corso del 2021 di condizioni climatiche siccitose alternate ad eventi estremi di piovosità; si tratta di condizioni che si sono ripetute nel 2022 e nell'anno corrente e, certamente, influiscono negativamente sulla produzione di elettricità. Inoltre, tale regime delle piogge potrebbe ulteriormente complicare la prossima attuazione del deflusso ecologico, salvo che si attuino interventi strutturali tali da consentire l'accumulo delle precipitazioni.

Si tratta, anche in questo caso, di un effetto del cambiamento climatico che agisce quindi in due direzioni opposte; da una parte, ha "direttamente" indotto lo sviluppo di una sensibilità ecologica volta a ridurre le principali fonti fossili climalteranti a favore di quelle rinnovabili, ma d'altra parte produce effetti "indiretti" di riduzione delle potenzialità produttive idroelettriche.

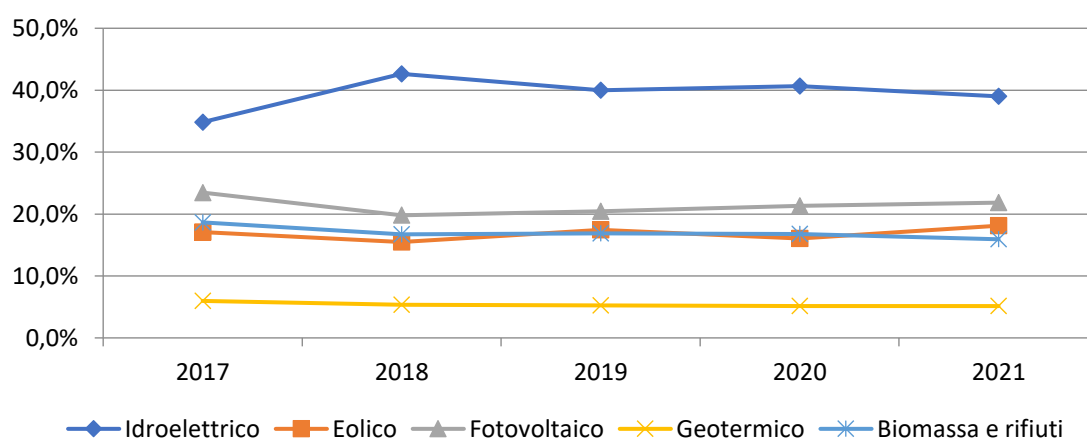


Figura 3. Fonti rinnovabili in Italia (2017-2021). Fonte: Nostra elaborazione su dati ARERA, *Relazione Annuale, Stato dei servizi 2022, Indagine annuale sui settori regolati, Volume 1*

1.2 L'impatto del cambiamento climatico sul conto economico

Sebbene la produzione normativa sui temi della sostenibilità e delle sue rilevazioni contabili sia risultata particolarmente rilevante negli ultimi anni (e sarà ampiamente commentata nel prossimo capitolo), resta fermo un altro elemento già segnalato in occasione del primo rapporto, costituito dalla mancanza di uno specifico principio contabile sul cambiamento climatico. Considerata la numerosità delle aziende che forniscono informazioni sugli obiettivi e le strategie di gestione del rischio climatico, l'ampiezza delle alternative percorribili, la rilevanza attribuita dagli investitori e dai clienti a tali informazioni, si tratta

di una lacuna particolarmente importante; ciononostante, resta ferma la necessità di fornire le informazioni rilevanti agli utilizzatori del bilancio, fra le quali rientrano quindi, indirettamente, anche quelle attinenti al cambiamento climatico.

Con riguardo alle variabili economiche, l'impatto del cambiamento climatico è percepibile sia sul fronte dei costi che su quello dei ricavi, sebbene siano maggiormente prevedibili gli effetti sui primi piuttosto che sui secondi.

Per i costi, infatti, è ragionevole ipotizzare che l'attuale struttura possa essere impattata in misura più o meno rilevante in funzione della singola componente di costo, dello specifico business model, del settore di operatività, in rapporto cioè ad elementi noti, sui quali è quindi più semplice ipotizzare dei cambiamenti che, in parte, si sono prodotti o si stanno già producendo. Allo stesso modo, è ragionevole assumere che anche in caso di eventuale riposizionamento strategico indotto (almeno in parte) dal cambiamento climatico possa modificarsi l'attuale struttura dei costi, ma al contempo siano largamente prevedibili gli effetti complessivi.

Sul fronte dei ricavi, invece, gli effetti derivanti dal cambiamento climatico sono più difficilmente prevedibili, essendo in larga parte connessi alle opportunità derivanti dallo stesso, al momento solo parzialmente individuabili in dettaglio (si pensi ad esempio, alla mobilità sostenibile e allo sviluppo dell'idrogeno, anche solo nei settori hard to abate). In molti casi, peraltro, si tratterebbe di cambiamenti rilevanti, trasformativi, rispetto all'attuale assetto gestionale, di maggiore complessità previsionale.

1.2.1 La struttura dei costi

Come già evidenziato in sede di primo rapporto, le principali componenti di costo impattate dal cambiamento climatico sono rappresentate da:

1. i costi di approvvigionamento;
2. i costi di mantenimento delle strutture, in particolare costi di manutenzione ordinaria e straordinaria e ammortamenti;
3. gli altri costi operativi (accantonamenti ai fondi, premi assicurativi, prodotti chimici, ecc.)
4. i costi operativi specifici del macrosettore dei servizi pubblici (indennizzi, quote di emissione di gas, certificati bianchi).

Con riguardo ai costi di approvvigionamento della materia prima, il cambiamento climatico può incidere sulla disponibilità di una determinata fonte, anche solo per ragioni ambientali o normative, piuttosto che economiche.

L'esempio migliore al riguardo è fornito probabilmente dal settore idrico, in particolare dal servizio di acquedotto approvvigionato da fonti maggiormente esposte al cambiamento climatico, quali sorgenti, corsi d'acqua, laghi. Sebbene il costo della materia prima non costituisca solitamente una componente rilevante della struttura dei costi delle aziende idriche, è evidente come in tali situazioni la ricerca di fonti alternative determini un inevitabile incremento dei costi e, verosimilmente, anche degli investimenti necessari per realizzare la dotazione necessaria.

L'esempio, peraltro, è utile anche per identificare un secondo effetto del cambiamento climatico, connesso non solo al maggior costo di acquisizione della materia prima ma anche alla variabilità nella disponibilità della stessa; si tratta di un elemento da non sottovalutare perché tale da incidere sulla complessiva variabilità dei margini aziendali e quindi sul relativo profilo di rischio.

Una seconda categoria di costi influenzati dal cambiamento climatico è rappresentata dai costi connessi al mantenimento e adeguamento delle strutture, dunque dai costi di manutenzione ordinaria e straordinaria e dagli ammortamenti, sui quali si tornerà più avanti, nell'ambito del paragrafo dedicato alle componenti patrimoniali.

Nell'esempio appena citato sull'approvvigionamento idrico, si è evidenziata, indirettamente, la necessità di approntare dotazioni alternative, che richiederebbero costi di gestione oltre che di realizzazione addizionali.

Ebbene, nei costi connessi al mantenimento e adeguamento delle strutture vanno inclusi non solo quelli aggiuntivi derivanti dalle nuove realizzazioni, ma anche quelli differenziali derivanti dalle reti esistenti, rappresentati appunto dai costi di manutenzione⁴, la cui manifestazione è direttamente correlata con le condizioni variabili di utilizzo, influenzate certamente anche dal cambiamento climatico.

Peraltro, la finalità di assicurarsi la funzionalità dell'infrastruttura in condizioni di utilizzo variabile ed elevato, insieme a evidenti esigenze di sicurezza, sta progressivamente portando a preferire la pianificazione degli interventi di manutenzione, piuttosto che la risposta alle segnalazioni.

Al riguardo, la Figura 4 evidenzia l'elevato numero di dispersioni localizzate nella rete di distribuzione del gas nel triennio 2019-2021, con una costante crescita delle dispersioni localizzate in ispezioni programmate ed un andamento variabile di quelle su segnalazione di terzi, inferiori comunque al valore più elevato registrato nel 2019.

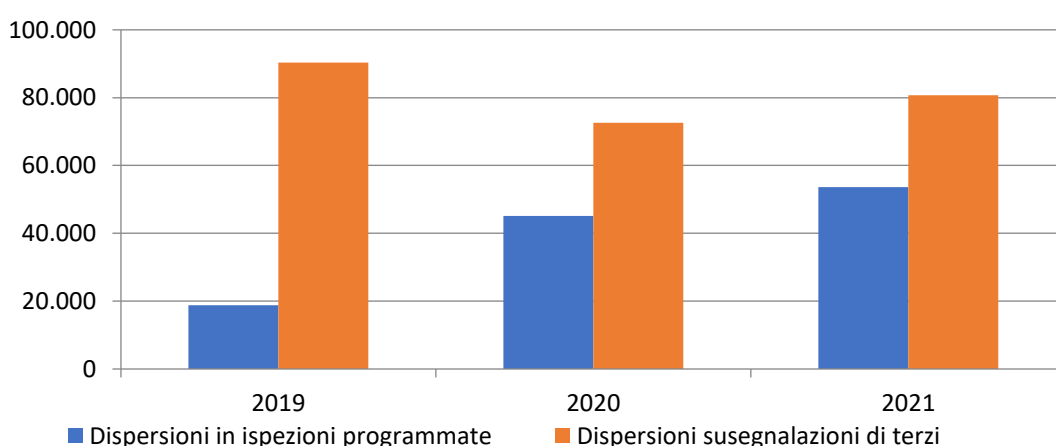


Figura 4. *Dispersioni localizzate nella distribuzione del gas in Italia (2019-2021). Fonte: Nostra elaborazione su dati ARERA, Relazione Annuale, Stato dei servizi 2022, Indagine annuale sui settori regolati, Volume 1; i dati del 2019 sono tratti da ARERA, Relazione Annuale, Stato dei servizi 2021.*

⁴ Per quanto concerne la natura ed il trattamento contabile e fiscale delle manutenzioni ordinarie e straordinarie, previste dai principi contabili nazionali ed internazionali, valgono integralmente le definizioni e considerazioni già espresse nel primo rapporto.

Alle due categorie principali dei costi di approvvigionamento e di manutenzione, si aggiungono infine, due ulteriori categorie, la prima residuale, rappresentata dagli altri costi operativi, l'altra specifica dei servizi pubblici.

Nella prima possono essere incluse due tipologie di costi operativi:

1. gli amministrativi, riconducibili a:
 - a) maggiori costi assicurativi sulle coperture già esistenti, per le variabili condizioni di utilizzo delle infrastrutture così come per gli accresciuti rischi climatici, nonché quelli connessi a nuove esigenze assicurative;
 - b) accantonamenti, volti a coprire "potenziali" costi per rischi di danni a terzi legati ad eventi climatici;
2. quelli tecnici "accessori", rappresentati dai costi differenziali connessi all'utilizzo discontinuo delle infrastrutture, quali i maggiori costi di elettricità delle attrezzature o dei prodotti chimici.

Infine, può essere individuata una categoria di costi specifica dei servizi pubblici in quanto connessa a norme di settore, nella quale includere:

1. le quote di emissione di gas ad effetto serra che, come indicato dai principi contabili, per le società *"rappresentano, di fatto, un sistema penalizzante che le obbliga ad acquistare sul mercato le quote necessarie all'adempimento degli obblighi normativi, comportando un aumento dei costi di produzione"*⁵;
2. i Titoli di Efficienza Energetica (cosiddetti "certificati bianchi"), il cui obbligo di acquisto è finalizzato al miglioramento dell'efficienza energetica;
3. gli indennizzi previsti dalle normative tariffarie, tipicamente per il mancato rispetto degli obblighi di qualità del servizio.

1.2.2 L'impatto sui ricavi

Il possibile impatto sui ricavi del cambiamento climatico è potenzialmente molto più ampio di quello sui costi, sebbene di più complessa prevedibilità. Come anticipato, infatti, il cambiamento climatico determina un'ampia serie di opportunità che sembrano in grado di più che compensare i rischi connessi allo stesso.

Se sono evidenti, ad esempio, i rischi per alcune fonti energetiche in conseguenza del cambiamento climatico, rischi che in buona parte si sono già concretizzati in una riduzione negli utilizzi, è altrettanto evidente che per esse dovranno essere individuate delle alternative, che costituiscono ampie opportunità, solo parzialmente identificabili nel dettaglio.

Il primo rapporto prescindeva dalle possibili scelte del regolatore e sviluppava l'analisi nella prospettiva della TCFD, segnalando le principali opportunità esistenti; il tempo trascorso dal completamento del lavoro della TCFD (oltre che dal primo rapporto) può consentire di precisare alcune considerazioni e di individuare tre grandi aree di sviluppo.

⁵ Il principio contabile OIC 8 "Le quote di emissione di gas ad effetto serra" disciplina una peculiare tipologia di costo operativo, legata alle emissioni di biossido di carbonio o in generale, di gas climalteranti. La finalità è di conseguire un "abbattimento delle emissioni di gas ad effetto serra attraverso il miglioramento delle tecnologie utilizzate nella produzione di energia e nei processi industriali, nonché l'uso più efficiente dell'energia".

Non vi è dubbio, ad esempio, che una grande opportunità sul fronte dei ricavi permanga con riguardo all'efficienza nell'utilizzo delle risorse e più in generale, con riferimento a tutti gli interventi riconducibili all'economia circolare e finalizzati al recupero della materia.

La prospettiva è quindi più ampia dell'efficientamento energetico, che pure ha ricadute potenzialmente molto rilevanti, andando ad incidere su alcuni dei settori in cui si concentrano elevati consumi energetici, quali l'edilizia, i trasporti, l'illuminazione, ecc.

In questo ambito possono infatti essere inclusi anche gli interventi per la produzione di biogas e biometano, in cui l'Italia ha un elevato potenziale ma tuttora ridotte realizzazioni, e in un arco temporale ormai sempre più breve, anche l'idrogeno, per il quale alcune applicazioni anche solo nei settori hard to abate, potrebbero essere relativamente prossime.

Ma in questo ambito entrano a pieno titolo anche i settori idrico e dei rifiuti, non solo per la possibile riduzione dei consumi energetici nei loro processi aziendali, quanto soprattutto per la possibilità di contribuire in misura rilevante al recupero della materia; si pensi ad esempio, alla semplice possibilità di riutilizzare le acque di scarico degli impianti di depurazione, già attuata da alcune gestioni virtuose, e soprattutto, alla quantità di materiali ed energia ricavabile dai rifiuti.

Una seconda opportunità, secondo la TCFD, è costituita dalle fonti di energia, in particolare dalle fonti rinnovabili. È indubbio che esse costituiscano tuttora una rilevante opportunità di sviluppo, tanto da essere ormai alla base dei piani industriali di grandi aziende, e presentino comunque ampi spazi di crescita, in particolare in Italia, specie ove si riescano ad accelerare le procedure di autorizzazione. È altrettanto evidente però, che lo sviluppo già conseguito e lo stadio di avanzamento tecnologico raggiunto contribuiscano a identificarle come una importante realtà operativa, oltre che una opportunità prospettica, e quindi impongano investimenti immediatamente rilevanti ove si voglia competere efficacemente.

Una ulteriore opportunità è rappresentata infine dall'offerta di nuovi servizi e, in particolare, dallo sviluppo della mobilità sostenibile che richiede una produzione e fornitura di energia rinnovabile e una copertura infrastrutturale del territorio che bene si legano all'attuale e futura operatività degli operatori di settore.

1.3 L'impatto sullo stato patrimoniale

A livello patrimoniale, la principale componente impattata dal cambiamento climatico è di gran lunga rappresentata dalle immobilizzazioni materiali e immateriali, che peraltro sono generalmente anche la principale componente patrimoniale delle aziende di servizi pubblici.

Di minore rilievo è invece l'effetto prodotto dal cambiamento climatico sulle altre componenti patrimoniali, sebbene non possa trascurarsi l'eventuale necessità di procedere ad accantonamenti e valutazioni di congruità dei fondi per rischi ed oneri futuri.

Per quanto riguarda le immobilizzazioni materiali e immateriali, il principale effetto derivante dal cambiamento climatico è riconducibile agli eventuali impatti sulla possibilità residua di utilizzazione del bene, che costituisce uno degli elementi alla base del piano di ammortamento, insieme al valore da ammortizzare e ai metodi di ammortamento.

Con riguardo al valore da ammortizzare, non vi sono particolari legami col cambiamento climatico; se infatti quest'ultimo producesse eventuali effetti sul prezzo di acquisto, la sua

contabilizzazione ne consentirebbe di incorporare automaticamente gli effetti a bilancio. Allo stesso modo, per quanto concerne i metodi di ammortamento, l'eventuale maggiore utilizzo connesso al cambiamento climatico potrebbe portare a quote differenziate di ammortamento, maggiori nei primi anni di utilizzo e poi decrescenti, ma tale scelta contabile è poco frequente nel concreto, pur essendo ammissibile per i principi contabili internazionali e nazionali.

Qualche considerazione aggiuntiva è invece necessaria per la possibilità residua di utilizzazione del bene, che è legata alla sua durata economica, cioè al periodo di effettiva utilità per il gestore, e non alla sua durata fisica. Se quindi, per effetto del cambiamento climatico, si dovesse rilevare una modificata durata di utilizzo del bene, la conseguenza non potrebbe che essere la rideterminazione della quota annua di ammortamento, così da ripristinare la coerenza tra durata contabile ed economica.

A completamento di quanto appena affermato, può infine segnalarsi che i principi contabili elencano molti fattori potenzialmente connessi al cambiamento climatico che potrebbero determinare una modifica della durata della vita utile, quali il deterioramento fisico, le politiche di manutenzione, l'esperienza relativa alla durata economica dei cespiti dell'impresa e del settore in cui questa opera, fattori ambientali o legali.

Passando all'esame dei potenziali effetti del cambiamento climatico sulla iscrizione e valutazione dei fondi per rischi ed oneri, può sinteticamente evidenziarsi come:

1. esistano numerosi fondi ricollegabili almeno idealmente al cambiamento climatico (fondi per cause in corso, per eventuali contestazioni da parte di terzi, per recupero ambientale, ecc.);
2. a seguito dell'iscrizione del fondo, deve essere necessariamente previsto un momento distinto e successivo di verifica della stima, poiché la *“valutazione della congruità dei fondi rientra nelle normali operazioni da effettuare alla fine di ciascun esercizio”*.⁶

L'effetto del cambiamento climatico sulle altre componenti patrimoniali può invece essere considerato non significativo; in particolare, possono considerarsi:

1. i crediti e debiti commerciali, per i quali potrebbero esservi variazioni indotte dai mutati prezzi di vendita e acquisto, a parità di tempi medi di incasso e pagamento;
2. le imposte anticipate, per le quali occorre valutare se le prospettive reddituali siano impattate negativamente dal cambiamento climatico in misura tale da non consentirne il mantenimento dell'iscrizione a bilancio;
3. le scorte di magazzino, che pur avendo generalmente scarso impatto per le aziende di servizi pubblici, potrebbero aumentare per lo sviluppo di sistemi di accumulo e stoccaggio.

1.4 L'impatto sulla dinamica dei flussi finanziari

L'impatto del cambiamento climatico sul profilo degli investimenti è rappresentato da un evidente loro incremento, per via dei necessari interventi di mitigazione e adattamento.

⁶ Principio contabile OIC 31 Fondi per rischi e oneri e Trattamento di fine rapporto.

Da questo punto di vista, il principale effetto del cambiamento climatico è rappresentato dalla necessità di:

1. verificare l'adeguatezza della struttura esistente ad assicurare la continuità e gli standard di servizio in uno scenario operativo nuovo;
2. predisporre le soluzioni gestionali alternative al fine di mantenere l'adeguatezza della struttura operativa nel tempo.

È evidente, d'altro canto, che la rilevanza di una strategia di mitigazione e di adattamento è tanto più necessaria quanto più è estesa la vita utile delle dotazioni infrastrutturali; questa è la condizione caratterizzante dei servizi pubblici.

Questo volume addizionale di investimenti si inserisce in un trend storico contraddistinto da una crescita degli investimenti, finalizzata a rispettare i vincoli regolamentari e le richieste di qualità e da una altrettanto accresciuta sensibilità ambientale che coinvolge tutti i servizi pubblici.

Nel settore elettrico è ragionevole che la tendenza alla produzione da fonti rinnovabili non solo continui ma anzi si rafforzi, con un effetto diretto sulla necessità di allestire interconnessioni con l'estero, anche al di là dell'Unione Europea, con un impatto sul sistema di trasmissione che dovrà supportare la generazione distribuita, con un sistema di distribuzione che dovrà rafforzarsi notevolmente per sostenere la mobilità sostenibile.

Nel settore del gas, il prossimo avvio della produzione e utilizzo dell'idrogeno su larga scala, insieme allo sviluppo del biogas, richiederà la digitalizzazione delle attuali reti di distribuzione e consentirà di fronteggiare il prevedibile calo dei consumi di gas fossile nel medio lungo termine.

A questo si aggiungono gli investimenti imprescindibili per un'efficace attuazione dell'obiettivo dell'efficientamento energetico, in anni contraddistinti dallo svolgimento delle prime gare per gli ATEM, da cui potrebbe derivare una possibile riduzione degli operatori e la realizzazione di ulteriori economie di scala.

Lo stesso settore ambientale ha la necessità di ingenti investimenti volti a capitalizzare la crescente raccolta differenziata e la richiesta di materie prime seconde, attraverso la realizzazione di impianti di trattamento che consentano di chiudere il ciclo produttivo del recupero-riuso.

Si tratta in tutti i casi di investimenti ingenti, come anche per il settore idrico, al quale è riservato un ultimo focus.

L'analisi della distribuzione degli investimenti programmati⁷ per gli anni 2020 - 2023, raffigurati in Figura 5, mette in risalto una composizione finalizzata a migliorare la qualità e continuità del servizio in tutti i segmenti di attività.

La distribuzione degli investimenti programmati evidenzia come parte preponderante, pari a circa il 22%, sia destinata alla eliminazione delle perdite idriche, seguita dagli interventi di miglioramento dell'acqua depurata (18% circa) e da quelli di adeguamento del sistema fognario (con il 13,9% circa). Queste 3 linee di investimento, relative ai tre segmenti classici del servizio idrico, sono peraltro completate da ulteriori investimenti finalizzati a ridurre le interruzioni idriche (il 13,4% del totale), a migliorare la qualità dell'acqua erogata (6,8%), a

⁷ I dati sono elaborati su 141 gestioni che servono complessivamente 50.228.334 abitanti.

ridurre lo smaltimento dei fanghi in discarica (3,4%) e infine, ma assolutamente non trascurabile sul piano ambientale, al superamento delle infrazioni comunitarie (9,3%).

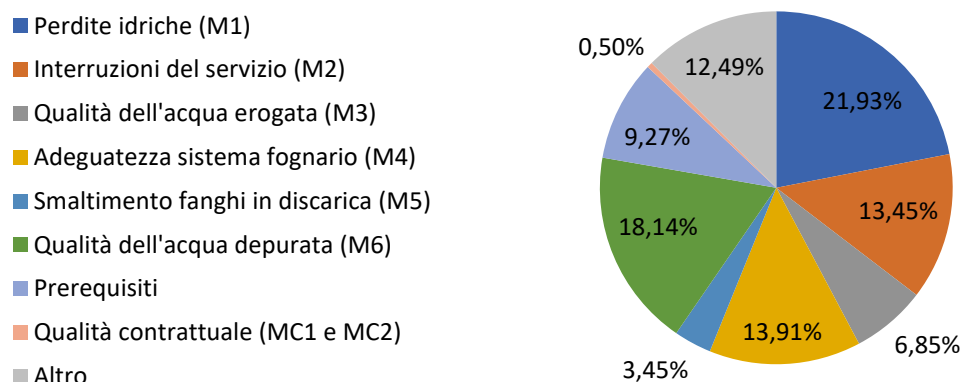


Figura 5. Distribuzione degli investimenti programmati per gli anni 2020-2023. Fonte: Nostra elaborazione su dati ARERA, Relazione Annuale, Stato dei servizi 2022, Indagine annuale sui settori regolati, Volume 1

In termini assoluti, nel quadriennio esaminato sono pianificati investimenti per un importo leggermente superiore a € 4 mld., rispetto ad un fabbisogno complessivo di opere strategiche che ammonta complessivamente a circa 10,3 miliardi di euro nel periodo 2020-2027.

L'impatto degli investimenti si riverbera in tariffa che tra l'altro include da alcuni anni alcuni elementi finalizzati alla sostenibilità energetica e ambientale, quali l'efficienza energetica nelle attività gestionali, il recupero di energia e il riuso dell'acqua trattata.

Come evidente dalla Figura 6, la componente di "capex" in tariffa⁸ è pari al 23,1% a cui si aggiunge il 7,7% relativo al FONI⁹, con un valore complessivo del 30,8%, a fronte dell'8,1% relativo ai costi ambientali e della risorsa e del 60,7% relativo agli "opex".

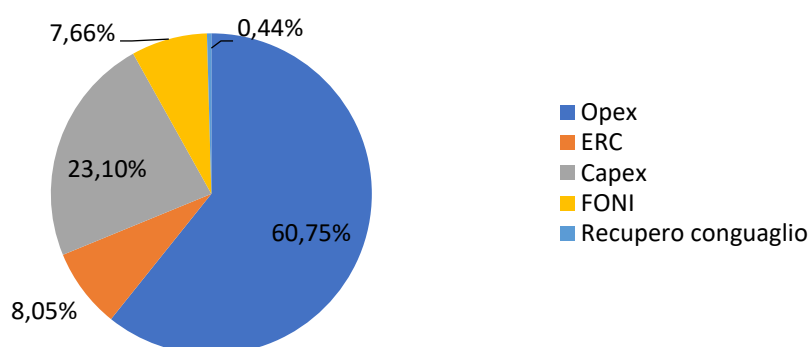


Figura 6. Distribuzione degli investimenti programmati per gli anni 2020-2023. Fonte: Nostra elaborazione su dati ARERA, Relazione Annuale, Stato dei servizi 2022, Indagine annuale sui settori regolati, Volume 1

⁸ I dati sono relativi a 99 gestioni che servono complessivamente 44.058.385 abitanti.

⁹ Il Fondo nuovi investimenti (FoNI) costituisce una componente del VRG a titolo di anticipazione per il finanziamento dei nuovi investimenti.

Nel complesso quindi, dal settore dei servizi pubblici è ragionevole attendersi nei prossimi anni un rilevante flusso di investimenti, tale migliorare l'impatto delle aziende sull'ambiente e valorizzare le stesse gestioni, a condizione che le procedure autorizzative siano effettivamente semplificate.

È possibile che nella fase iniziale, gli investimenti siano superiori all'Ebitda aggiuntivo ma la via per la sostenibilità richiede orientamento al futuro, obiettivi chiari, rilevanti investimenti.

2. La disclosure di sostenibilità e dei rischi e opportunità legate al cambiamento climatico

All'interno del primo Rapporto dedicato agli effetti economici del cambiamento climatico si era descritta l'evoluzione del contesto culturale che ha portato ad una crescente attenzione verso la *disclosure* di questo particolare aspetto¹⁰.

In estrema sintesi e rimandando ogni approfondimento al rapporto sopra citato possono essere evidenziati alcuni momenti specifici che hanno segnato una significativa evoluzione nel tema della disclosure degli effetti del cambiamento climatico sull'attività delle imprese.

Un primo momento fondamentale coincide con gli accordi di Parigi stipulati dagli Stati Membri della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici nel dicembre 2015 al fine di contenere l'incremento della temperatura globale al di sotto dei 2° C rispetto ai livelli preindustriali proseguendo poi le azioni per limitare l'incremento a 1,5° C.

Poco prima, nel mese di settembre 2015, l'ONU ha approvato i 17 Obiettivi di Sviluppo Sostenibile validi per il periodo 2015-2030 che si pongono tra i tre traguardi fondamentali anche quello di porre rimedio al cambiamento climatico¹¹.

Contestualmente il *Financial Stability Board*, l'organismo all'interno del G20 che promuove e monitora la stabilità del sistema finanziario mondiale, temendo che l'assenza di una adeguata informazione potesse portare ad un *mispricing* degli *asset* e ad una scorretta allocazione del capitale, rendendo quindi i mercati finanziari più vulnerabili a brusche correzioni di valore ritenne necessario istituire la *Task Force on Climate-related Financial Disclosures* (TCFD) con l'obiettivo di guidare e incoraggiare le aziende ad allineare le informazioni divulgate alle aspettative e alle esigenze degli investitori. La costituzione della TCFD era sicuramente compatibile con l'ulteriore finalità degli Accordi di Parigi di rendere i flussi finanziari coerenti con un percorso finalizzato ad uno sviluppo a basse emissioni di gas a effetto serra e resiliente al clima.

Nel periodo che intercorre tra la costituzione della TCFD e l'emanazione delle raccomandazioni finali alle imprese in merito alla *disclosure* dei rischi e degli effetti del *climate change*, si riscontrò una crescente attenzione da parte degli intermediari finanziari, sia istituti di credito sia fondi di investimento, che è sfociata in una forte pressione sugli organi legislativi a livello nazionale e sovranazionale, sugli enti regolatori e sugli *standard setter* perché imponessero indicazioni più direttive e maggiormente comparabili alle

¹⁰ Utilitatis, Op .cit., 2021 pg 95 e ss.

¹¹ Cfr. ONU, Risoluzione A/RES/70/1 approvata dall'Assemblea Generale in data 25 settembre 2015.

imprese circa cosa, come e dove comunicare in merito agli effetti in atto ed ai rischi potenziali derivanti dal cambiamento climatico.

Nel giugno 2017, la TCFD ha reso definitive le proprie raccomandazioni che si sono affermate come uno standard di riferimento a livello internazionale per quelle imprese che, su base volontaria, intendevano fornire una *disclosure* strutturata e completa in merito ai temi legati al cambiamento climatico.

Contestualmente allo sviluppo delle raccomandazioni della TCFD, il recepimento da parte degli stati membri della direttiva comunitaria 2014/95/UE (che modificava la precedente direttiva 2013/34/UE) introduceva a partire dal 1 gennaio 2017 l'obbligo per gli enti di interesse pubblico e per i gruppi di grandi dimensioni¹² di redigere la Dichiarazione individuale (e consolidata) di carattere non finanziario (DNF).

Il 5 luglio 2017 venivano poi pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea gli orientamenti sulla comunicazione di informazioni di carattere non finanziario che, seppure non vincolanti, hanno da allora costituito il principale documento da seguire per la redazione della DNF.

Nel periodo successivo e fino ad oggi, il dibattito in merito alla standardizzazione della *disclosure* sui temi legati al cambiamento climatico e più in generale ai tre parametri che ormai nell'accezione comune individuano la misurazione della sostenibilità delle imprese (ESG: *environmental, social, governance*) è divenuto assai più serrato con l'obiettivo di una piena inclusione di tale *disclosure* all'interno del bilancio di esercizio.

Si può sicuramente affermare che la rendicontazione di sostenibilità viene ora percepita come un potente strumento nelle mani dei regolatori per indirizzare il comportamento delle imprese nella direzione auspicata che si affianca, specie a livello europeo, ad altri strumenti quali la Tassonomia degli investimenti sostenibili¹³.

Nel seguito del presente capitolo si analizzeranno i dettagli dei cambiamenti già avvenuti ed in corso di svolgimento che riguardano l'evoluzione della disciplina comunitaria e l'analisi dei principi tuttora in bozza per la *disclosure* in bilancio degli aspetti relativi al cambiamento climatico come elaborati dall'EFRAG e dall'ISSB (IFRS Foundation).

Prima di addentrarci nello studio di questi aspetti verranno richiamati i tratti salienti del primo modello organico di reportistica inerente al cambiamento climatico, ovvero le raccomandazioni TCFD, in quanto modello di riferimento per entrambi gli standard citati.

2.1. La Task Force on Climate-related Financial Disclosures (TCFD)

Nella sezione precedente si sono ricordati i passaggi che hanno portato alla costituzione della TCFD e si sono descritti gli obiettivi fondamentali che a tale istituzione sono stati affidati.

¹² Per enti di diritto pubblico si intendono, ai sensi dell'art. 16 comma 1 D. Lgs. 39/2010 le società quotate (e emittenti strumenti finanziari diffusi), le banche, le imprese di assicurazione e riassicurazione, le società di gestione dei mercati regolamentati e dei sistemi di compensazione e garanzia, le società di intermediazione mobiliare e di gestione accentrata del risparmio oltre agli intermediari di cui all'art. 107 TUB.

I gruppi di grandi dimensioni sono quelli che hanno dipendenti consolidati maggiori di 500 ed il cui bilancio consolidato superi alternativamente 20 milioni di euro di attivo o 40 milioni di euro di ricavi.

¹³ Cfr. Regolamento UE 2020/852

La figura seguente riassume, invece, lo schema logico seguito dalla TCFD nella sezione preliminare del Final Report del 2017 per individuare i rischi e le opportunità legate al cambiamento climatico.

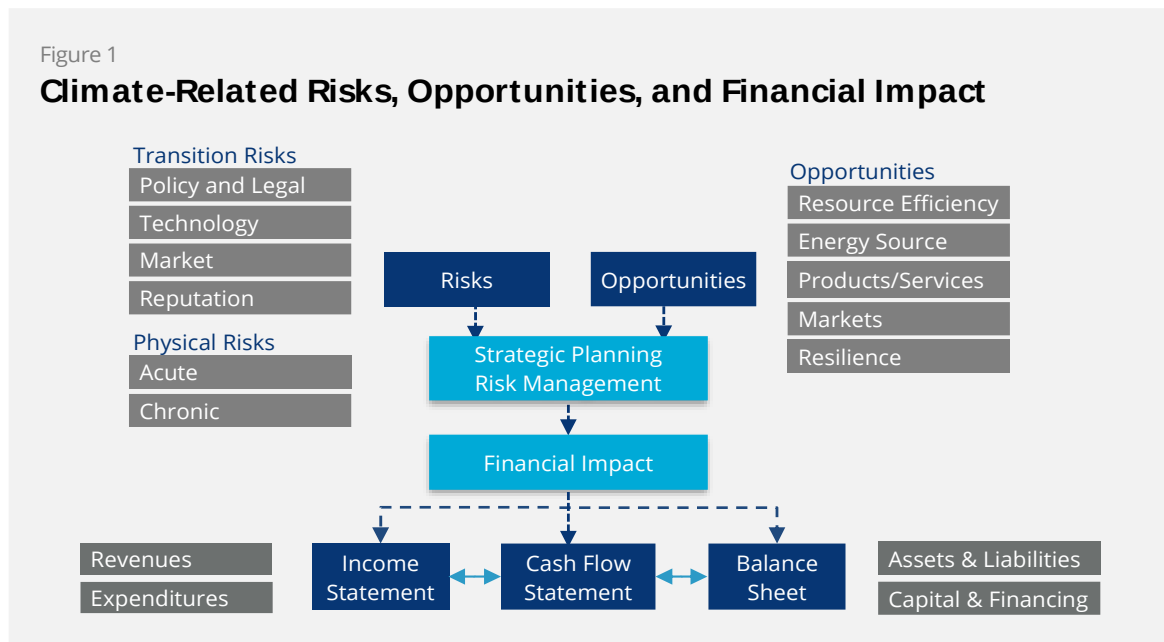


Figura 7. Lo schema logico di fondo. TCFD: Final Report, 2017 pg. 8

Vengono distinte due sezioni quella dei rischi legati al cambiamento climatico e quella delle opportunità. Tra i rischi andranno separati

- quelli fisici (acuti o cronici) che riguardano direttamente l’impatto sul bilancio dei cambiamenti già in atto o che si prevede ragionevolmente potranno verificarsi:
- quelli da transizione che risultano legati ai provvedimenti ed agli strumenti che verranno adottati a livello politico e normativo per contenere il cambiamento climatico, alla nuove tecnologia compatibili con tale obiettivo oltre che alla dinamiche differenziali di mercato; da apprezzare anche il rischio di *reputation* per quelle imprese che non appariranno pienamente “*compliant*” con l’obiettivo di contenimento del *climate change*.

Ai rischi potranno accompagnarsi anche opportunità economiche le cui prospettive appaiono più difficili da declinare in termini generali ma comunque possibili e in alcuni casi anche probabili.

Nella sezione più in basso della figura vengono riportati gli impatti finanziari delle diverse voci economiche rilevanti e sui prospetti di bilancio.

Lo schema introduce l’aspetto cruciale del lavoro della TCFD che riguarda le raccomandazioni in merito alla *disclosure* da fornire relativamente ai rischi ed alle opportunità legati al *climate change* che possono essere raggruppate in quattro categorie:

1. Governance;
2. Strategia;
3. Gestione dei rischi;
4. Metriche e target.

La figura successiva (Fig. 8) riporta lo schema di riferimento secondo la TCFD.

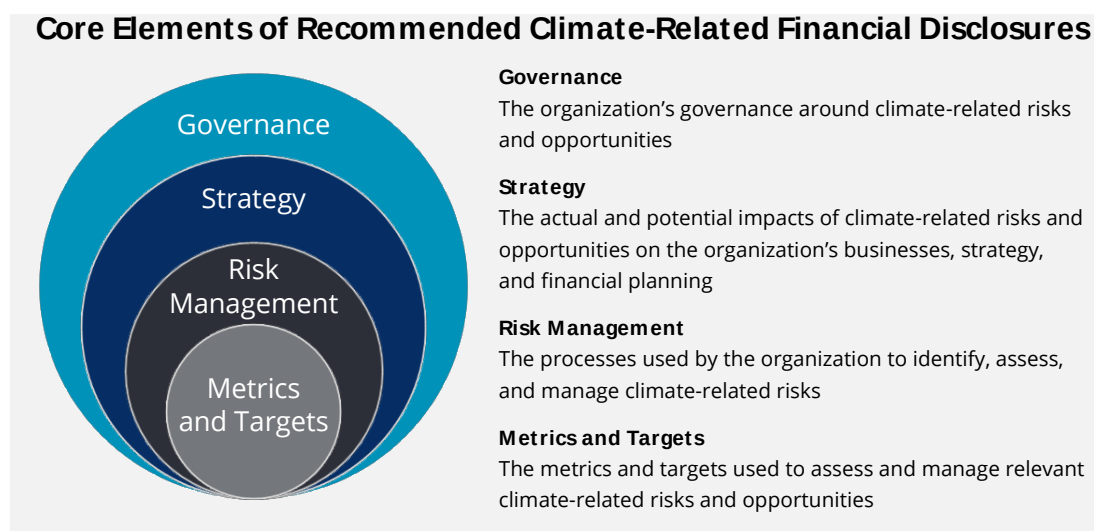


Figura 8. Lo schema generale delle raccomandazioni TCFD. Fonte: TCFD, Final Report, 2017 pagina 6

L'impostazione adottata dalla TCFD prevede che vi siano alcune raccomandazioni che valgono per tutti i settori ed altre che riguardano soltanto alcune attività industriali maggiormente impattate dal cambiamento climatico.

Le quattro categorie individuano ambiti di applicazione che vanno via via restringendosi.

Le raccomandazioni inerenti la *governance*, e quindi l'ambito più generale, richiedono che:

1. venga esplicitata l'attenzione che il consiglio di amministrazione e i suoi comitati¹⁴ dedicano ai rischi ed alle opportunità derivanti dal cambiamento climatico (ad esempio la frequenza con la quale riceve rapporti ed informazioni, il peso e la rilevanza di tali aspetti nella definizione delle strategie di imprese, nei documenti previsionali, le modalità di monitoraggio del raggiungimento degli obiettivi programmati);
2. vengano descritte le modalità con le quali il Consiglio di Amministrazione valuta e gestisce i rischi e le opportunità legate al *climate change* (ad esempio la responsabilizzazione del management e le relative strutture organizzative).

¹⁴ L'*implementation guide* richiede infatti di indicare come il CdA e i suoi comitati considerano i temi del *climate change* nei budget, nei business plan e nelle valutazioni delle acquisizioni. È richiesta altresì la presentazione del livello manageriale e dei comitati a cui sono assegnate responsabilità in termini di *climate change*.

A livello di strategia, inferiore rispetto al precedente, le imprese sono invitate a:

1. render conto degli impatti attuali e potenziali sul business nei termini di rischi ma anche di opportunità legate al cambiamento climatico, la strategia e la pianificazione finanziaria distinguendo cosa si considera rilevante nel breve, medio e lungo termine anche in relazione alla vita utile residua delle immobilizzazioni;
2. descrivere gli impatti sui business per i differenti orizzonti temporali di riferimento¹⁵ (ad esempio distinguendo per aree quali prodotti e servizi, *supply chain*, investimenti in R&S, *operations*), sulla strategia e sul *financial planning* (le aree coinvolte sono quelli dei ricavi e dei costi, degli investimenti, delle acquisizioni e dismissioni e dell'accesso alle forme di finanziamento);
3. descrivere la resilienza dell'impresa rispetto ad analisi di simulazione che considerino scenari climatici sfavorevoli (+2°C od inferiore).

Per quanto attiene al livello successivo ovvero il *risk management*, le società dovrebbero fornire informazioni in merito

1. alle modalità di identificazione e valutazione dei rischi climatici
2. al processo di gestione dei rischi
3. all'integrazione, ove presente, dei rischi legati al cambiamento climatico all'interno del modello di *risk management* aziendale.

Infine, l'ultimo livello richiede che le imprese forniscano informazioni in merito alle metriche utilizzate per valutare i rischi e per calcolare il proprio impatto, anche rispetto ai propri obiettivi che devono essere oggetto di specifica *disclosure*.

In particolare, relativamente alle metriche, la TCFD consiglia di dare evidenza almeno degli indicatori fondamentali che includono quelli relativi ai rischi associati all'acqua, all'energia, all'utilizzo del territorio ed alla gestione dei rifiuti. Le metriche infine dovrebbero essere calcolate e divulgate lungo un periodo temporale sufficiente per coglierne le evoluzioni.

Una ulteriore raccomandazione relativa alle metriche riguarda la *disclosure* delle emissioni di gas (Scope 1, 2 e 3).

Per meglio valutare l'impatto attuale e potenziale dei rischi legati al *climate change*, la TCFD raccomanda l'utilizzo di analisi di scenario che prendano in considerazione differenti *trend* climatici di lungo periodo.

Dallo Status Report TCFD 2022¹⁶ è tratta la figura successiva che mostra la percentuale di adesione alle raccomandazioni su una popolazione di 1434 imprese appartenenti a diversi settori ed aree geografiche. Nella stessa figura è anche mostrata l'evoluzione dell'adesione che si riscontra a partire dal 2019.

¹⁵ L'*implementation guide* TCFD richiede anche di riportare come sono assegnate le priorità ai rischi e alle opportunità individuati.

¹⁶ Cfr. TCFD, *2022 Status Report*, Ottobre 2022.

Il Report, ormai giunto alla quinta edizione, mostra significativi miglioramenti soprattutto a livello di *risk management* dove l'integrazione dei rischi climatici a livello aziendale segna un incremento dal 17% al 37% delle imprese appartenenti al campione. Tale incremento è soltanto il più evidente di una tendenza generalizzata per tutte le raccomandazioni che ricevono una attenzione significativamente più elevata rispetto al 2019 (essa sarebbe ancora più ove si considerasse il 2017 quale anno di partenza).

Ciò vale anche per quelle raccomandazioni, quali la misurazione della resilienza delle strategie che richiedono l'elaborazione di scenari climatici di non semplice attuazione per le imprese.

Il Rapporto evidenzia però che a fronte di circa l'80% delle imprese che ha fornito una *disclosure* in linea con almeno 1 della 11 raccomandazioni, solamente il 4% è allineato a tutte le raccomandazioni ed il 40% ad almeno 5. La *disclosure* continua ad essere più probabile tra le quotate (circa il 60% segue le raccomandazioni).

Relativamente ad un punto fondamentale, le emissioni di gas serra si nota che l'adesione si è incrementata di 10 punti percentuali dal 34% nel 2019 al 44% nel 2021. Da notare tuttavia che il 43% delle imprese riconosce che la rendicontazione delle emissioni di Scope 1 e 2 è facile nel 64% dei casi mentre quella di Scope 3 è ritenuta difficile per il 43% delle imprese e talvolta difficile per un ulteriore 28%.

Con riguardo, agli elementi considerati maggiormente utili nella *disclosure* dei rischi climatici, il report ha evidenziato:

- 1) per le strategie:
 - a) l'analisi delle modalità attraverso le quali il cambiamento climatico ha inciso sull'attività e le strategie aziendali (con riguardo all'impatto sull'azienda);
 - b) l'identificazione degli impatti significativi del cambiamento climatico per ciascun settore ed area geografica (con riferimento ai rischi ed opportunità derivanti dal cambiamento climatico);
- 2) per le metriche e gli obiettivi:
 - a) la dimensione delle emissioni di gas serra per il periodo recente e su base storica;
 - b) gli obiettivi legati all'emissione di gas serra;
 - c) la tempistica di raggiungimento degli obiettivi legati al cambiamento climatico;
 - d) gli indicatori chiave per valutare il progresso nel raggiungimento degli obiettivi connessi al cambiamento climatico.

Figure A2

TCFD-Aligned Disclosures by Fiscal Year for 2019–2021

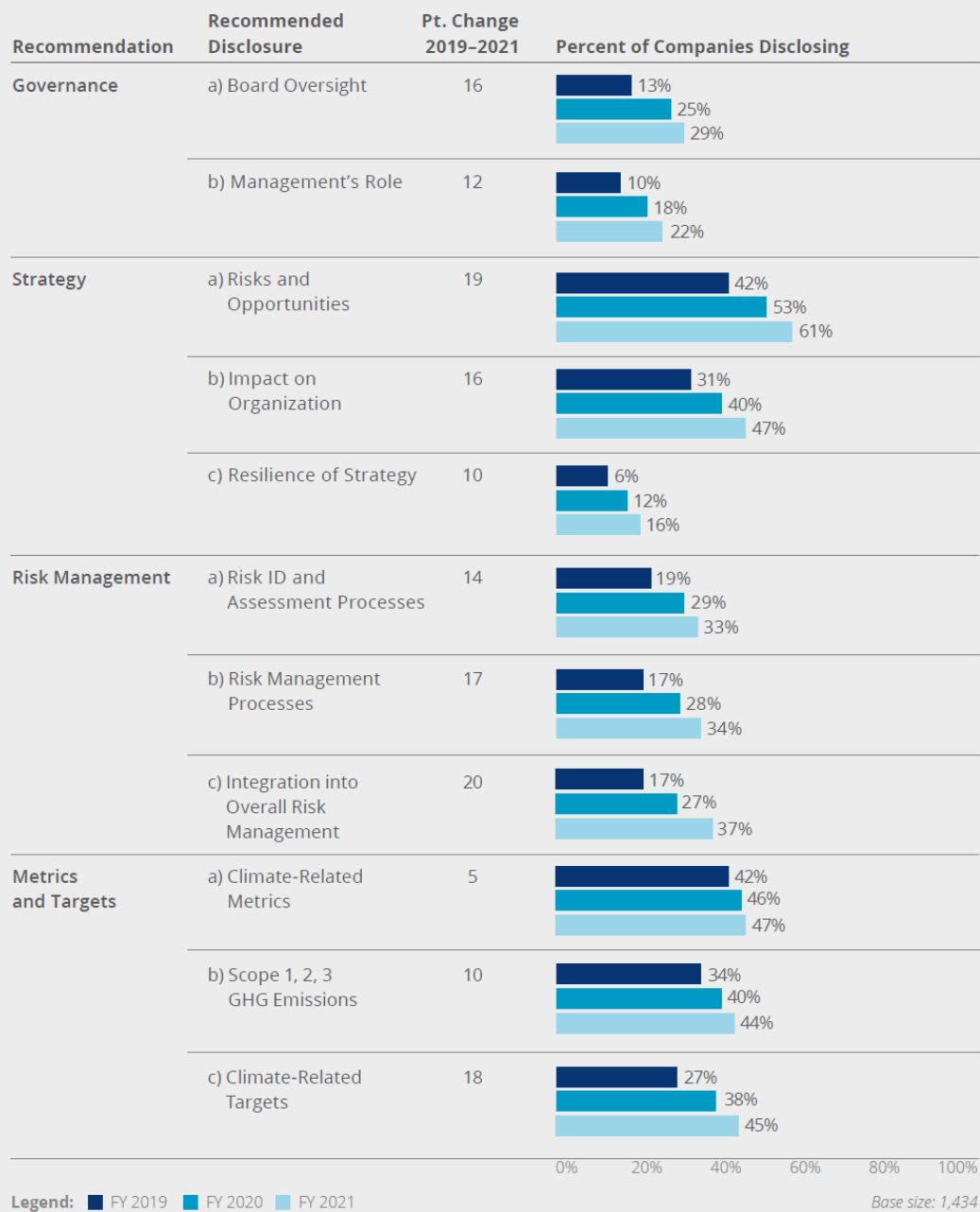


Figura 9. L'allineamento alle raccomandazioni della TCFD (2019-2021). Fonte: TCFD Status Report 2022. pag. 12

Si consideri, infine, la successiva Figura 10, sempre tratta dallo Status Report 2022 che indice alcune riflessioni a cinque anni dalla emanazione delle raccomandazioni.

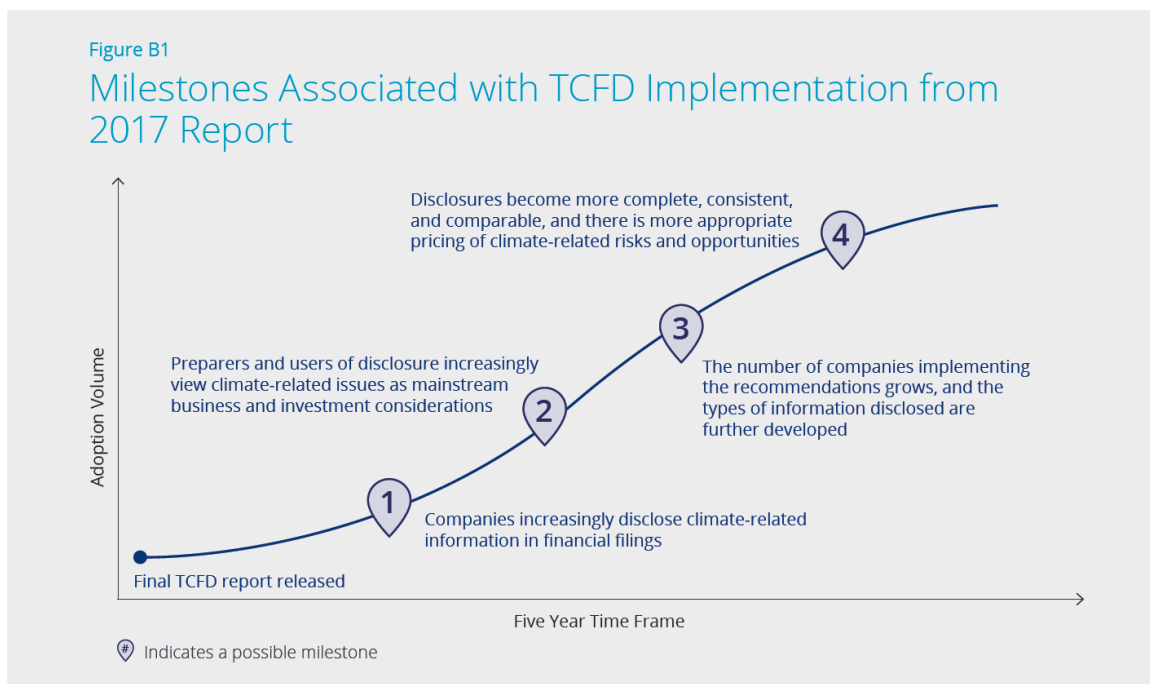


Figura 10. Evoluzione della disclosure e milestones raggiunte. Fonte: TCFD, Status Report 2022, pag. 53.

Come si evince dalla figura precedente, l'evoluzione della *disclosure* può essere distinta in quattro fasi differenti successive all'emanazione delle raccomandazioni definitive da parte della TCFD. La prima è segnata dalla discontinuità tra il non fornire informazioni specifiche sugli effetti derivanti dal cambiamento climatico e la scelta di includere tale *disclosure* nel fascicolo di bilancio. La fase successiva mostra la crescente consapevolezza che gli aspetti legati al clima rivestono una importanza cruciale nelle valutazioni strategiche e finanziarie. La terza fase vede l'incremento del numero di imprese che forniscono informazioni compatibili con le raccomandazioni mentre l'ultima fase, tuttora in corso, si orienta verso un miglioramento qualitativo della *disclosure* che, come ricordato più sopra, diviene più completa, coerente e consente una migliore comparabilità tra le imprese.

È proprio da un lato la necessità di ampliare la base delle imprese che forniscono *disclosure* sui temi legati all'ambiente e dall'altro di migliorarne la qualità che ha indotto sia a livello legislativo sia di *standard setter* un importante movimento verso la definizione di un livello minimo di *disclosure* che assume caratteri differenti in ragione della tipologia, delle dimensioni, delle attività svolte e dello status delle imprese.

Tale livello minimo obbligatorio di *disclosure* è oggetto di approfondimento nei prossimi paragrafi.

2.2 La direttiva 95/2014 e gli orientamenti applicativi

È indubbio che un significativo passo in avanti nella *disclosure* dei temi di sostenibilità in generale e di quelli relativi al *climate change* in particolare, sia avvenuto, quanto meno per le imprese europee, con l'adozione della direttiva comunitaria n. 95 avvenuta il 29 settembre 2014 (cosiddetta Direttiva Barnier o NFRD).

La direttiva mirava ad introdurre e rafforzare comportamenti virtuosi da parte delle imprese con l'obiettivo di aumentare la trasparenza nella comunicazione di informazioni di carattere non finanziario ed incrementare la fiducia degli investitori e degli *stakeholder* in generale.

Le motivazioni che indussero il legislatore comunitario, ormai quasi 10 anni fa, a rendere obbligatoria la rendicontazione di sostenibilità potevano essere riassunte nella seguenti:

1. favorire l'accesso a forme di finanziamento riservate alle imprese più sensibili ai temi di sostenibilità;
2. migliorare la reputazione e la fiducia dei consumatori sfruttando l'attenzione delle imprese alla sostenibilità quale strumento di marketing per costruire capitale reputazionale e *brand loyalty*;
3. potenziare la gestione integrata dei rischi includendo quelli derivanti dal campo sociale, di governance e, per quanto qui più rileva, ambientale;
4. incrementare l'efficacia del *reporting* interno verso una maggiore compliance sulle diverse declinazioni di sostenibilità¹⁷.

Andrà peraltro notato che quando, nel 2016, la direttiva è stata emanata, secondo il GRI circa il 95% delle 250 maggiori società pubblicavano un bilancio di sostenibilità ma la mancanza di uno *standard* condiviso rendeva molto complessa la comparazione tra società.

La direttiva 95/2014 si applica a:

1. grandi imprese¹⁸ che costituiscono un ente di interesse pubblico (anche a livello di gruppo);
2. imprese che nel corso dell'esercizio hanno in media più di 500 dipendenti (a livello consolidato di gruppo)

Sono da intendere enti di interesse pubblico:

1. società quotate;
2. enti creditizi;
3. imprese di assicurazione;
4. enti indicati come tali dai diversi stati membri.

Secondo l'impostazione della direttiva, le società obbligate a produrre la dichiarazione non finanziaria (DNF) devono riportare informazioni ambientali, sociali, e di governance¹⁹

¹⁷ Cfr. M. Caputo, La Direttiva Europea 95/2014. Il Decreto Legislativo 254/2016. L'ISAE 3000 (Revised), ODCEC Milano, 21 marzo 2019

¹⁸ Vale la definizione comunitaria per la quale sono grandi imprese quelle che soddisfano congiuntamente i tre seguenti requisiti:

1. totale attivo: euro 20.000.000;
2. ricavi netti delle vendite e delle prestazioni: euro 40.000.000;
3. numero medio dei dipendenti occupati durante l'esercizio: 250.

¹⁹ Ad esempio inerenti al personale, al rispetto dei diritti umani, alla lotta contro la corruzione attiva e passiva

necessarie alla comprensione dell'andamento e dei risultati dell'impresa e dell'impatto della sua attività, includendo il modello aziendale, le politiche applicate e i rischi connessi. Dovrà essere prodotta anche una descrizione della politica in materia di diversità applicata in relazione alla composizione degli organi di amministrazione, gestione e controllo dall'impresa.

La scelta degli *standard* di riferimento sui quali costruire la rendicontazione rimane libera, tuttavia devono essere seguiti alcuni principi fondamentali di redazione:

1. rilevanza: centrare l'informativa sui rischi ritenuti più probabili;
2. correttezza e comprensibilità: mantenimento di un approccio neutrale ed imparziale nella presentazione degli aspetti negativi e positivi;
3. completezza ed essenzialità: l'informativa fornita è completa e non carente di temi rilevanti;
4. visione strategica di lungo periodo: le informazioni riguardano il passato ovvero l'esercizio concluso ma possono anche includere obiettivi e impegni futuri;
5. orientamento agli stakeholder;
6. coerenza: le informazioni presentate in DNF devono essere coerenti con l'attività svolta, con il contesto e il settore in cui opera l'impresa. inoltre, deve esserci coerenza e continuità nelle metodologie negli standard di rendicontazione utilizzati

Le imprese che non applicano politiche specifiche in uno o più ambiti citati nella Direttiva e quindi non forniscono informazioni, devono esplicitare le motivazioni di questa scelta secondo il principio del "*comply or explain*".

A livello nazionale, la direttiva 95/2014 è stata recepita dal D. Lgs. n. 254 del 30 dicembre 2016, entrato in vigore il 25 gennaio 2017 con applicazione per le società obbligate²⁰ ai bilanci con inizio a partire dal 1 gennaio 2017 che devono depositare presso il Registro delle Imprese la Dichiarazione individuale di carattere non finanziario come descritta dall'art. 3 del suddetto decreto. Per quanto attiene ai temi qui rilevanti:

- al primo comma lettera c) dell'art. 3 è previsto che debbano essere riportati i principali rischi relativi ai temi ambientali, sociali, attinenti al personale, al rispetto dei diritti umani, alla lotta contro la corruzione;
- al secondo comma lettere a) e b) si richiede una informativa relativa all'utilizzo delle fonti energetiche, distinguendo tra quelle rinnovabili e non rinnovabili, e l'impiego delle fonti idriche nonché l'indicazione delle emissioni di gas ad effetto serra e delle emissioni inquinanti in atmosfera.

Ai soggetti tenuti a fornire l'informativa si lascia libertà di scelta se integrare le informazioni nella Relazione di gestione o se invece depositare un documento autonomo.

Per quanto attiene più strettamente ai temi ambientali e legati al cambiamento climatico, l'informativa minima prevista dal legislatore italiano riguarda:

²⁰ Per la definizione dei requisiti si rimanda alla direttiva 95/2014 tuttavia il requisito del numero di dipendenti si intende almeno pari a 500 unità in media nell'esercizio (e non 250 come da definizione di grande impresa).

- l'utilizzo di risorse energetiche, distinguendo tra quelle prodotte da fonti rinnovabili e non rinnovabili, e l'impiego di risorse idriche
- le emissioni di gas ad effetto serra e le emissioni di inquinanti in atmosfera
- l'impatto, anche a medio termine, su ambiente, salute e sicurezza associato ai fattori di rischio

La DNF è vincolante per le società che rispettano i requisiti fissati dalle norme sia a livello di bilancio consolidato sia separato. E' possibile per le società non obbligate predisporre e depositare una DNF volontaria.

Il legislatore italiano ha previsto che la DNF sia sottoposta ad una verifica da parte dell'organo di controllo interno (tipicamente il Collegio Sindacale) e di un soggetto esterno all'impresa iscritto nell'albo dei revisori legali dei conti.

Il 5 luglio 2017 sono state pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea le cosiddette "linee guida" della Commissione Europea in merito alla redazione della DNF, già peraltro previste dalla direttiva 95/2014. Per quanto siano da considerare orientamenti non vincolanti, esse costituiscono un importante riferimento nella strutturazione della *disclosure*.

Le linee guida forniscono un supporto su ciascuno dei principi fondamentali oggetto di disclosure. Soffermandoci sul tema centrale della rilevanza delle informazioni devono essere presi in considerazione diversi fattori quali:

- *modello aziendale, strategia e rischi principali*: gli obiettivi, le strategie, l'approccio e i sistemi di gestione, i valori, le attività materiali e immateriali, la catena del valore e i rischi principali di un'impresa sono considerazioni rilevanti;
- *principali questioni settoriali*: è probabile che questioni simili siano rilevanti per imprese che operano nello stesso settore o che condividono catene di fornitura. Argomenti già individuati da concorrenti, clienti o fornitori sono probabilmente rilevanti per un'impresa;
- *interessi e aspettative delle parti interessate*: ci si aspetta che le imprese intrattengano relazioni con parti interessate pertinenti e cerchino di raggiungere una buona comprensione dei loro interessi e delle loro preoccupazioni,
- *impatto delle attività*: ci si aspetta che le imprese considerino la gravità effettiva e potenziale e la frequenza delle ripercussioni delle loro attività. Ciò comprende le ripercussioni determinate dai loro prodotti, dai loro servizi e delle loro relazioni commerciali (ivi inclusi aspetti legati alla catena di fornitura),

- *politiche pubbliche e stimoli normativi*: le politiche pubbliche e la normativa possono avere ripercussioni su circostanze specifiche di un'impresa e possono influenzare la rilevanza²¹.

La rilevanza costituisce un tema cruciale poiché distingue i temi oggetto di *disclosure* da quelli che vengono trascurati. In tal senso, si utilizza la matrice cosiddetta della “doppia rilevanza” per individuare i temi ritenuti importanti per gli *stakeholder* (impatto dell'attività d'impresa sulla rilevanza ambientale e sociale) e per le imprese (impatto sull'andamento dell'impresa e sui suoi risultati).

La successiva Figura 11 mostra l'elenco degli *stakeholder* coinvolti nell'analisi di rilevanza delle informazioni da riportare sulla base dei dati pubblicati dall'Osservatorio Nazionale Deloitte/Università di Pavia.

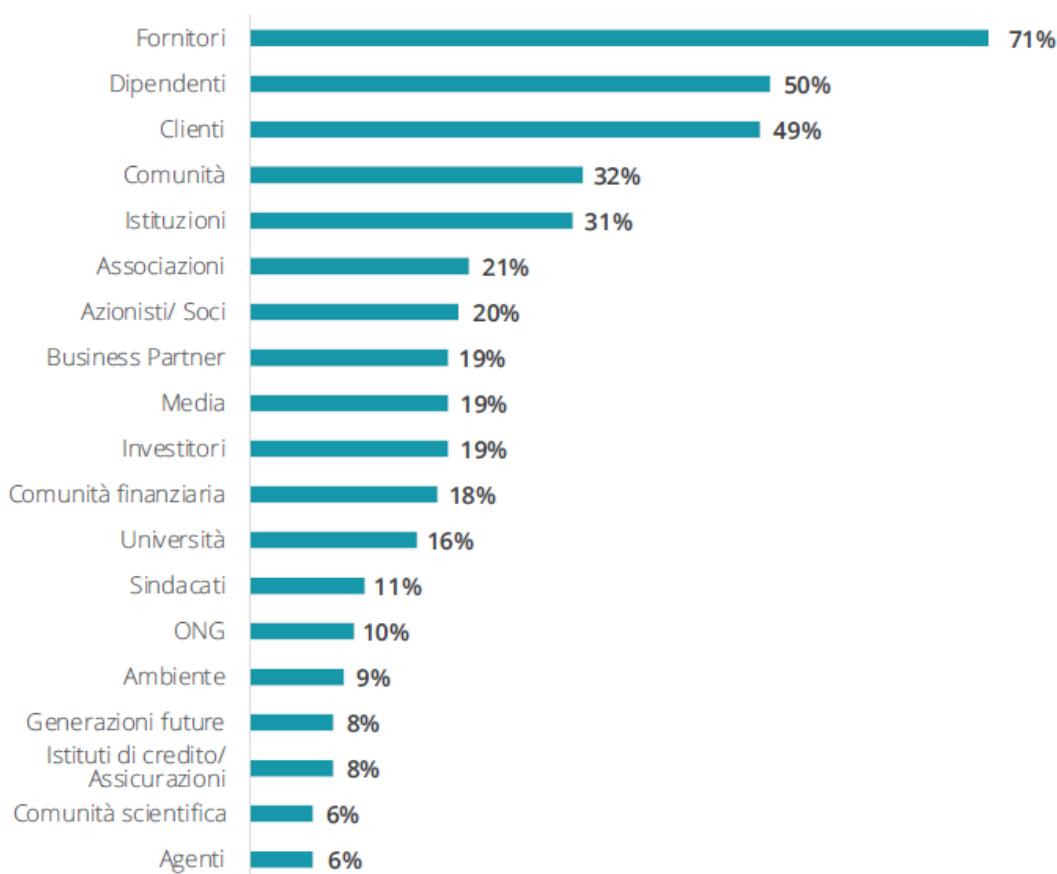


Figura 11. Gli stakeholder coinvolti nell'analisi di rilevanza. Fonte: Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria, Deloitte-Università di Pavia, novembre 2022, pag. 23

La Figura 12, riportata di seguito, mostra l'applicazione della matrice per un'impresa operante nel settore dei prodotti cosmetici.

²¹ Cfr. Orientamenti sulla comunicazione di informazioni di carattere non finanziario, punto 3.1.

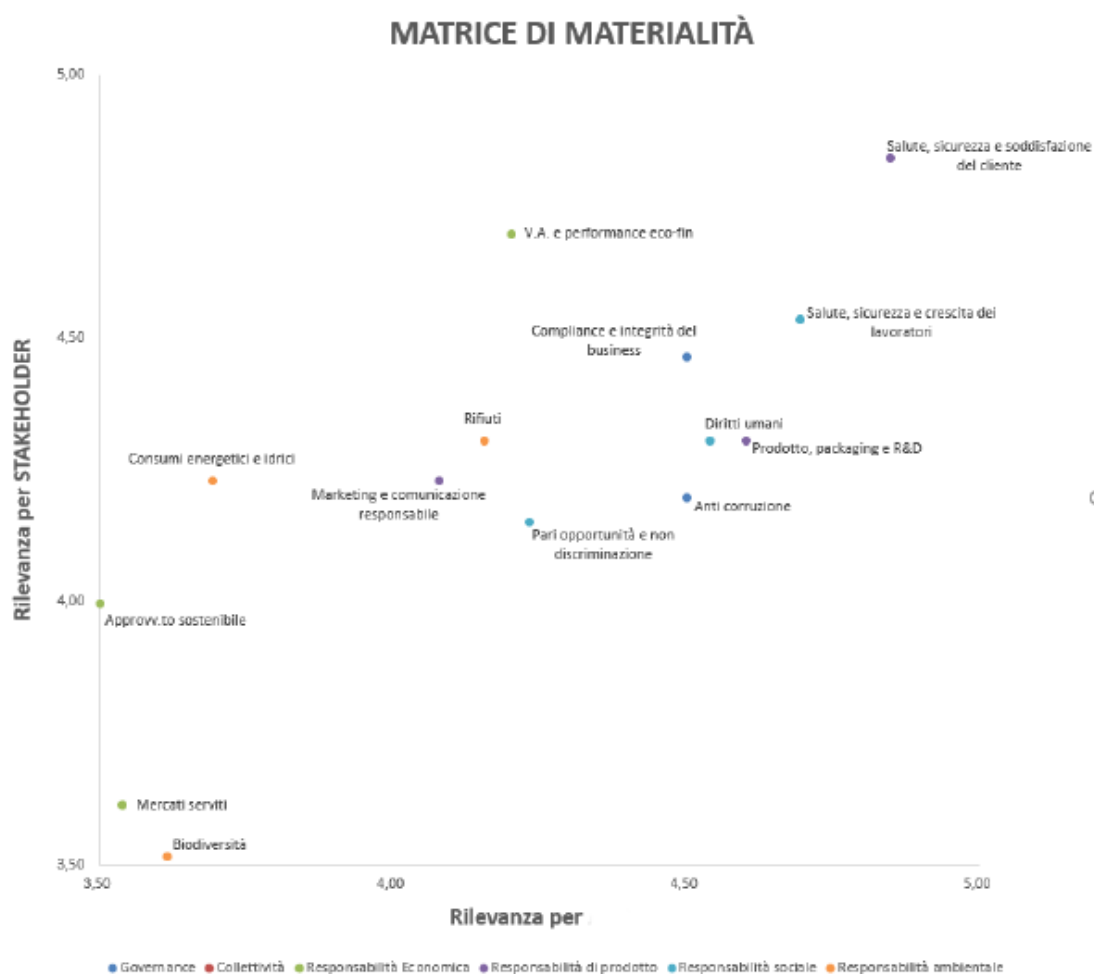


Figura 12. La matrice di doppia rilevanza per un'impresa nel settore cosmetico

Si può notare come le informazioni da ritenere rilevanti siano quelle relative ai temi che si posizionano più in alto e più a destra in quanto sono percepite come tali dagli *stakeholder* ed hanno un impatto significativo sui risultati aziendali.

Ulteriori approfondimenti di dettaglio sono dedicati dalle linee guida a ciascuno degli altri cinque principi fondamentali e per consentire una maggiore operatività ogni passaggio critico è corredato da un esempio applicativo.

In merito al contenuto della DNF, le linee guida dettagliano quanto previsto come aspetti obbligatori dall'art. 1 della direttiva 95/2014 ovvero:

1. una breve descrizione del modello aziendale dell'impresa;
2. una descrizione delle politiche applicate dall'impresa in merito agli aspetti inerenti alla sostenibilità, comprese le procedure di dovuta diligenza applicate [ovvero le procedure atte a garantire il conseguimento dei risultati previsti];
3. il risultato di tali politiche da fornire [attraverso una rappresentazione utile, corretta ed equilibrata];

4. *i principali rischi connessi a tali aspetti legati alle attività dell'impresa anche in riferimento, ove opportuno e proporzionato, ai suoi rapporti, prodotti e servizi commerciali che possono avere ripercussioni negative in tali ambiti, nonché le relative modalità di gestione adottate dall'impresa;*
5. *gli indicatori fondamentali di prestazione di carattere non finanziario pertinenti per l'attività specifica dell'impresa.*

Assai interessante ai presenti fini è quanto riportato al paragrafo 4.6 delle linee guida dedicato agli aspetti tematici che riguardano i contenuti della DNF.

In particolare, per quanto attiene ai temi ambientali, l'informativa dovrebbe riguardare:

- divulgazioni rilevanti in materia di prevenzione e controllo dell'inquinamento, impatto ambientale derivante dall'uso di energia;
- emissioni atmosferiche dirette e indirette;
- uso e tutela delle risorse naturali (quali ad esempio l'acqua, la terra) e la corrispondente protezione della biodiversità;
- gestione dei rifiuti;
- impatti ambientali derivanti dal trasporto o dall'uso e dallo smaltimento di prodotti e servizi, e sviluppo di prodotti e servizi verdi.

Quali esempi di indicatori fondamentali di prestazione si citano le emissioni di gas a effetto serra in tonnellate metriche di CO₂ equivalente e l'intensità dei gas a effetto serra e le emissioni di altri inquinanti (misurate in valore assoluto e come intensità).

L'applicazione concreta delle indicazioni contenute nelle linee guida richiede l'adozione di uno standard di riferimento quale ad esempio il GRI 305 dedicato alle emissioni per le imprese che seguono il GRI quale standard di rendicontazione²².

Dopo la pubblicazione delle raccomandazioni finali TCFD è in un contesto di crescente attenzione sul tema del cambiamento climatico all'interno della UE (si pensi agli obiettivi UE di *carbon neutrality* per il 2050 ed alla tassonomia degli investimenti sostenibili), il 20 giugno 2019 la Commissione Europea ha approvato le integrazioni alle linee guida 2017 per quanto attiene alle informazioni relative al clima.

Tra gli aspetti di maggiore interesse che si ritrovano in questo documento si segnalano:

1. in tema di rilevanza la differenza tra quanto previsto dalle linee guida 2017 ovvero la doppia rilevanza (impatto ambientale e sociale e impatto finanziario sui risultati dell'impresa) e le raccomandazioni TCFD che si limitano alla sola rilevanza finanziaria;
2. analogamente la *disclosure* sui rischi dovrebbe riguardare da un lato i principali rischi per l'andamento, i risultati e la situazione dell'impresa derivanti dai cambiamenti

²² Cfr. Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria, Deloitte-Università di Pavia, novembre 2022, pag. 10 ss dove si indica che il 100% delle 200 società analizzate utilizza GRI quale standard di riferimento.

climatici e dall'altro i principali rischi di ripercussioni negative sul clima derivanti dall'attività dell'impresa²³;

3. in merito alle integrazioni di contenuto, le linee guida propongono di inserire per ciascuno dei cinque punti obbligatori, descritti sopra, informazioni addizionali inerenti al clima in accordo con le raccomandazioni TCFD, gli standard GRI, CDP, CDSB e gli altri riferimenti accreditati a livello internazionale²⁴.

L'impianto normativo costituito dalla direttiva comunitaria 95/2014 e dai regolamenti di attuazione, integrato da successive modificazioni ed aggiornamenti, il D. LGS. 254/2016 e le linee guida UE del 2017 e, relativamente al clima, del 2019 ha costituito il riferimento operativo per le società italiane che, a partire dal 2017 e fino ad oggi, hanno redatto la DNF.

Se si esaminano in modo aggregato tali documenti emerge che i temi ambientali e in particolare quelli legati al cambiamento climatico hanno avuto un peso significativo. La quinta edizione del novembre 2022 dell'Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria redatto da Deloitte e dall'Università di Pavia evidenzia infatti che:

- i temi ambientali sono oggetto di trattazione nell'80% dei piani di sostenibilità (tema più trattato) (pag. 25);
- l'87% delle società che cita gli SDG dell'ONU nella DNF, cita l'SDG 13 *Lotta contro il cambiamento climatico* (secondo più citato dopo l'SDG 8 *Lavoro dignitoso e crescita economica*) (pag. 27);
- il 78% delle società dichiara di seguire delle policy sulle tematiche ambientali per il contenimento dei rischi (pag. 28).

La successiva Figura 13, anch'essa tratta dal report dell'Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria riguarda esplicitamente le informazioni relative al cambiamento climatico.

²³ Le linee guida citano quali esempi del primo tipo l'emissione diretta di gas serra nell'atmosfera a causa della produzione industriale oppure il caso in cui l'impresa produca prodotti che richiedono il consumo di combustibili fossile. Sono invece esempi del secondo caso le tipologie di rischi fisici e di transizione descritti dalla TCFD.

²⁴ Per gli approfondimenti di dettaglio si rimanda al documento *Orientamenti sulla comunicazione di informazioni di carattere non finanziario: Integrazione concernente la comunicazione di informazioni relative al clima*, Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea del 20 giugno 2019 ed in particolare agli allegati con le indicazioni tecniche.

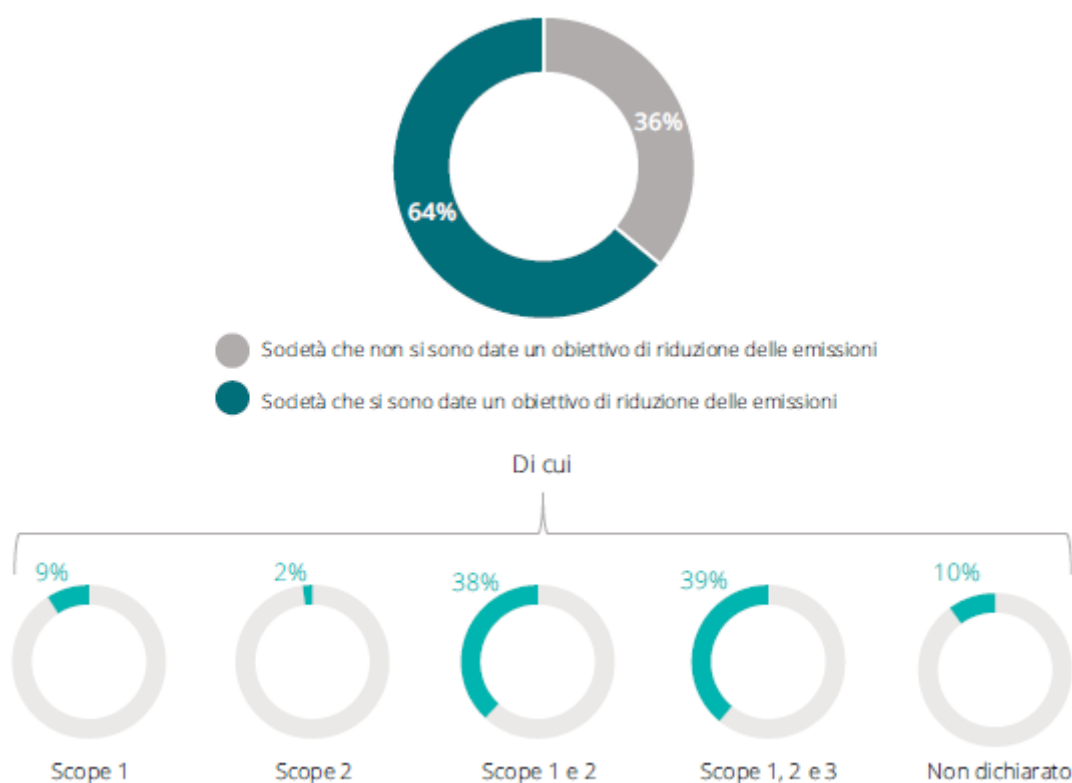


Figura 13. Obiettivi di riduzione delle emissioni dichiarati nelle DNF. Fonte: Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria, Deloitte-Università di Pavia, novembre 2022, pag. 30²⁵

Andrà poi notato che solamente il 16% delle società “ha dichiarato il proprio impegno a definire un Science Based Target, ossia un obiettivo per la riduzione delle emissioni di gas a effetto serra in linea con il livello di decarbonizzazione richiesto per mantenere l’aumento della temperatura globale al di sotto dei 2°C. (nel 2020 era l’8%). Tale percentuale cresce per le società appartenenti al segmento FTSE-MIB: circa il 43% di esse ha dichiarato il proprio impegno a definire un Science Based Target (24% nel 2020)”²⁶.

In merito all’adozione delle linee guida 2019 sul clima, risulta un numero crescente di società che ha citato le raccomandazioni TCFD all’interno della DNF (39% nel 2021 contro il 26% nel 2020). Tuttavia, solo il 77% delle società che ha citato il *framework* TCFD lo ha poi effettivamente utilizzato quanto meno in parte.

2.3 La CSRD del novembre 2022

Il quadro di riferimento della *disclosure* sui temi legati al cambiamento climatico viene nuovamente messo in discussione dall’approvazione il 10 novembre 2022 dalla direttiva comunitaria UE 2464 (poi pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell’Unione Europea il 16 dicembre), più nota come direttiva CSRD (*Corporate Sustainability Reporting Directive* che opera nel concreto modificando le direttive esistenti (in particolare la 34/2013 che riguarda

²⁵ Secondo l’ISO 14064 la classificazione dello Scope viene rappresentata con questi termini:

- Emissioni di gas a effetto serra (GHG) dirette = Scope 1
- Emissioni di gas a effetto serra (GHG) indirette da consumi energetici = Scope 2
- Altre emissioni di gas a effetto serra (GHG) indirette = Scope 3 (Cfr. GRI 305 Emissioni 2016, pag. 4)

²⁶ Cfr. Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria, op. cit., pag. 31

in generale il bilancio di esercizio e la direttiva 95/2014 oggetto di trattazione nel precedente paragrafo).

La pubblicazione della CSRD fa seguito alla approvazione definitiva del Consiglio dell'Ue, in data 28 novembre 2022, della proposta di direttiva presentata dalla Commissione europea il 21 aprile 2021 nell'ambito del Green Deal europeo e del piano d'azione sulla finanza sostenibile della Commissione.

La nuova direttiva introduce numerose discontinuità nella *disclosure* dei temi di sostenibilità.

Un primo cambiamento riguarda il profilo soggetto ovvero i requisiti delle società obbligate.

Secondo quanto previsto dall'art. 5 della CSRD, le nuove disposizioni riguarderanno in primo luogo le imprese già obbligate a redigere la DNF a partire dall'esercizio che ha inizio dal 1 gennaio 2024.

Le altre società di grandi dimensioni (non enti di interesse pubblico) applicheranno le nuove disposizioni a partire dall'esercizio con inizio il 1 gennaio 2025²⁷.

A partire dall'anno successivo (1 gennaio 2026) i nuovi obblighi informativi si estenderanno anche alle PMI quotate con possibilità però di prorogare di un anno l'avvio della *disclosure*.

Le filiali di imprese extra UE inizieranno ad applicare i nuovi obblighi con l'esercizio decorrente dal 1° gennaio 2028.

Si stima che le nuove norme riguarderanno circa 50.000 aziende rispetto alle 2.000 che attualmente redigono la DNF.

Le informazioni oggetto di disclosure “sono chiaramente identificabili nella relazione sulla gestione, tramite un'apposita sezione di tale relazione” (art. 19bis comma 1 direttiva 34/2013 come modificata dalla CSRD).

Per rispettare la scala dei tempi, è previsto che gli Stati membri recepiscano la nuova direttiva entro il 6 luglio 2024.

Rispetto alla disciplina attuale, si introduce l'obbligo di rendicontazione individuale di sostenibilità (art. 19bis direttiva 34/2013) per tutte le grandi imprese (secondo i requisiti comunitari) e per le PMI quotate ad eccezione delle micro-imprese (anche qui valgono le definizioni comunitarie)²⁸.

Per le società holding di grandi gruppi è prevista la sola rendicontazione consolidata di sostenibilità (art. 29bis direttiva 34/2013).

In merito al profilo oggettivo, ovvero cosa, come e quanto riportare nella *disclosure* di sostenibilità, la CSRD al punto 17 delle considerazioni preliminari richiama una generale necessità degli utenti di ricevere sempre più informazioni sulla sostenibilità e, accertate le limitazioni esistenti, si propone di:

²⁷ Si applica ora la definizione comunitaria anche con riferimento alle 250 unità medie di addetti nel corso dell'anno.

²⁸ Vale la definizione comunitaria per la quale sono grandi imprese quelle che soddisfano congiuntamente i tre seguenti requisiti:

1. totale attivo: euro 2.000.000;
2. ricavi netti delle vendite e delle prestazioni: euro 2.000.000;
3. numero medio dei dipendenti occupati durante l'esercizio: 10.

1. superare le carenze della legislazione attuale in merito alla DNF – percepita come largamente insufficiente – prevedendo l’obbligo in capo a molteplici tipologie di imprese di comunicare, sulla base del principio della “doppia rilevanza”, informazioni in merito ad un numero più elevato di temi rispetto a quelli previsti dalla disciplina attuale;
2. colmare le lacune nelle norme vigenti in materia di informazioni sulla sostenibilità, arginando il fenomeno del *greenwashing*;
3. migliorare l’informativa sulla sostenibilità, al fine di sfruttare meglio il potenziale offerto dal mercato unico europeo per contribuire alla transizione conformemente al Green Deal europeo e agli obiettivi di sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

La direttiva richiama il principio della “doppia rilevanza” nel fornire l’informativa al mercato. Tale principio può essere inteso come una evoluzione delle modalità di selezione delle informazioni rilevanti ai fini della DNF per le quali deve essere mantenuto il ricorso alla matrice di materialità che tiene conto congiuntamente del profilo di interesse degli stakeholder e della rilevanza finanziaria per l’impresa. Con il termine “doppia rilevanza²⁹”, la CSRD intende (punto 29 considerazioni preliminari) un obbligo “*di comunicare non soltanto informazioni «in misura necessaria alla comprensione dell'andamento dell'impresa, dei suoi risultati e della sua situazione» ma anche informazioni necessarie alla comprensione dell'impatto delle attività dell'impresa sugli aspetti ambientali, sociali, attinenti al personale, al rispetto dei diritti umani e alla lotta contro la corruzione attiva e passiva. Tali articoli dispongono pertanto che le imprese riferiscano sia in merito all'impatto delle attività dell'impresa sulle persone e sull'ambiente, sia riguardo al modo in cui le questioni di sostenibilità incidono sull'impresa. È la cosiddetta prospettiva della «doppia rilevanza», nella quale il rischio che l'impresa affronta e l'impatto da essa prodotto rappresentano ciascuno una prospettiva di rilevanza. La verifica dell'adeguatezza dell'informativa societaria indica che spesso tali due prospettive non sono comprese o applicate correttamente. È pertanto necessario chiarire che le imprese dovrebbero considerare ciascuna prospettiva di rilevanza singolarmente e comunicare sia informazioni che sono rilevanti da entrambe le prospettive sia informazioni che sono rilevanti da una sola prospettiva*”.

Si tratta quindi di fornire le informazioni necessarie per comprendere l’impatto dell’impresa sulle questioni di sostenibilità (prospettiva *inside-out*) e il modo in cui le questioni di sostenibilità influiscono su risultati, situazione e andamento delle imprese (prospettiva *outside-in*).

Le informazioni che dovranno essere incluse nella relazione sulla gestione includono in particolare (art. 19bis comma 2 direttiva 34/2013):

- a. una breve descrizione del modello e della strategia aziendali dell’impresa, che indichi:
 - I. la resilienza ai rischi connessi alle questioni di sostenibilità;
 - II. le opportunità per l’impresa connesse ai temi di sostenibilità;
 - III. i piani dell’impresa atti a garantire che il modello e la strategia aziendali siano compatibili con la transizione verso un’economia sostenibile e con la limitazione del riscaldamento globale a 1,5°C in linea con l’accordo di Parigi;

²⁹ Talvolta, con discutibile traduzione dall’inglese, si trova il termine “doppia materialità”.

- IV. il modo in cui il modello e la strategia aziendali dell'impresa tengono conto degli interessi dei suoi portatori di interessi e del suo impatto sulle questioni di sostenibilità;
- V. le modalità di attuazione della strategia dell'impresa per quanto riguarda le questioni di sostenibilità;
- b. una descrizione degli obiettivi connessi ai temi di sostenibilità definiti dall'impresa e dei progressi da essa realizzati nel conseguimento degli stessi;
- c. una descrizione del ruolo degli organi di amministrazione, gestione e controllo per quanto riguarda le questioni di sostenibilità;
- d. una descrizione delle politiche dell'impresa in relazione ai temi di sostenibilità;
- e. informazioni sull'esistenza di sistemi di incentivi legati ai temi di sostenibilità che sono destinati ai membri degli organi di amministrazione, direzione e controllo;
- f. una descrizione:
 - I. delle procedure di *due diligence* applicate in relazione alle questioni di sostenibilità;
 - II. delle principali ripercussioni negative, effettive o potenziali, legate alla catena del valore dell'impresa, compresi le sue attività, i suoi prodotti e servizi, i suoi rapporti commerciali e la sua catena di fornitura;
 - III. di eventuali azioni intraprese per prevenire o attenuare ripercussioni negative, effettive o potenziali, o per porvi rimedio, e dei risultati di tali azioni;
- g. una descrizione dei principali rischi per l'impresa connessi ai temi di sostenibilità, comprese le principali dipendenze dell'impresa da tali questioni, e le modalità di gestione di tali rischi adottate dall'impresa;
- h. indicatori pertinenti per la comunicazione delle informazioni di cui alle lettere da a) a f).

Rispetto alle disposizioni vigenti, la CSRD richiede anche un'informativa sulle principali ripercussioni negative legate all'impresa e alla sua catena del valore, potenzialmente derivanti da temi di sostenibilità. La rendicontazione dovrà essere estesa ai vari aspetti che caratterizzano il processo di valorizzazione economica che trovano dettagliato riscontro negli otto punti descritti sopra³⁰. Si noti che essi sostituiscono i cinque punti introdotti dalla direttiva 95/2014 (cfr supra) ed ai quali possono limitare la rendicontazione le PMI (ed alcune tipologie di imprese assicurative) (art. 19 bis comma 6 direttiva 34/2013).

Per quanto attiene più direttamente agli aspetti legati al cambiamento climatico, oltre all'esplicito richiamo agli Accordi di Parigi contenuto al punto a) iii), è da aggiungere che al

³⁰ L'art. 19bis (29bis per la rendicontazione consolidata) terzo comma direttiva 34/2013 prevede che se nei primi 3 di applicazioni le informazioni in merito alla catena del valore non sono tutte disponibili, la società comunica gli sforzi compiuti ed i piani per ottenerle in futuro. Ugualmente è possibile che in casi eccezionali gli Stati membri possano consentire l'omissione di informazioni concernenti gli sviluppi imminenti o le questioni oggetto di negoziazione, se "la divulgazione di tali informazioni potrebbe compromettere gravemente la posizione commerciale del gruppo, purché tale omissione non pregiudichi la comprensione corretta ed equilibrata dell'andamento del gruppo, dei suoi risultati e della sua situazione nonché dell'impatto della sua attività".

punto b) le nuove disposizioni prevedono che ove opportuno, siano descritti gli “*obiettivi assoluti di riduzione delle emissioni di gas a effetto serra almeno per il 2030 e il 2050, una descrizione dei progressi da essa realizzati nel conseguimento degli stessi e una dichiarazione che attesti se gli obiettivi dell'impresa relativi ai fattori ambientali sono basati su prove scientifiche conclusive*”.

In sintesi, la nuova direttiva se da un lato estende l'obbligo di rendicontazione ad un numero maggiore di imprese, pur con alcune limitazioni e possibili eccezioni ed attraverso un lungo periodo transitorio, dall'altro amplia considerevolmente lo spettro delle informazioni da fornire ma soprattutto ne approfondisce la profondità. E' evidente che un tale cambiamento non può fondarsi esclusivamente sugli orientamenti non vincolanti quali quelli pubblicati dalla Commissione europea nel 2017 e nel 2019 ma richiede nuovi principi di rendicontazione vincolanti e che possano supportare le imprese per adempiere in modo corretto ai nuovi obblighi.

A tale proposito, l'art. 29-ter aggiunto alla direttiva 34/2013 dalla CSRD prevede che entro il 30 giugno 2023 siano definitivamente approvati dalla Commissione europea attraverso atti delegati i principi di rendicontazione di sostenibilità; essi specificano le informazioni che le imprese sono tenute a comunicare e, se del caso, la struttura da utilizzare per presentare tali informazioni.

La scadenza è invece posticipata al 30 giugno 2024 per i principi di sostenibilità che riguardano:

1. le PMI quotate³¹;
2. specifici settori di attività;
3. le imprese “figlie” di imprese non UE.

In merito alla *disclosure* ambientale, l'art. 29 ter comma 2 direttiva 34/2013 richiede che i principi di sostenibilità debbano riguardare i seguenti fattori ambientali:

1. la mitigazione dei cambiamenti climatici, anche per quanto riguarda le emissioni di gas a effetto serra Scope 1, Scope 2 e dove possibile Scope 3;
2. l'adattamento ai cambiamenti climatici;
3. le risorse idriche e marine;
4. l'uso delle risorse e l'economia circolare;
5. l'inquinamento;
6. la biodiversità e gli ecosistemi.

Si noti che i fattori ambientali oggetto di *disclosure* sono anche i sei obiettivi ai quali si riferiscono le tassonomie europee degli investimenti sostenibili. Come noto infatti tali investimenti devono:

1. contribuire a migliorare sostanzialmente in almeno 1 dei 6 obiettivi;

³¹ L'art. 29 quater direttiva 34/2013 prevede infatti che i principi di rendicontazione debbano essere proporzionati e pertinenti alle capacità e alle caratteristiche delle piccole e medie imprese e alla portata e alla complessità delle loro attività.

2. non produrre danni significativi agli altri;
3. rispettare le garanzie sociali minime³².

Emerge chiaramente come, nell'ottica comunitaria, si esprima la volontà di integrare in modo più stretto la rendicontazione non finanziaria con gli obiettivi che in tema di sostenibilità e, a partire dal Green Deal, in modo particolare per quanto attiene al cambiamento climatico.

Per quanto non si possa trascurare la rilevanza del recepimento della CSRD a livello nazionale che potrà essere valutata solo a tempo debito, acquisisce rilevanza spostare l'ottica dalla normativa comunitaria al ruolo che gli *standard setter* fino ad ora hanno avuto e che avranno in futuro, a partire dall'EFRAG, l'ente chiamato a predisporre, in qualità di consulente tecnico³³, i principi di rendicontazione che saranno poi adottati dalla Commissione Europea.

2.4 Il ruolo degli *standard setter*: dalle prime indicazioni agli ESRS ed ai principi ISSB

Alla data attuale non esiste alcun principio contabile relativo alla rendicontazione non finanziaria in vigore. Per quanto la situazione sia destinata rapidamente a cambiare pare opportuna una analisi di sintesi di quella che è stata l'attività recente degli *standard setter* a livello internazionale sul punto.

La prima iniziativa rilevante si deve all'Australian Accounting Standards Board (AASB) e all'Auditing and Assurance Standards Board (AUASB) che nell'aprile 2019, hanno reso pubblico un bollettino congiunto sul tema della *disclosure* dei rischi emergenti dal cambiamento climatico da leggersi alla luce di quanto previsto dal Practice Statement n. 2³⁴. I due enti ritengono che tali aspetti debbano essere parte integrante della relazione finanziaria di una società. Ad esempio, il non considerare rischi specifici legati al cambiamento climatico per una impresa operante in un settore potenzialmente impattato, potrebbe richiedere una *disclosure* da fornire ai terzi in merito alle motivazioni che hanno indotto tale decisione.

Ne deriva la raccomandazione alle società, in sede di redazione della Relazione finanziaria, di tenere conto del Practice Statement n. 2 con riferimento specifico ai rischi derivanti dal *climate change*. Il processo che deve portare al riconoscimento delle informazioni rilevanti è riportato nella Figura 14 che mostra come le valutazioni che deve compiere la società siano di due livelli. Il primo riguarda gli effetti che tali rischi hanno avuto sul bilancio e che sono stati analizzati già oggetto di analisi e di revisione nel primo capitolo. Se vi sono stati effetti rilevanti è necessario fornire una adeguata *disclosure*. In caso contrario dovranno essere spiegate le ragioni per le quali l'informativa non è ritenuta rilevante. Il secondo tipo di

³² Cfr. Regolamento UE 2020/852.

³³ E' lo stesso art. 29 ter direttiva 34/2013 a prevedere al comma 1, sesto paragrafo che i principi vengano adottati e che ogni tre anni possano essere modificati solo dopo avere tenuto conto del parere tecnico dell'EFRAG.

³⁴ L'IFRS Practice Statement n.2 è parte del *Practice Statement Management Commentary* ovvero il documento (non obbligatorio) redatto dagli amministratori che accompagna il bilancio al fine di migliorare la comprensione dei dati che vi sono contenuti, assimilabile alla Relazione di gestione. In particolare, il Practice Statement n. 2 supporta il management di una società nella presentazione delle informazioni rilevanti agli investitori ed ai creditori attraverso un processo articolato in 4 fasi che riguardano l'identificazione, la valutazione delle informazioni rilevanti, l'organizzazione delle informazioni in modo chiaro e sintetico ed infine la revisione e la valutazione complessiva.

valutazione si riferisce invece alla probabilità che i rischi legati al *climate change* possano in futuro avere un impatto rilevante sulle attività della società. In caso affermativo il rischio dovrà essere considerato nelle stime e nelle valutazioni di bilancio e dovrà essere fornita una adeguata *disclosure*. In caso contrario l'informazione non è rilevante e non dovrà essere fornita.

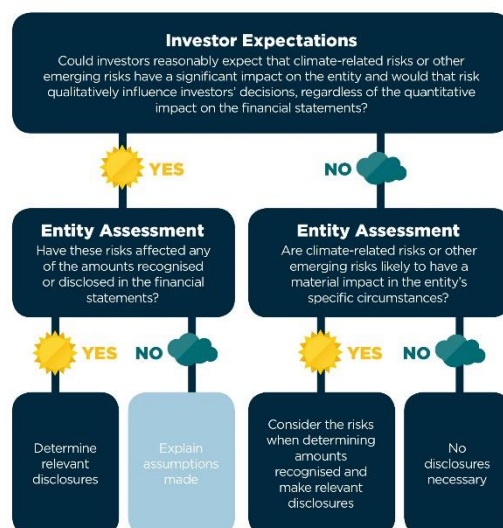


Figura 14. Le considerazioni inerenti alla rilevanza dei rischi legati al *climate change*. Fonte: AASB, AUASB, *Climate-related and other emerging risks disclosures: assessing financial statement materiality using AASB/IASB Practice Statement 2*, aprile 2019

Il contributo dello *standard setter* australiano introduce al tema importante della verifica della rilevanza dell'informativa e mostra una sensibilità ai temi legati al cambiamento climatico che l'IFRS Foundation ha faticato a raggiungere.

Nel novembre 2019, un breve articolo di Nick Anderson, membro dello IASB, pubblicato su IFRS³⁵, sostiene che, nella preparazione della relazione finanziaria annuale, “le società IFRS adopter dovrebbero considerare:

- se gli investitori potrebbero ragionevolmente aspettarsi che i rischi emergenti, inclusi quelli legati al cambiamento climatico, possano influenzare i valori e le informazioni qualitative riportate nel bilancio. Gli investitori hanno infatti indicato l'importanza di tali rischi;
- quali informazioni relative agli effetti di tali rischi, inclusi quelli legati al cambiamento climatico, sulle ipotesi contenute nel bilancio siano rilevanti, e quindi da riportare nelle note esplicative”³⁶.

³⁵ N. Anderson, *IFRS Standards and Climate-related Disclosures: Assessing financial statement materiality*, IFRS Bulletin, november 2019.

³⁶ N. Anderson, op. cit., pagina 3.

Le voci di bilancio più sensibili tra quelle potenzialmente impattate dal cambiamento climatico vengono riassunte nei seguenti:

1. *Impairment test* delle immobilizzazioni ed in particolare dell'avviamento;
2. Cambiamenti nella vita utile degli *asset*;
3. Variazioni nel *fair value* degli *asset*;
4. Accantonamenti a fondi a fronte di rischi derivanti da contratti onerosi a causa dell'incremento dei costi e/o della contrazione della domanda;
5. Accantonamenti a fondi a fronte di passività per probabili penali.

Anderson sottolinea che pur non essendo obbligatorio il *Practice Statement*, per le società che seguono gli IFRS è, invece, necessario esprimere un giudizio sulla rilevanza dei valori rappresentati in bilancio e delle informazioni contenute nelle note esplicative.

Le considerazioni in merito alla rilevanza sia nella prospettiva della TCFD, sia in quella degli *standard setter* australiani sia di Anderson sono sempre lette con riferimento all'impatto sui risultati aziendali e non sull'impatto esterno del comportamento dell'impresa che invece la CSRD richiede di includere.

A completamento del lavoro di Anderson, nel novembre 2020 è stato pubblicato dalla IFRS Foundation un nuovo documento con l'obiettivo di supportare l'applicazione operativa da parte delle imprese *IFRS adopter*³⁷. Alcune delle indicazioni contenute nel documento richiamano il bollettino congiunto degli *standard setter* australiani, altre invece sono più specifiche e riguardano:

1. *l'impatto sugli indicatori di perdita di valore*. I temi inerenti al cambiamento climatico possono infatti mostrare indicazioni che l'attività (o la CGU) ha perso valore. Viene citato l'esempio della contrazione nella domanda dei prodotti di una società che emette gas serra che può indicare che l'intero stabilimento produttivo potrebbe avere perso valore e quindi si rende necessario un *impairment test*. Il documento ricorda, come già riportato in precedenza, che lo IAS 36 include tra le fonti esterne di indicazioni di perdita di valore i cambiamenti significativi di tipo ambientale (ivi inclusi i cambiamenti normativi) che si prevede avranno un impatto negativo sulla società;
2. *l'impatto sulla stima dei flussi attesi prodotti dall'attività (o dalla CGU)*. Lo IAS 36 richiede che nella stima dei flussi le società dovranno considerare anche le aspettative in merito a possibili variazioni del valore o dei tempi dei flussi finanziari futuri. Ciò indica che la società dovrà costruire i flussi sullo scenario base ovvero sulle ipotesi che rappresentano la migliore stima del management in merito alla futura evoluzione dell'attività. Gli effetti del cambiamento climatico possono impattare sulle ipotesi e richiedere eventuali revisioni;
3. *la disclosure sulle ipotesi chiave*. Lo IAS 36 impone anche obblighi informativi nelle note che devono illustrare le ipotesi chiave che sono state adottate. Il documento cita come esempio l'introduzione di normative più restrittive in termini di

³⁷ *Effects of climate-related matters on financial statements*, IFRS, November 2020.

emissioni di gas serra che aumentano i costi di produzione e comportano una perdita da *impairment*.

È solo con l’emanazione di due principi contabili tuttora in bozza nel marzo 2022 da parte dell’ISSB (*International Sustainability Standard Board*), ente istituito dall’IFRS Foundation nel novembre 2021 che si nota un significativo cambio di passo nella rendicontazione non finanziaria, tuttavia prima di soffermarci sull’analisi di essi, è necessario esaminare l’attività svolta dall’EFRAG, stante lo stretto vincolo temporale che la CSRD ha imposto per l’approvazione da parte della Commissione Europea dei principi di rendicontazione non finanziaria.

2.4.1 I principi emanati dall’EFRAG

L’EFRAG ha assolto all’obbligo contenuto nella CSRD pubblicando un primo set di principi di rendicontazione di sostenibilità (*ESRS European Sustainability Reporting standard*) per la raccolta dei commenti da parte di enti ed operatori nel periodo compreso tra il 30 aprile ed l’8 agosto 2022. Dopo la revisione attuata sulla base dei circa 750 commenti pervenuti, l’EFRAG il 22 novembre 2022 ha messo a disposizione della Commissione Europea, il primo set di ESRS che dovranno essere definitivamente approvati entro il 30 giugno 2023.

Si avvisa pertanto il lettore che alla data odierna, gli ESRS sono tuttora in bozza ed è possibile che prima di entrare in vigore, siano oggetto di modifiche.

Il primo *draft* di ESRS si articola su 12 principi così suddivisi:

- 2 principi “trasversali” che riguardano i “*general requirements*” (ESRS 1) e la “*general disclosures*” (ESRS 2) che trovano applicazione per tutti e tre i pilastri ESG;
- 5 principi dedicati ai temi ambientali (ESRS E 1-5 di cui il primo dedicato al *climate change*³⁸);
- 4 principi dedicati ai temi sociali (ESRS S 1-4);
- 1 principio relativo alla *governance* (ESRS G1).

Completano il set dei principi, sei appendici che, nelle intenzioni di EFRAG, dovrebbero facilitare la rendicontazione da parte delle imprese e riguardano:

- Appendice 1. Indice dei *requirements* per ogni principio;
- Appendice 2. Sintesi dei *requirements* previsti dalla CSRD con indicazione nelle tabelle riepilogative di come devono essere soddisfatti secondo gli ESRS;

³⁸ Gli altri principi dedicati ai temi ambientali riguardano:

- Inquinamento (ESRS E-2);
- L’acqua e le risorse marine (ESRS E-3);
- Biodiversità e gli ecosistemi (ESRS E-4);
- L’uso delle risorse e l’economia circolare (ESRS E-5).

I principi richiamano i diversi obiettivi della Tassonomia degli investimenti sostenibili dove l’ESRS E1, più aventi oggetto di approfondita analisi e dedicato al cambiamento climatico, include i primi due obiettivi della Tassonomia (*climate change mitigation* e *climate change adaptation*).

- Appendice 3. E' costituita da tabelle di sintesi che facilitano l'individuazione degli indicatori di impatto negativo all'interno degli ESRS;
- Appendice 4. Tabella di riconciliazione tra le raccomandazioni TCFD e gli ESRS;
- Appendice 5. Tabella di riconciliazione tra i principi di sostenibilità emanati dall'ISSB (versione attuale in bozza) e gli ESRS;
- Appendice 6. Indice degli acronimi e glossario dei termini utilizzati negli ESRS.

Il set include anche ulteriori documenti:

- la *cover letter* illustra i cambiamenti che sono stati apportati ai principi a seguito dei commenti pervenuti, poi dettagliati nella *due process note*;
- la *explanatory note* fornisce evidenza di come i principi rispondono alle richieste contenute nella CSRD ed è accompagnata da tabelle di riepilogo (*annex*) che consentono un riscontro puntuale;
- l'analisi costi-benefici con allegata la *cover letter* di EFRAG sul punto, mostra, infine, l'impatto atteso degli ESRS sui temi di sostenibilità.

Ai fini del presente lavoro, sono rilevanti gli ESRS 1 e 2 e l'ESRS E1 mentre le Appendici 4 e, soprattutto 5 costituiscono un utile forma di riconciliazione tra gli ESRS e gli altri set di principi (ad esempio la TCFD e i principi IFRS che verranno esaminati di seguito)³⁹.

L'ESRS 1

L'ESRS 1 "*General Requirements*" è suddiviso in 10 capitoli che illustrano la metodologia ed i principi generali che devono essere seguiti nella rendicontazione di sostenibilità ed è completato da tre appendici. Particolarmente importante è l'Appendice B che contiene le *Application Requirements* ovvero le indicazioni operative che, per ogni aspetto critico, definiscono in concreto le modalità applicative.

L'ESRS può quindi essere letto come un *framework* generale di riferimento per la *disclosure* prevista dalla CSRD.

Dopo un primo capitolo preliminare, il capitolo 2, dedicato al profilo qualitativo delle informazioni e costituito solamente da 2 paragrafi, richiama:

1. le caratteristiche fondamentali delle informazioni che sono da ricercare nella rilevanza e nella rappresentazione in modo veritiero e corretto;
2. la necessità di fornire informazioni comparabili, verificabili e comprensibili.

³⁹ Nel tradurre dall'originale inglese "*undertaking*" che si riferisce al soggetto obbligato alla *disclosure* si farà di seguito riferimento, per semplicità, alla "*società*" pur essendo possibile che la rendicontazione riguardi un gruppo di società (rendicontazione consolidata).

Il capitolo 3 è dedicato alla doppia rilevanza intesa come base per la rendicontazione di sostenibilità. Questo aspetto già contenuto nella CSRD in termini generali necessita di regole chiare di applicazione che sono appunto oggetto del principio.

Lo *standard* definisce, in primo luogo, gli *stakeholder* ed il loro ruolo. Essi sono suddivisi in due categorie:

1. “*affected stakeholder*” ovvero i soggetti i cui interessi sono influenzati, positivamente o negativamente, dalle attività della società in modo diretto od indiretto;
2. utilizzatori della rendicontazione di sostenibilità sia primari (investitori, finanziatori) sia secondari (dipendenti, clienti, fornitori, lo Stato e così via).

Dopo avere effettuato una puntuale analisi degli *stakeholder* è necessario comprendere quali sono le informazioni rilevanti che devono costituire oggetto di *disclosure*⁴⁰. I paragrafi 3.4 e 3.5, forse i più importanti di tutto il principio, forniscono i presupposti teorici e le indicazioni operative per valutare la “doppia rilevanza” che deve essere intesa come:

1. *impact materiality* (ESRS 1 cap. 3.4);
2. *financial materiality* (ESRS 1 cap. 3.5).

Con riferimento al primo profilo, un tema relativo alla sostenibilità è rilevante quando riguarda l’impatto che l’attività della società esercita sulle persone e sull’ambiente nel breve e medio-lungo termine. La rilevanza degli impatti negativi già esistenti si fonda sulla severità dell’impatto che a sua volta dipende dall’entità, ampiezza e natura irrimediabile dell’impatto⁴¹. Per gli impatti potenziali si dovrà anche tenere conto della probabilità di manifestazione⁴².

Relativamente al secondo profilo, le considerazioni svolte all’interno dell’ESRS 1 sono da intendersi come una applicazione specifica del più generale principio della rilevanza di bilancio che prevede che le informazioni da riportare siano quelle la cui omissione od errata indicazione potrebbe influenzare il comportamento degli utilizzatori primari del bilancio stesso⁴³. In tal senso quindi, un tema relativo alla sostenibilità è rilevante se può causare effetti significativi sui risultati della società. In tali casi, essi si traducono o possono tradursi in rischi od opportunità che, secondo ESRS 1 paragrafo 52, riguardano:

1. attività e passività patrimoniali già rappresentate nel bilancio di esercizio e o che potranno essere rappresentate in futuro;
2. fattori influenti sul valore della società che non si ritrovano tra le attività e passività di bilancio ma che comunque contribuiscono alla generazione dei flussi di cassa (ad

⁴⁰ Il tema della rilevanza che consente di distinguere cosa deve essere oggetto di disclosure e cosa no, come si è già visto in precedenza, è stato il primo (e, per un certo periodo di tempo, unico) punto su cui si è soffermata l’attività degli *standard setter*. Negli ESRS, seguendo le indicazioni della CSRD viene declinato con maggiore puntualità e sotto il profilo innovativo della doppia rilevanza.

⁴¹ Cfr. infra per le modalità di valutazione dei tre aspetti.

⁴² Per la valutazione degli impatti negativi il paragrafo 48 dell’ESRS 1 rimanda alle Linee Guida dell’ONU (*UN Guiding Principles on Business and Human Rights and the OECD Guidelines for Multinational Enterprises*).

⁴³ In tal senso IAS 1 paragrafo 7 e per quanto attiene i principi contabili nazionali, OIC 11 paragrafo 36.

esempio attività immateriali non iscritte in bilancio quali il portafoglio prodotti o il *know-how*).

La rilevanza dei rischi e delle opportunità deve essere valutata considerando congiuntamente la probabilità di manifestazione e l'entità del possibile effetto sui risultati della società.

Ove presenti e rilevanti, la società dovrà anche considerare le interrelazioni esistenti tra i due profili di rilevanza, fermo restando che il punto di partenza dell'analisi deve comunque essere individuato nell'*impact materiality*.

Il successivo capitolo è dedicato alla verifica di sostenibilità (*sustainability due diligence*) ovvero il processo attraverso il quale la società identifica, previene, mitiga e spiega come gestisce gli effetti negativi attuali e potenziali sull'ambiente e sulle persone delle sue attività dirette ed indirette⁴⁴.

Elemento di particolare criticità nell'impianto degli ESRS è l'attenzione che viene riservata alla catena del valore (ESRS 1, capitolo 5). Le informazioni rilevanti delle quali fornire *disclosure* non sono solo quelle direttamente derivanti dalle attività della società ma anche quelle che derivano dalla catena del valore sia a monte sia a valle. Nel caso che tali informazioni non siano disponibili esse dovranno essere stimate utilizzando tutte le informazioni possibili.

In merito all'orizzonte temporale di riferimento, viene richiesto (ESRS 1, paragrafo 79) che la società, nella *disclosure*, dettagli le relazioni esistenti tra le informazioni storiche e quelle prospettiche in modo da rendere chiara l'evoluzione intervenuta nel tempo.

Il principio si dedica successivamente a fornire le indicazioni relative al modo di preparare e presentare le informazioni oggetto di rendicontazione (capitolo 7) e a illustrare la struttura dei documenti che contengono le informazioni (capitolo 8). In merito a quest'ultimo punto è richiesto che le informazioni vengano presentate:

1. in modo che la differenza tra la *disclosure* obbligatoria prevista dagli ESRS e quella fornita in modo volontario all'interno della relazione di gestione sia chiaramente comprensibile;
2. secondo modalità che rendano agevole l'accesso e facilitino la comprensione della rendicontazione di sostenibilità.

La società può strutturare il documento di rendicontazione in 4 parti la prima delle quali dedicata agli aspetti generali e le successive tre a ciascuno dei pilastri ESG.

Chiude il principio, la trattazione dei legami con altri documenti di bilancio e le informazioni che possono risultare collegate (capitolo 9) e, infine, il capitolo 10 contiene le disposizioni transitorie.

⁴⁴ Anche per quanto attiene la *due diligence* viene fatto richiamo esplicito alle Linee Guida dell'Onu.

L'ESRS 2

Il successivo ESRS 2 riguarda le *general disclosures* ovvero la rendicontazione dovuta da tutte le società a prescindere dall'attività svolta e di applicazione trasversale ai diversi pilastri ESG mentre i successivi ESRS saranno invece specifici per ognuno di essi.

Il principio è costituito dalle seguenti 5 parti:

1. base per la preparazione della rendicontazione;
2. governance;
3. strategia;
4. gestione degli impatti, dei rischi e delle opportunità;
5. metriche ed obiettivi.

L'ESRS 2 è integrato da 2 appendici che ne agevolano l'utilizzo.

Ciascuna parte contiene una o più *Disclosure Requirement* (DR) che definiscono il contenuto delle informazioni che la società deve fornire. Gli aspetti più operativi e di dettaglio sono riportati per ogni DR nell'Appendice B.

Le prime due DR indicata come BP-1 e -2 definiscono il set di informazioni di base quali l'indicazione della natura individuale o consolidata della rendicontazione, l'estensione della copertura a monte o a valle della catena del valore e la *disclosure* da fornire in specifiche situazioni.

Lo schema da seguire rimanda alle raccomandazioni della TCFD poiché anche l'ESRS 2 ragiona per cerchi concentrici dove, al livello più generale, la rendicontazione riguarda la *governance* mentre la *disclosure* successiva riguarda livelli più ristretti fino ad arrivare alle metriche di misurazione degli impatti, dei rischi e delle opportunità che, unitamente agli obiettivi prefissati, costituiscono il livello più critico ai fini della rendicontazione di sostenibilità⁴⁵.

La successiva Figura 15 riporta l'indice del principio dal quale si possono ricostruire tutte le DR previste in questo principio di applicazione generale.

⁴⁵ La versione degli ESRS posta in pubblica consultazione nel marzo 2022 prevedeva uno schema differente, tuttavia l'EFRAG ha ritenuto che la convergenza verso il modello "TCFD" e gli stessi principi ISSB potesse rendere più agevole la comparazione delle informazioni (Cover Letter novembre 2022, primo punto).

Table of Contents

Objective	5
1. Basis for preparation	5
Disclosure Requirement BP-1 – General basis for preparation of the sustainability statements	5
Disclosure Requirement BP-2 – Disclosures in relation to specific circumstances	6
2. Governance	7
Disclosure Requirement GOV-1 – The role of the administrative, management and supervisory bodies	7
Disclosure Requirement GOV-2 – Information provided to and sustainability matters addressed by the undertaking's administrative, management and supervisory bodies	8
Disclosure Requirement GOV-3 - Integration of sustainability-related performance in incentive schemes	9
Disclosure Requirement GOV-4 - Statement on sustainability due diligence	9
Disclosure Requirement GOV-5 - Risk management and internal controls over sustainability reporting	10
3. Strategy	10
Disclosure Requirement SBM-1 – Market position, strategy, business model(s) and value chain	10
Disclosure Requirement SBM-2 – Interests and views of stakeholders	12
Disclosure Requirement SBM-3 - Material impacts, risks and opportunities and their interaction with strategy and business model(s)	12
4. Impact, risk and opportunity management	14
4.1 Disclosures on the materiality assessment process	14
Disclosure Requirement IRO-1 - Description of the processes to identify and assess material impacts, risks and opportunities	14
Disclosure Requirement IRO-2 – Disclosure Requirements in ESRS covered by the undertaking's sustainability statements	15
4.2 Reporting on opportunities	15
4.3 Disclosure Content on policies and actions	16
Disclosure Content - Policies DC-P – Policies adopted to manage material sustainability matters	16
Disclosure Content - Actions DC-A – Actions and resources in relation to material sustainability matters	16
5. Metrics and targets	17
Disclosure Content - Metrics DC-M – Metrics in relation to material sustainability matters	17
Disclosure Content – Targets DC-T – Tracking effectiveness of policies and actions through targets	18
Appendix A: Defined terms	20
Appendix B: Application Requirements	22

Figura 15. Indice dell'ESRS 2 con l'indicazione di tutte le Disclosure Requirements.

L'analisi dettagliata di ciascuna DR eccede gli scopi del presente lavoro, tuttavia, a titolo esemplificativo, si illustra di seguito il processo da seguire per la rendicontazione prevista dalla DR IRO-1. La scelta non è casuale poiché riguarda una DR assai rilevante dovendo dettagliare il processo di identificazione e valutazione degli impatti rilevanti, dei rischi e delle opportunità legati a ciascun tema di sostenibilità.

Le indicazioni in merito alla DR IRO-1 sono contenute nella sezione 4 del principio, ai paragrafi compresi tra il 49 e il 52.

Per ogni DR viene, in primo luogo, fornita la descrizione dell'obiettivo che si propone che, nel caso della DR IRO-1, riguarda il rendere comprensibile agli utilizzatori della rendicontazione il processo attraverso il quale la società identifica gli impatti, i rischi e le opportunità e ne identifica la rilevanza.

I due successivi paragrafi si occupano di dettagliare il contenuto della rendicontazione che per questa DR riguarda (paragrafi 51):

- a) la descrizione della metodologia utilizzata e delle ipotesi che sono state adottate;
- b) una *overview* del processo di identificazione, di valutazione e di definizione delle priorità relativamente agli impatti che la società già esercita sulle persone e sull'ambiente, che specifichi se e in che modo il processo:
 - i. è focalizzato su aspetti ritenuti ad alto rischio di impatto negativo;
 - ii. prevede una revisione degli impatti esercitati dalla società in modo diretto od indiretto;
 - iii. include consultazioni con gli *affected stakeholder* e con esperti esterni;
 - iv. definisce le priorità sulla base della severità e della probabilità di manifestazione (come previsto dall'ESRS 1);
- c) una *overview* del processo di identificazione, valutazione e di definizione delle priorità relativamente all'impatto finanziario sulla società. La disclosure riguarda:
 - i. come la società valuta la probabilità e gli effetti associati ad ogni rischio od opportunità legata ai temi di sostenibilità (quali ad esempio valutazioni qualitative, soglie quantitative od altri criteri);
 - ii. come la società definisce le priorità dei rischi associati ai temi di sostenibilità rispetto ad altre tipologie di rischi, inclusi gli strumenti di *risk-assessment*;
- d) una spiegazione di come la società ha selezionato le informazioni rilevanti, incluso l'utilizzo di soglie quantitative e/o l'indicazione di come è stato applicato l'ESRS 1 capitolo 3 che si riferisce, come in precedenza analizzato, alle valutazioni di rilevanza. Dovranno essere riportati anche i dati di *input* che sono stati utilizzati (ad esempio la fonte dei dati o le modalità di costruzione delle ipotesi).

Ulteriori aspetti oggetto di *disclosure*, a livello più generale, sono relativi a (paragrafo 52):

- a) una descrizione dell'assetto organizzativo e del processo decisionale e le relative procedure di controllo interno;
- b) una descrizione di dettaglio in merito a se e come:
 - i. gli impatti ed i rischi legati ai temi di sostenibilità sono integrati nel *risk management* a livello generale di impresa ed utilizzati per valutare il rischio complessivo di impresa;
 - ii. le opportunità sono integrate nei processi manageriali a livello aziendale;
- c) un dettaglio in merito agli eventuali cambiamenti nel processo intervenuti rispetto all'esercizio precedente.

Le indicazioni contenute nel principio devono poi essere integrate con le linee guida operative che si ritrovano nell'Appendice B e che per la DR IRO-1 rimandano a quanto contenuto nelle *Application Requirements* dell'ESRS 1 in tema di rilevanza delle informazioni (AR 1 - AR 12). Ad esempio, la AR 5 definisce le caratteristiche della severità che deve essere stimata ai fini della valutazione di rilevanza con riferimento a tre parametri:

1. entità dell'impatto da misurare con riferimento a quanto grave è l'impatto negativo o quanto vantaggioso è l'impatto positivo;
2. ampiezza dell'impatto che misura quanto esteso è l'impatto, per cui, ad esempio, nel caso di un impatto negativo ambientale sarà pari al perimetro geografico dell'area danneggiata;
3. natura irrimediabile dell'impatto ovvero la comprensione le possibilità esistenti di porre rimedio agli impatti negativi⁴⁶.

Il percorso seguito per la DR IRO-1 dovrà essere ripercorso per tutte le DR oggetto dell'ESRS 2 e naturalmente per tutte le DR contenute nei principi specifici.

L'ESRS E1

Tra tutti i principi in bozza, è qui rilevante analizzare l'ESRS E1 che ha per oggetto la *disclosure* relativa al cambiamento climatico.

Il principio è costruito su 4 sezioni principali:

1. ESRS *General disclosures*;
2. Metriche ed obiettivi;
3. Intensità di energia in relazione ai ricavi;
4. Emissioni di gas serra in relazione ai ricavi;

L'ESRS E1 è poi integrato da due appendici, la principale delle quali è l'Appendice B che contiene le *Application Requirements* specifiche per questo principio.

La prima sezione, oltre a richiamare le DR contenute nell'ESRS 2 con le ulteriori qualificazioni che si rendono necessarie per l'applicazione al principio, introduce ulteriori DR specifiche. Il primo blocco relativo alle categorie della *governance* e strategia comprende le seguenti 3 DR:

- DR E1-1 *relativa ai piani di transizione per la mitigazione degli effetti del climate change* con particolare attenzione agli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra, alla loro compatibilità con gli Accordi di Parigi, all'impatto che avranno sui prodotti, i servizi e l'adozione di nuove tecnologie da parte della società. E' anche richiesto un focus sugli investimenti che dovranno essere effettuati seguendo il piano di transizione e sulle relative fonti di finanziamento, dettagliando l'allineamento con la Tassonomia degli investimenti sostenibili. Si richiede infine che la società indichi se il piano di

transizione è incorporato nel piano pluriennale a livello aziendale ed il suo stato di avanzamento.

- DR E1-2 *relativa alle politiche adottate per il contenimento degli effetti del cambiamento climatico* con riferimento ad alcuni aspetti specifici:
 - a) Mitigazione del cambiamento climatico;
 - b) Adattamento al cambiamento climatico;
 - c) Efficienza energetica;
 - d) Sviluppo delle energie rinnovabili;
 - e) Altri aspetti rilevanti.
- DR E1-3 *relativa alle azioni e alle risorse in relazione al cambiamento climatico*. La disclosure riguarda la relazione che esiste tra le azioni di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico e le risorse utilizzate per tali azioni. Oltre agli aspetti generali contenuti nell'ESRS 2⁴⁷ la disclosure specifica dovrà riguardare:
 - a) quando le azioni intraprese nell'esercizio o pianificate negli esercizi futuri avranno effetti sulla mitigazione del cambiamento climatico;
 - b) l'effetto sulla riduzione delle emissioni di gas serra a seguito delle azioni descritte;
 - c) con riferimento agli investimenti ed ai costi operativi necessari per realizzare le azioni previsti:
 - le voci specifiche impattate nel bilancio di esercizio;
 - i KPI richiesti dalle tassonomie degli investimenti sostenibili;
 - gli eventuali investimenti relativi alle stesse tassonomie.

Passando alla sezione delle metriche e degli obiettivi, l'ESRS E1 prevede due ulteriori DR:

- DR E1-4 *relativa agli obiettivi legati alla mitigazione e adattamento del climate change*. Essa si pone l'obiettivo di comprendere gli obiettivi che la società si è data con riferimento alla mitigazione del cambiamento climatico e al processo all'adattamento. Se la società si è prefissata un obiettivo di riduzione delle emissioni di gas serra, essi dovranno essere rappresentati in valore assoluto (in tonnellate equivalenti di CO₂ oppure come percentuale rispetto alle emissioni di un anno-base di partenza da aggiornare ogni 5 anni a partire dal 2030) e distinti rispetto allo Scope 1, 2, e 3. La società dovrà fornire indicazione dei valori previsti delle emissioni almeno per il 2030 e se possibile per il 2050. Infine, dovrà essere indicato se gli obiettivi fissati sono compatibili con quelli previsti dagli Accordi di Parigi, fornendo indicazione della metodologia seguita per la valutazione.
- DR E1-5 *relativa al consumo di energia ed al mix delle fonti*. Dovrà essere indicato il consumo di energia in MWh nel corso dell'esercizio e derivante dall'attività svolta dalla società fornendo le seguenti indicazioni di mix:

⁴⁷ Cfr. ESRS 2 DC-A *Actions and resources in relation to material sustainability matters*.

- a) Consumo di carburante ed energia da fonti non rinnovabili disaggregate a seconda che provengano dal carbone, petrolio, gas naturale ed altre forme fossili e nucleari
- b) Consumo di carburante ed energia da fonti rinnovabili

La successiva sezione prevede la *disclosure* relativa alla intensità di energia intesa come il rapporto tra il consumo annuo di energia ed i ricavi complessivi con esclusivo riferimento al consumo che genera un elevato impatto sul cambiamento climatico. Si applica per questa sezione la sola DR E1-6:

- DR E1-6 relativa alle emissioni di gas serra. Questa DR richiede che vengano esplicitate le emissioni di gas serra effettuate nel corso dell'esercizio (la precedente DR E1-4 richiedeva invece di esplicitare i *target* di emissioni per il futuro). Le emissioni totali saranno poi distinte in Scope 1, 2 e 3. I dati forniti sulla base di questa DR devono essere coerenti con le indicazioni metodologiche previste dall'ESRS 1 con riferimento alla catena del valore⁴⁸, ovviamente per quanto attiene allo Scope 2 e 3. Le emissioni delle società del gruppo per le quali si esercita un controllo di diritto sono interamente incluse (e non pro-quota) mentre la società non includerà per nulla le emissioni delle società del gruppo sulle quali non si esercita il controllo. In termini quantitativi, le emissioni saranno riportate in tonnellate equivalenti di CO₂ indicando la percentuale attribuibile alle EU ETS ed agli altri *emission trading systems*⁴⁹. Con riferimento solamente allo Scope 1 e 2 la società dovrà distinguere le emissioni che derivano delle società del gruppo per le quali si esercita un controllo di diritto. Solamente per lo Scope 3 invece dovranno essere dettagliate per ogni categoria⁵⁰. Infine, con riferimento allo Scope 2 dovranno essere distinte le emissioni misurate con il metodo "*location-based*" da quelle misurate con il metodo "*market-based*"⁵¹.

La successiva ed ultima sezione richiede che la società riporti il rapporto esistente tra emissioni di gas serra e ricavi fornendo se necessario un prospetto di riconciliazione per quanto attiene alla determinazione dei ricavi (*Greenhouse Gases -GHG - intensity*). Le DR che si riferiscono a questa sezione sono tre:

⁴⁸ Cfr. ESRS 1 sezione 5.1

⁴⁹ Lo *European Union Emission Trading System* è stato istituito con l'obiettivo di contenere il *climate change*. Si tratta di uno schema di tipo "*cap and trade*" che pone un limite alle emissioni che possono essere effettuate superato il quale, i diritti addizionali (*EU gas allowances*) dovranno essere acquistati sul mercato. Questo schema copre il 45% delle emissioni totali a livello europeo (Cfr. https://climate.ec.europa.eu/eu-action/eu-emissions-trading-system-eu-ets_en).

⁵⁰ Le categorie previste all'interno dello Scope 3 sono le seguenti:

- *purchased goods and services;*
- *capital goods;*
- *fuel- and energy-related activities;*
- *transportation and distribution;*
- *waste generated in operations;*
- *business travel;*
- *employee commuting;*
- *leased assets.*

⁵¹ Il metodo *location-based* prevede di contabilizzare le emissioni derivanti dal consumo di elettricità, applicando fattori di emissione medi nazionali per i diversi Paesi in cui si acquista energia elettrica. Il secondo metodo, *market-based*, richiede di determinare le emissioni di GHG derivanti dall'acquisto di elettricità e calore considerando i fattori di emissione specifici comunicati dai fornitori.

- DR E1-7 relativa alle GHG removals and storage richiede di fornire una rendicontazione degli effetti delle attività di rimozione di gas ad effetto serra dall'atmosfera e di immagazzinaggio secondo le metriche indicate dalla precedente DR e distinguendo quelle effettuate direttamente da quelle derivanti dalla catena del valore. Viene anche richiesto di fornire dettagli degli eventuali *carbon credit*⁵² accumulati dalla società (e dalla catena del valore).
- DR E1-8 relativa all'internal carbon pricing⁵³ richiede alla società di indicare se applica uno schema che prevede la fissazione di un prezzo virtuale alle emissioni di gas serra, descrivendone le modalità operative.
- DR E1-9 relativa ai potenziali effetti sui risultati finanziari che derivano dai rischi rilevanti fisici e di transizione e dalla potenziali opportunità. La DR si pone l'obiettivo di fornire evidenza dell'impatto dei rischi climatici e delle eventuali opportunità sulle *performance* della società anche facendo ricorso ad analisi di scenario. La disclosure relativa agli effetti dei rischi fisici riguarda:
 - a) Il valore degli asset esposti al rischio fisico in termini assoluti ed in percentuale, separando gli effetti dei rischi cronici da quelli acuti;
 - b) Il valore degli asset per i quali sono in corso delle azioni di adattamento al cambiamento climatico;
 - c) La localizzazione degli asset significativi esposti al rischio;
 - d) Il valore dei ricavi esposti al rischio fisico in termini assoluti ed in percentuale.

La *disclosure* relativa ai rischi di transizione riguarda invece;

- a) Il valore degli asset esposti al rischio fisico in termini assoluti ed in percentuale;
- b) Il valore degli asset per i quali sono in corso delle azioni di mitigazione;
- c) il dettaglio del valore di bilancio degli asset immobiliari suddivisi per classe di efficienza energetica;
- d) le passività che potrebbero sorgere nel futuro;
- e) Il valore dei ricavi esposti al rischio fisico in termini assoluti ed in percentuale, includendo i ricavi verso clienti operanti nel settore petrolifero ed in business assimilabili.

Per ogni tema oggetto di *disclosure* che rimanda ad una voce di bilancio è necessario un prospetto di riconciliazione.

Infine, per quanto attiene alle opportunità, dovranno essere dettagliati i risparmi di costo attesi derivanti dalle azioni di mitigazione e adattamento oltre che i ricavi attesi da prodotti e servizi a basse emissioni oppure da soluzioni di adattamento alle quali la società può avere accesso.

⁵² Con il termine *carbon credit* si intende uno strumento negoziabile che viene emesso a fronte della riduzione, eliminazione o rimozione di gas serra attraverso progetti che sono oggetto di specifica certificazione.

⁵³ L'*internal carbon pricing* può essere letteralmente tradotto come prezzo per l'emissione di gas serra. Secondo una ricerca McKinsey (*The State of Internal Carbon Pricing*, febbraio 2021) a livello internazionale tale soluzione, orientata ad anticipare gli effetti della possibile introduzione di una *carbon tax*, è più frequente nel settore dell'energia, delle materie prime e nei servizi finanziari.

Il supporto operativo è fornito dalla Appendice B che attraverso ben 80 *Application Requirements* consente di ripercorre tutti i passaggi per la corretta rendicontazione di ciascuna DR.

È innegabile che il combinato disposto della CSRD e dei principi EFRAG costituiscano un notevole passo in avanti nella rendicontazione di sostenibilità sotto molteplici punti di vista.

In primo luogo, si amplia in modo significativo la platea dei soggetti interessati sia per quanto attiene la rendicontazione individuale sia per quella consolidata. Le stime più attendibili ritengono che si passerà da circa 2.000 società e gruppi che oggi presentano la DNF ad un numero finale, al termine del periodo transitorio, di circa 10 volte maggiore che applicherà i principi appena analizzati⁵⁴.

È sicuramente di impatto anche il grado di dettaglio assai approfondito che gli ESRS impongono: si è analizzato in dettaglio solamente quanto attiene i temi legati al cambiamento climatico ma analoghe considerazioni valgono anche per gli altri pilastri ESG, tanto che la somma dei nuovi obblighi di rendicontazione raggiunge il migliaio.

Al termine del necessario processo di assestamento che riguarderà sia le imprese che dovranno fornire l'informativa sia l'EFRAG stessa che sarà chiamata a sottoporre i principi a continua revisione, la qualità e la quantità delle informazioni a disposizione degli utilizzatori del bilancio sui temi di sostenibilità sarà largamente superiore a quella attualmente disponibile ed assai più standardizzata e comparabile, riducendo il fenomeno del *greenwashing* e, si auspica, la forte dispersione che si riscontra attualmente tra i *rating* di sostenibilità prodotti per la stessa società da diverse agenzie. Su quest'ultimo punto avremo modo di tornare nel prossimo capitolo.

È parere di chi scrive che le ricadute positive per le imprese saranno molteplici e che i nuovi obblighi non costituiranno solamente un ulteriore adempimento ma porteranno ad una maggiore consapevolezza dei temi di sostenibilità e soprattutto ad un approccio più "scientifico" e rigoroso di quanto ora non avvenga.

Queste considerazioni sono condivise anche dall'EFRAG nella sua analisi dei costi e benefici degli ESRS che individua:

1. *Benefici diretti* nel risparmio dei costi in capo agli *stakeholder* che potranno accedere alle informazioni rilevanti in un unico documento e nel risparmio di costi (e di tempo) per le società che non saranno più chiamate a predisporre documenti *ad hoc* (ad esempio per il sistema bancario). Ulteriori benefici potranno derivare, a regime, dalle sinergie che esistono tra le diverse DR;
2. *Benefici indiretti* deriveranno dalla migliore comprensione in capo alle società dei rischi derivanti dai temi di sostenibilità e quindi a tenerne meglio conto nei loro processi di investimento. EFRAG conclude sul punto sostenendo che è legittimo attendersi un significativo contributo ad un cambiamento culturale.

⁵⁴ EFRAG, *Cost-benefit analysis of the First Set of draft ESRS*, novembre 2022, Executive Summary, pag. 1.

Andranno tuttavia considerati anche i costi.

Per quanto sia possibile che, a regime, si potranno sfruttare sinergie è innegabile che l'impianto dei processi amministrativi richiesti dagli ESRS sarà costoso sotto molteplici profili quali la codificazione dei processi gestionali, l'adeguamento dei sistemi informativi, la raccolta dei dati da fonte esterne ed infine l'adeguamento sia nel numero sia nelle competenze delle risorse umane che dovranno dedicarsi, in buona parte in via esclusiva, alla rendicontazione di sostenibilità.

Questi costi diretti sono stati stimati da EFRAG⁵⁵ in circa euro 320.000 all'anno per una media società quotata. A tali costi dovranno poi aggiungersi quelli del *set-up* iniziale stimati di poco inferiori ad euro 300.000.

Andrà poi considerato il costo della revisione esterna (*assurance*) della rendicontazione che viene stimata in almeno euro 320.000 per una revisione limitata mentre per una revisione "piena" (*reasonable assurance*) potrebbe costare anche più del doppio.

Si ricorda sul punto che la CSRD prevede che la *limited assurance* (che si limita alla verifica di coerenza con la norma) della rendicontazione di sostenibilità sia obbligatoria e debba esser rilasciata da un *auditor* esterno. La *reasonable assurance* è del tutto assimilabile alla revisione del bilancio di esercizio e pare essere un punto di arrivo tuttora non chiaramente definito.

Perché il processo possa effettivamente andare a regime, rimangono ancora alcuni nodi da sciogliere.

Un primo punto riguarda le PMI quotate per le quali EFRAG predisporrà dei principi specifici che tengano conto delle peculiarità che le riguardano e delle difficoltà che presumibilmente avranno ad applicare un processo così rigoroso quale quello descritto. Se, infatti, per le imprese maggiori che hanno già svolto internamente molti dei passaggi richiesti dalla nuova norma (si pensi alle imprese che seguono le raccomandazioni TCFD) e il problema è sostanzialmente quello di ricodificare i processi secondo le indicazioni degli ESRS, per le PMI si tratta, spesso, di costruire i processi gestionali sottostanti e poi di fornire una *disclosure*. È quindi assai auspicabile che EFRAG tenga conto di questi aspetti.

Un ulteriore nodo riguarda la *disclosure* da fornire con riferimento alla catena del valore ampiamente prevista dagli ESRS, tanto da esserne uno dei principali aspetti innovativi. Vi è da chiedersi quanto sarà facile anche per imprese grandi, strutturate e già con una avanzata rendicontazione di sostenibilità raccogliere le informazioni da controparti che possono essere imprese di ridotte o ridottissime dimensioni. Pare inevitabile che queste ultime facciano ricorso a professionisti esterne e che l'onere economico ricadrà sulla società obbligata alla rendicontazione, complicando i rapporti di filiera.

L'impatto economico delle informazioni previste sugli impatti, rischi e opportunità rilevanti dovrà, poi, portare le imprese a prestare particolare attenzione alla verifica della rilevanza per evitare di fornire informazioni inutili agli utilizzatori del bilancio e costose per l'impresa.

L'onerosità degli obblighi previsti dagli ESRS pare essere stata percepita come eccessiva anche dalla Commissione europea che, stando a quanto dichiarato da Ursula Von der Leyen il 15 marzo al Parlamento europeo, starebbe valutando una posticipazione della messa in

⁵⁵ EFRAG, *Cost-benefit analysis of the First Set of draft ESRS*, novembre 2022, Executive Summary, pag. 3.

consultazione pubblica degli ESRS, originariamente prevista per il mese di maggio ma soprattutto una riduzione del 25% degli obblighi attualmente previsti dagli ESRS.

Su questo non si può che attendere e verificare quanto gli ESRS definitivi rispondano effettivamente a questa indicazione, anche se, a parere di chi scrive, è improbabile che la disclosure legata al cambiamento climatico venga ridimensionata in modo significativo, stante la crescente rilevanza che sta assumendo presso l'opinione pubblica.

L'ultimo nodo riguarda il contesto nel quale gli ESRS si collocano. Solamente per quanto attiene ai temi legati al *climate change*, esistono due set alternativi di principi, le raccomandazioni TCFD e i principi, in buona parte ad esse sovrapponibili, emanati dall'ISSB (IFRS Foundation) oltre agli standard di rendicontazione quali ad esempio il GRI. Nonostante le dichiarazioni di intenti, l'allineamento tra i diversi principi è ancora tutto da raggiungere, e rimane probabile che la sovrapposizione tra le richieste degli ESRS e dei principi ISSB non sarà mai completa. Diviene pertanto necessario approfondire nel prossimo paragrafo l'entità di tali differenze.

2.4.2 I principi emanati dall'IFRS Foundation

Durante la COP26 tenutasi a Glasgow nel novembre 2021, l'IFRS Foundation annunciò la costituzione dell'International Sustainability Standards Board (ISSB) con la finalità di sviluppare degli *standard* di rendicontazione di sostenibilità, in special modo legati al cambiamento climatico, che fossero in grado di soddisfare il crescente bisogno di trasparenza degli investitori e dei mercati finanziari.

L'ISSB nasce con il supporto del G7, del G20, dell'IOSCO, l'organizzazione internazionale che riunisce le commissioni che nei diversi paesi controllano i mercati finanziari (in Italia la Consob), del Financial Stability Board e di diversi altri enti sovranazionali.

Il 31 marzo 2022, l'ISSB ha pubblicato in consultazione (conclusa il 29 luglio 2022) una prima proposta (*exposure draft*) relativa a due principi, il primo dei quali, l'IFRS S1 relativo agli aspetti generali⁵⁶ ed il secondo, IFRS S2⁵⁷ specifico per il cambiamento climatico.

Sulla base di quanto attualmente dichiarato dall'IFRS Foundation, i principi dovrebbero essere emanati in forma definitiva entro il 30 giugno 2023, e sulla base di quanto deciso nella riunione straordinaria dell'ISSB del 4 aprile 2023, l'IFRS S2 dovrebbe essere applicato dall'esercizio con inizio a partire dal 1 gennaio 2024.

Gli standard IFRS intendono ampliare le raccomandazioni TCFD e includere gli SASB *standard*. Se le prime raccomandazioni sono già note, gli SASB standard meritano qualche considerazione in più.

Il SASB (Sustainability Accounting Standards Board) è stato fondato come organizzazione *no profit* indipendente nel 2011 per costruire degli *standard* comuni di rendicontazione in merito agli impatti finanziari sulle imprese dei temi di sostenibilità. Dopo l'integrazione con l'IIRC (*International Integrated Reporting Council*) che ha dato vita alla Value Reporting Foundation, sono stati emanati diversi documenti, tra cui gli SASB *standard*. Successivamente il 1 agosto 2022 la Value Reporting Foundation è stata integrata nell'IFRS

⁵⁶ IFRS Sustainability Disclosure Standard, Draft IFSR S1. *General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information*.

⁵⁷ IFRS Sustainability Disclosure Standard, Draft IFSR S2. *Climate-related Disclosures*.

Foundation che si è impegnata a sostenere gli SASB standard tanto da renderli parte integrante dell'IFRS S1 e, più in particolare, dell'IFRS S2.

Gli standard SASB, già adottati da numerose società a livello internazionale, identificano i più rilevanti temi di sostenibilità il cui impatto sulle *performance* di una società e sul suo profilo di rischio risulta più probabile.

L'approccio SASB è differente rispetto a quello, già più volte richiamato, del GRI che si concentra sull'impatto economico, ambientale e sociale di un'impresa, e quindi sui suoi contributi (positivi o negativi) allo sviluppo sostenibile. L'approccio SASB è, infatti, più pragmatico e ai fini della definizione delle informazioni rilevanti, si limita all'impatto finanziario ed alle informazioni utili al processo decisionale dei soggetti ai quali è principalmente rivolto ovvero agli investitori, in particolare quelli istituzionali.

Un ulteriore elemento che distingue gli SASB *standard* consiste nell'aver declinato una *disclosure* specifica per 77 settori industriali diversi compresi all'interno di 11 macro-settori,⁵⁸ evidenziando gli elementi differenziali per ciascuno di essi.

Gli SASB *standard* identificano cinque variabili fondamentali⁵⁹:

1. ambiente;
2. capitale sociale;
3. capitale umano;
4. *business model* e innovazione;
5. *leadership* e *governance*.

Ogni variabile viene declinata per rilevanza e ulteriormente dettagliata in 26 categorie (*issue category*).

Con specifico riferimento alla prima variabile, qui di maggiore interesse, tali categorie sono:

- emissioni di gas serra;
- qualità dell'aria;
- gestione dell'energia;
- gestione dell'acqua e delle acque reflue;
- gestione dei rifiuti e dei materiali pericolo;
- Impatti ecologici.

⁵⁸ Ad esempio, nel macro-settore *Infrastructure* sono compresi:

- *Electric Utilities & Power Generators*;
- *Engineering & Construction Services*;
- *Gas Utilities & Distributors*;
- *Home Builders*;
- *Real Estate*;
- *Real Estate Services*;
- *Waste Management*;
- *Water Utilities & Services*.

⁵⁹ Cfr. SASB, Documento di presentazione, *SEC AMAC ESG Subcommittee*, 17 ottobre 2020.

La successiva Figura 16 riporta la *materiality map* che individua le categorie applicabili per ogni settore. La figura si focalizza, a titolo esemplificativo sul macro-settore *Extractives & Minerals Processing* e sui diversi settori che lo compongono.

Per il settore specifico “*Electric Utilities & Power Generators*”, le categorie applicabili di *disclosure*, limitatamente alla variabile ambientale sono quattro:

- emissioni di gas serra;
- qualità dell’aria;
- gestione dell’acqua e delle acque reflue;
- gestione dei rifiuti e dei materiali pericolo.

Per il settore specifico “*Gas Utilities & Distributors*”, gli SASB standard non rilevano alcuna categoria di *disclosure* per la variabile ambientale.

		Consumer Goods	Extractives & Minerals Processing								Financials	Food & Beverage	Health Care	Infrastructure
Dimension	General Issue Category ¹	Click to expand	Coal Operations	Construction Materials	Iron & Steel Producers	Metals & Mining	Oil & Gas – Exploration & Production	Oil & Gas – Midstream	Oil & Gas – Refining & Marketing	Oil & Gas – Services	Click to expand	Click to expand	Click to expand	Click to expand
Environment	GHG Emissions													
	Air Quality													
	Energy Management													
	Water & Wastewater Management													
	Waste & Hazardous Materials Management													
Social Capital	Ecological Impacts													
	Human Rights & Community Relations													
	Customer Privacy													
	Data Security													
	Access & Affordability													
Human Capital	Product Quality & Safety													
	Customer Welfare													
	Selling Practices & Product Labeling													
	Labor Practices													
	Employee Health & Safety													
Business Model & Innovation	Employee Engagement, Diversity & Inclusion													
	Product Design & Lifecycle Management													
	Business Model Resilience													
	Supply Chain Management													
	Materials Sourcing & Efficiency													
Leadership & Governance	Physical Impacts of Climate Change													
	Business Ethics													
	Competitive Behavior													
	Management of the Legal & Regulatory Environment													
	Critical Incident Risk Management													
	Systemic Risk Management													

© 2018 The SASB Foundation. All Rights Reserved.

Figura 16. Materiality Map per il settore Extractives & Minerals Processing

L'IFRS S1

Passando ora all’esame dell’*exposure draft* dell’IFRS S1, l’obiettivo che si propone (paragrafo 1) è quello di richiedere ad una società (o ad un gruppo di imprese secondo le stesse regole seguite per il bilancio) di fornire informazioni circa i rischi e le opportunità legate alla sostenibilità che siano utili agli utilizzatori primari del bilancio quando stimano l’*enterprise value* e decidono se finanziare la società.

L’*enterprise value* di una società è inteso dalla teoria della finanza come la somma del valore di mercato del patrimonio netto (*equity value*) e dell’indebitamento netto e può essere stimato con differenti metodiche (tipicamente quelle fondate sui flussi attesi di risultato sulle quali il principio si diffonde maggiormente, quelle comparative di mercato e quelle

basate sull'informazione patrimoniale) ma in ogni caso gli aspetti che influiscono sul valore sono:

1. la redditività corrente;
2. le aspettative di redditività futura;
3. i rischi associati al manifestarsi di risultati futuri inferiori rispetto a quelli attesi.

Si comprende immediatamente come l'approccio culturale dell'ISSB sia molto diverso da quell'EFRAG specie per quanto attiene alla valutazione della rilevanza per la quale si rimanda all'impostazione generale degli IAS-IFRS e deve essere letta attraverso la lente dell'utilità dell'utilizzatore primario del bilancio. La matrice "finanziaria" dell'approccio ISSB trova del resto giustificazione nei suoi antecedenti di riferimento ovvero le raccomandazioni TCFD e gli SASB standard⁶⁰. Viene meno quindi il principio della doppia rilevanza come inteso dall'ESRS 1 ma anche dalla stessa CSRD.

In particolare, sul punto al paragrafo 56 si legge: "*sustainability-related financial information is material if omitting, misstating or obscuring that information could reasonably be expected to influence decisions that the primary users of general purpose financial reporting make on the basis of that reporting, which provides information about a specific reporting entity*".

La valutazione della rilevanza della *disclosure* di sostenibilità non si discosta dalla valutazione di ordine generale della rilevanza delle informazioni in bilancio (IAS 1 paragrafo 7) e riprende il primo aspetto del quale gli *standard setter* si sono occupati in merito alla disclosure di sostenibilità (cfr *supra*).

Più in dettaglio, il paragrafo 58 precisa che la rilevanza è specifica per ogni impresa e si basa sulla natura e sul peso degli aspetti ai quali l'informazione si riferisce; non vengono definite delle soglie quantitative di rilevanza che rimane lasciata alla discrezionalità del redattore del bilancio.

L'IFRS S1 (paragrafo 6) precisa che la *disclosure* è più ampia rispetto a quella già richiesta nell'ambito di applicazione del quadro concettuale (*Conceptual Framework*) dello IASB poiché deve includere:

1. la *governance* dei rischi e delle opportunità legati alla sostenibilità e le strategie per gestirli;
2. le decisioni prese che potrebbero avere un futuro impatto sui flussi finanziari e per le quali non è richiesta una *disclosure* in bilancio;
3. la reputazione, la *performance* e le prospettive che derivano dalle azioni intraprese dalla società, con riferimento alle persone ed all'ambiente, e gli impatti che si prevede avranno in futuro;
4. lo sviluppo di asset *knowledge-based*.

La *disclosure* deve essere oltre che rilevante anche veritiera e corretta, in questo replicando esattamente le caratteristiche qualitative fondamentali dell'informazioni che si ritrovano

⁶⁰ L'IFRS S1 rimanda esplicitamente agli SASB standard quale fonte addizionale per individuare i rischi e le opportunità legate ai temi di sostenibilità (paragrafo 51 lettera a e paragrafo 54)

nell'ESRS 1. L'utilità dell'informazione si incrementa se essa è comparabile, verificabile, tempestiva e comprensibile (paragrafo 36).

La *disclosure* deve essere coerente rispetto a quella dei periodi precedente e comparabile rispetto ad altre società.

La società, in applicazione dell'IFRS-S1, dovrà dunque fornire informazioni più ampie che riguardano i seguenti aspetti di ordine generale:

1. *la governance*, ovvero i processi, i controlli e le procedure di *governance* utilizzati per monitorare e gestire i rischi e le opportunità legati alla sostenibilità;
2. *la strategia*, ovvero l'approccio seguito per indirizzare i rischi e le opportunità legati alla sostenibilità che potrebbero influenzare il modello di business della società e la strategia di breve, di medio e lungo termine, includendo:
 - l'identificazione dei rischi e delle opportunità relativi alla sostenibilità;
 - la strategia e il processo decisionale;
 - la posizione finanziaria, la performance finanziaria e i flussi di cassa;
 - la resilienza;
3. *il risk management*, ovvero i processi che la società utilizza nell'identificazione, nella valutazione e nella gestione dei rischi relativi alla sostenibilità;
4. *le metriche e gli obiettivi*, ovvero le informazioni utilizzate nella valutazione, nella gestione e nel monitoraggio delle performance dell'entità in relazione ai rischi e alle opportunità sulla sostenibilità nel corso del tempo.

La proposta dell'ISSB stabilisce anche gli obiettivi per ciascuno degli aspetti sopra elencati e i requisiti di informativa per raggiungere tali obiettivi.

Non sarà sfuggito al lettore che i temi oggetto di trattazione secondo l'IFRS S1 richiamano fedelmente l'ormai nota impostazione a "cerchi concentrici" delle raccomandazioni TCFD che (cfr. *supra*).

L'informativa richiesta deve essere parte del fascicolo del bilancio ma la collocazione puntuale rimane discrezionale da parte della società (o del gruppo) a meno che normative nazionali non prevedano obblighi specifici⁶¹.

La frequenza della *disclosure* segue quella del bilancio di esercizio.

Completano l'IFRS S1 tre appendici, la prima delle quali riassume la terminologia adottata, la seconda riporta la data di prima applicazione, al momento fissata al 1 gennaio 2024 quanto meno per l'informativa relativa al cambiamento climatico ed infine la terza fornisce alcune linee-guida nell'identificazione delle caratteristiche generali delle informazioni (rilevanza, rappresentazione veritiera e corretta, comparabilità, verificabilità, tempestività e comprensibilità).

⁶¹ Il paragrafo 73 prevede la possibilità che le informazioni siano incluse nel *Management Commentary* se è parte integrante del fascicolo di bilancio mentre il successivo paragrafo 75 ritiene possibile anche l'inserimento delle informazioni come *cross-reference* integrandole nel corpo del bilancio a condizione che la disclosure sia completa e facilmente accessibile agli utilizzatori del bilancio.

L'IFRS S2

Dopo avere definito con l'IFRS S1 il *framework* generale per la rendicontazione di sostenibilità, l'ISSB dovrà emanare tutti gli *standard* specifici per i tre pilastri ESG. Ad ora, è stato emanato solamente l'IFRS S2 che riguarda il tema, qui oggetto di studio ovvero la "*Climate-related disclosure*". Analogamente all'IFRS S1, anche questo principio prevede una prima sezione contenente un questionario rivolto agli operatori in modo da indirizzare i commenti dei *draft* in consultazione sugli aspetti ritenuti più influenti.

L'obiettivo generale dell'IFRS S2 è chiarito al paragrafo 1 dove si richiede alle società (e ai gruppi) di fornire informazioni circa la loro esposizione ai rischi e alle opportunità legate al cambiamento climatico consentendo agli utilizzatori dell'informativa di:

1. valutare gli effetti dei rischi e delle opportunità sull'*enterprise value*;
2. comprendere come l'uso delle risorse, le attività svolte ed i risultati ottenuti supportino la risposta ai rischi e delle opportunità da parte della società e le relative strategie di gestione futura;
3. apprezzare l'abilità della società a adattare il suo modello di business, i piani pluriennali e le "*operations*" ai rilevanti rischi e opportunità legate al cambiamento climatico.

La parte fondamentale del principio riprende la metodologia generale di disclosure contenuta nell'IFRS S1 con riferimento alle quattro categorie principali: *governance*, strategia, *risk management* e metriche ed obiettivi.

Il principio è completato da tre appendici, la più importante delle quali è la B che dettaglia la *disclosure* per settore di attività, richiamando dove rilevanti gli *SASB standard* (paragrafi B10-12).

Partendo dalla prima categoria, quella della *governance*, l'IFRS S2 richiede alla società (o al gruppo) che venga fornita informazione in merito a:

1. l'organo collegiale o la persona all'interno dell'organo collegiale che ha responsabilità in merito ai rischi ed alle opportunità legate al clima, come esso si colloca all'interno della *governance* e come la società garantisce che possieda le competenze necessarie;
2. le modalità e la frequenza delle informazioni che pervengono all'organo (e ad eventuali comitati) preposto in merito ai rischi ed alle opportunità legate al clima;
3. come vengono considerati i rischi e le opportunità all'interno della strategia complessiva, nelle decisioni sulle principali operazioni e nelle politiche di *risk management*;
4. come l'organo preposto interviene nella fissazione dei *target* relativi ai rischi ed alle opportunità legate al clima e se e come essi sono inclusi nella remunerazione manageriale;
5. quale è il ruolo del *management* nella valutazione e nella gestione dei rischi e delle opportunità, specificando se si tratta di un ruolo specificando ed indicando il grado

di libertà che esso possiede rispetto all'organo responsabile per i rischi e le opportunità legate al clima.

Confrontando quanto precede con le raccomandazioni della TCFD in merito alla *governance* ne deriva che l'IFRS S2 si è, di fatto, occupato di tradurle in indicazioni operative⁶².

La *disclosure* ruota tutta intorno alla natura, alle competenze, all'attività svolta ed alla collocazione all'interno della *governance* dell'organo al quale la società ha attribuito la responsabilità specifica sui rischi e le opportunità legate al clima, con l'obiettivo di comprendere quale effettiva rilevanza, al più alto livello, la società ha attribuito a questi temi.

Le informazioni richieste in merito alla strategie (seconda categoria generale) riguardano:

1. *l'identificazione dei diversi rischi ed opportunità ritenuti rilevanti*. La società fornisce una descrizione di ciascun elemento individuato, indicando i tempi di impatto se già attuali o se attesi nel breve o nel medio-lungo termine, distinguendo i rischi di transizione da quelli fisici e per questi ultimi tra cronici ed acuti⁶³.
2. *l'effetto dei rischi e delle opportunità sul modello di business, sulla catena del valore*. Si richiede anche che venga fornita una informativa in merito agli effetti dei rischi e delle opportunità legati al clima sul modello di *business* in termini generali e sulla catena del valore in particolare, indicando dove tali effetti sono principalmente concentrati.
3. *l'impatto sulle strategie e sulle decisioni aziendali, includendo anche il piano di transizione*. In merito alla strategia aziendale, la società fornisce evidenza di come essa risponde ai temi legati al *climate change* e di come intende raggiungere gli obiettivi che si è prefissata. Più in dettaglio, la rendicontazione riguarda:
 - i cambiamenti adottati sul modello di *business* con particolare riferimento all'allocazione delle risorse ed agli sforzi di adattamento e di mitigazione sia diretti sia indiretti (ad esempio nei rapporti di filiera);

⁶² Le due raccomandazioni sono le seguenti:

- a. *Describe the board's oversight of climate-related risks and opportunities;*
- b. *Describe management's role in assessing and managing climate-related risks and opportunities.*

⁶³ Sul piano più operativo il riferimento è all'Appendice B che in particolare ai paragrafi B13 e B14 fornisce anche esempi applicativi quali quello riportato di seguito:

Example
An entity in the automobiles industry might review the requirements and determine that the disclosure topic on 'Fuel Economy and Use-phase Emissions' is relevant to its circumstances. The disclosure topic notes that 'the combustion of petroleum-based fuels by motor vehicles accounts for a significant share of greenhouse gas emissions that contribute to global climate change' and that 'more stringent emissions standards and changing consumer demands are driving the expansion of markets for electric vehicles and hybrids, as well as for conventional vehicles with high fuel efficiency.' Accordingly, the disclosure topic can be either a transition risk – if the entity is challenged to mitigate the risk of changing buyer preferences and adapt its business model – or a climate-related opportunity – if the entity innovates to meet or exceed regulatory standards and capture an increasing share of an evolving market.

- i target climatici nei termini di riduzione delle emissioni di gas serra e le modalità di previsto conseguimento;
 - indicazioni qualitative e quantitative in merito allo stato di avanzamento dei piani.
4. *l'effetto sulla posizione finanziaria netta, sulla performance e sulla generazione di cassa per l'esercizio chiuso e le previsioni per il breve e per il medio-lungo termine.* La disclosure relativa a questo punto è quella più tecnica su quelle voci di bilancio che hanno il maggior impatto sull'*enterprise value*. Essa riguarda:
- informazioni in merito ai rischi ed alle opportunità per le quali esiste un rischio rilevante che il valore delle attività e passività di bilancio debba essere rettificato;
 - quanto è probabile che le strategie di adattamento e mitigazione (anche per lo sfruttamento di opportunità) possano avere in futuro un effetto sulla posizione finanziaria netta in ragione degli investimenti attuati e da effettuare e delle relative forme di finanziamento;
 - quanto è probabile che le stesse strategie di cui al punto precedente impattino sui risultati della società (o del gruppo).

In caso la società non sia in grado di fornire informazioni quantitative, se ne dovranno indicare i motivi.

5. *la resilienza della strategia rispetto ai rischi climatici.* L'utilizzatore dell'informativa deve anche essere in grado di comprendere quanto la società è in grado di resistere a fronte di ulteriori cambiamenti climatici e dell'evolversi dei rischi e delle opportunità che si traducono in tre aspetti principali:
- la disponibilità e flessibilità delle risorse finanziarie per gestire i rischi e le opportunità ed eventualmente per trarne vantaggio;
 - la capacità di lavorare sugli asset esistenti;
 - gli effetti degli investimenti attuali e prospettici indirizzati alla resilienza climatica

Per fornire adeguate informazioni quantitative la società dovrà sviluppare delle analisi di scenario climatiche delle quali si dovranno descrivere in sintesi obiettivi, metodologia, orizzonte temporale, *input*, parametri e ipotesi utilizzati e i risultati conseguiti.

Anche per quanto attiene a questa categoria, è evidente l'obiettivo di dare più concreta attuazione alle raccomandazioni TCFD che sul tema sono tre:

1. *Describe the climate-related risks and opportunities the organization has identified over the short, medium, and long term;*
2. *Describe the impact of climate-related risks and opportunities on the organization's businesses, strategy, and financial planning;*
3. *Describe the resilience of the organization's strategy, taking into consideration different climate-related scenarios, including a 2°C or lower scenario.*

La terza categoria oggetto di *disclosure* riguarda il *risk management* e richiede di approfondire i processi che vengono adottati per l'identificazione, la "gerarchizzazione", il monitoraggio

e la gestione dei rischi e delle opportunità climatiche. Il paragrafo 26 lettere e) e f) richiede anche di fornire informativa in merito all'integrazione dei processi di risk management climatico all'interno del *risk management* complessivo⁶⁴.

Infine, l'ultima categoria che richiede *disclosure* è quella delle metriche e degli obiettivi.

In termini generali, la società può utilizzare sia metriche definite da fonti esterne⁶⁵ sia quelle sviluppate internamente purché coerenti con il proprio modello di *business*.

Per quanto attiene ai rischi ed alle opportunità legate al clima, saranno utilizzate:

1. metriche trasversali che riguardano tutti i settori:
 - *emissioni di gas serra*, con distinzione dello Scope 1, 2 e 3, espresse in tonnellate equivalenti di CO₂, secondo quanto previsto dal *Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard*⁶⁶, espresse in percentuale rispetto all'output misurato in unità fisiche o a valori economici, espresse distinguendo le emissioni dirette di gruppo da quelle delle società non consolidate (Scope 1 e 2), espresse distinguendo le diverse categorie e per posizionamento nella catena del valore (Scope 3)
 - il valore e l'incidenza percentuale degli asset o unità di business soggette al rischio di transizione, al rischio fisico oppure in grado di generare opportunità;
 - il valore degli investimenti, dei finanziamenti indirizzati verso i rischi e le opportunità legate al clima;
 - modalità di attuazione (ove prevista) dell'*internal carbon pricing*;
 - modalità di remunerazione manageriale se correlata ai temi climatici.
2. metriche di settore associate a temi di particolare criticità⁶⁷.

In merito al punto 2, si precisa che ove le metriche fossero sviluppate internamente da una società, l'IFRS S1 paragrafo 31 prevede che fornita *disclosure* in merito a come sono definite (ad esempio in percentuale o in valore assoluto), se sono state validate da un ente esterno e una spiegazione dei metodi utilizzati per calcolare i *target*.

Con riferimento a questi ultimi aspetti, la società deve fornire informazioni in merito:

1. alle metriche utilizzate per misurare il raggiungimento degli obiettivi;
2. agli specifici obiettivi che si è prefissa indicando se si tratta di obiettivi assoluti o relativi;

⁶⁴ La sezione dell'IFRS S2 dedicata al risk management è più succinta delle precedenti e replica senza sostanziali ampliamenti le tre raccomandazioni TCFD sul tema:

1. *Describe the organization's processes for identifying and assessing climate-related risks;*
2. *Describe the organization's processes for managing climate-related risks;*
3. *Describe how processes for identifying, assessing, and managing climate-related risks are integrated into the organization's overall risk management.*

⁶⁵ Il paragrafo 54 richiama esplicitamente le metriche desumibili dagli *SASB Standard* oltre ad altre fonti non direttamente applicabili alla *climate-related disclosure*.

⁶⁶ Il *Greenhouse Gas Protocol* è stato costituito per uniformare le metodologie di contabilizzazione delle emissioni di gas serra e ha pubblicato nel 2001 la prima edizione dei *Corporate Standard* ai quali l'IFRS S2 si riferisce.

⁶⁷ L'Appendice B paragrafo B15 fornisce indicazioni applicative in tal senso.

3. alla coerenza degli obiettivi con quelli indicati dagli accordi internazionali quali ad esempio gli Accordi di Parigi e la validazione di tale coerenza da enti terzi;
4. all'eventuale correlazione degli obiettivi con un approccio di decarbonizzazione;
5. all'orizzonte temporale di applicazione, al periodo-base a partire dal quale sono misurati e eventuali *milestone* intermedi.

Anche per le metriche e gli obiettivi vale la ormai chiara correlazione con le tre corrispondenti raccomandazioni TCFD sul punto:

1. *Disclose the metrics used by the organization to assess climaterelated risks and opportunities in line with its strategy and risk management process;*
2. *Disclose Scope 1, Scope 2, and, if appropriate, Scope 3 greenhouse gas (GHG) emissions, and the related risks;*
3. *Describe the targets used by the organization to manage climate-related risks and opportunities and performance against targets.*

L'analisi delle richieste da parte dell'IFRS Foundation porta immediatamente a comprendere come esse siano solo parzialmente convergenti con quelle della CSRD e degli ESRS. Inoltre, il richiamo incrociato ad altri *standard* contribuisce ad aumentare ulteriormente l'incertezza applicativa nei soggetti che sono chiamati ad applicare nel concreto le differenti richieste di informativa.

Il prossimo paragrafo che conclude il secondo capitolo è proprio riservato a comprendere i punti di vicinanza e di distanza tra le diverse fonti e quali sono le implicazioni che al momento ne derivano.

2.4.3 Un tentativo di sintesi

Dopo un lungo periodo nel quale la rendicontazione di sostenibilità e la definizione degli *standard* relativi è stata lasciata ad enti indipendenti (quali ad esempio il GRI) e la loro applicazione alla scelta volontaria delle imprese (ad esempio le raccomandazioni TCFD), la rincorsa da parte del legislatore comunitario e degli *standard setter* verso forme più o meno stringenti di obblighi è stata molto rapida nel corso del 2022 ed attualmente non può dirsi conclusa. Si è, nei fatti, generata una sorta di competizione tra l'Unione europea ed il suo consulente tecnico, l'EFRAG e l'IFRS Foundation per arrivare per primi alla definizione di una rendicontazione obbligatoria di sostenibilità, passando da una situazione attuale nella quale essa è limitata (la DNF per le imprese europee che rispettano i requisiti) o non esistente ad una prossima nella quale gli standard sono addirittura due diverse e sono solo in parte sovrapponibili tra di loro.

Entrambi i sistemi di rendicontazione sono stati pubblicati nel corso del 2022 ed in modo separato l'uno dall'altro, tuttavia sia l'EFRAG sia l'ISSB hanno dovuto prendere coscienza del sistema "alternativo" pur se con modalità diverse.

Nella *cover letter* che accompagna il *final draft* degli ESRS, l'EFRAG segnala come primo elemento di differenza rispetto al primo draft del marzo 2022 proprio l'allineamento con i principi ISSB e richiama l'adozione negli ESRS del modello a 4 categoria (Governance, Strategia, Risk Management e Metriche ed obiettivi) che, definito per la prima volta dalla TCFD, è l'asse portante degli IFRS *Sustainability Disclosure Standard*. Nello stesso documento, EFRAG sottolinea la stretta collaborazione con il GRI, i cui standard seguono, come si è visto, un approccio differente rispetto agli *SASB standard* che sono stati incorporati nei principi ISSB.

La seguente Figura 17 mostra la prima pagina della tabella contenuta nell'Appendice V del set documentale EFRAG che riconcilia gli ESRS e gli IFRS *standard*, fornendo una indicazione esemplificativa di quanto contenuto nel documento.

La prima colonna riporta le richieste degli IFRS standard, la seconda quelle degli ESRS e la terza dettaglia le differenze che emergono tra le due richieste di informativa.

IFRS S1	ESRS 1 / ESRS 2	Comparison IFRS S1 VS ESRS 1 and 2
Objective 1. The objective of [draft] IFRS S1 General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information is to require an entity to disclose information about its significant sustainability-related risks and opportunities that is useful to the primary users of general purpose financial reporting when they assess enterprise value and decide whether to provide resources to the entity. Note: on the basis of the ISSB tentative deliberations the final version of IFRS S1 will not refer anymore to enterprise value.	ESRS 1 § 1: The objective of this [draft] Standard is to set out the general requirements that undertakings shall comply with when preparing and presenting sustainability-related information under the Accounting Directive as amended by the Corporate Sustainability Reporting Directive (CSRD). ESRS 1 § 2.2: The information shall enable the understanding of the undertaking's impacts on those matters and how they affect the undertaking's development, performance and position. ESRS 2 § 1: This [draft] ESRS sets out the disclosure requirements that apply to all undertakings regardless of their sector of activity (i.e., sector agnostic) and apply across sustainability topics (i.e., cross-cutting). This [draft] ESRS covers the reporting areas defined in [draft] ESRS 1 General requirements section 1.2 Cross-Cutting Standards and reporting areas.	Both standards set the general principles to be followed in the preparation of sustainability reports. IFRS S1 and ESRS 1 both focus on sustainability-related risks and opportunities. In ESRS S1 and S2 the dimension of impacts is explicit, while in IFRS S1 it is implicitly considered as a source of risks and opportunities. ESRS 1 refers to a broader group of stakeholders (reflecting the principle of double materiality); the IFRS S1 primary users are included in the broader definition of stakeholders in ESRS 1.
2. A reporting entity shall disclose material information about all of the significant sustainability-related risks and opportunities to which it is exposed. The assessment of materiality shall be made in the context of the information necessary for users of general purpose financial reporting to assess enterprise value.	ESRS 1, chapter 1.1. Complying with Draft ESRS and Chapter 3 Double materiality as the basis for sustainability disclosures ESRS 1 § 1: The undertaking shall disclose, in accordance with applicable [draft] European Sustainability Reporting Standards (ESRS), all the material information regarding impacts, risks and opportunities in relation to environmental, social, and governance matters. ESRS 1 § 25: The undertaking shall report on sustainability matters based on the double materiality principle as defined and explained in this chapter.	Materiality is based on financial materiality for IFRS and double materiality for ESRS.
3. An entity's general purpose financial reporting shall include a complete, neutral and accurate depiction of its sustainability-related financial information.	ESRS 1 chapter 2 Qualitative characteristics of information ESRS 1 § 23: When preparing its sustainability statements, the undertaking shall apply:	ESRS 1 has incorporated the text of IFRS S1 on qualitative characteristics of information (plus additions to cover the impact materiality perspective).

Figura 17. EFRAG, *Draft European Sustainability Reporting Standards. Appendice V – IFRS Sustainability Standards and ESRS reconciliation table*

Dal canto suo, ISSB ha approvato alcune modifiche, durante la riunione del 16 febbraio 2023⁶⁸, all'IFRS S1 (in bozza) prevedendo la possibilità che la società (o il gruppo) possano fare riferimento nell'identificazione dei rischi e delle opportunità climatiche sia agli ESRS sia ai *GRI standard* (ora esplicitamente richiamati) ma che solamente gli standard SASB siano da ritenere vincolanti.

⁶⁸ Cfr. *IFRS Sustainability, ISSB Meeting, Staff paper 3 A, february 2023*.

Se è vero che sia gli ESRS sia gli IFRS *standard* prendono le mosse da un obiettivo comune ed entrambi traggono il modello di base dallo schema a 4 categorie della TCFD e ne riprendono molti temi⁶⁹, permangono alcune differenze significative di fondo tra i due *standard* e molti disallineamenti su singoli punti.

La principale di esse che si ritrova anche nella Figura __, è relativa all'identificazione delle informazioni rilevanti. Nell'approccio CSRD-EFRAG essa è intesa come "doppia rilevanza" ai sensi della quale un'informativa è rilevante se tale è l'impatto (effettivo o potenziale) dell'impresa sulle persone o sull'ambiente (in generale sugli *stakeholder*), sui risultati dell'impresa ovvero una combinazione delle due; al contrario nell'approccio IFRS, in linea con la definizione che si ritrova negli IFRS, la rilevanza dell'informazione si limita all'interesse degli utilizzatori primari delle informazioni fornite con il bilancio (quali, ad esempio, investitori e creditori) e su come ci si possa ragionevolmente attendere che le informazioni influiscano sulla valutazione di questi del valore dell'impresa e, quindi, sulle scelte di investimento o di disinvestimento.

È, dunque, evidente che il concetto di rilevanza adottato dall'EFRAG è più ampio rispetto a quello adottato dall'ISSB e richiede alla società (o al gruppo) di adottare un giudizio significativo ulteriore per determinare quali aspetti dovrebbero essere presentati nell'informativa poiché rilevanti nella prospettiva dell'impatto. Si nota, però, che anche le proposte dell'ISSB richiedono alla società, una più ampia informativa rispetto a quella "tradizionale" di bilancio, dovendo comunque rappresentare i rischi ed opportunità legati al cambiamento climatico che impattano sull'*enterprise value*⁷⁰.

Rispetto a quanto previsto attualmente per la redazione della DNF, si nota che l'art. 3.1 degli Orientamenti sulla comunicazione di informazioni di carattere non finanziario (cfr *supra*) del 2017 (cosiddette Linee Guida 2017) recita al sesto paragrafo: "*l'impatto delle attività di un'impresa costituisce una considerazione pertinente quando si effettuano comunicazioni di informazioni di carattere non finanziario. Le ripercussioni interessate possono essere positive o negative e le divulgazioni rilevanti dovrebbero trattare entrambe in maniera chiara ed equilibrata. Una dichiarazione di carattere non finanziario dovrebbe fornire una rappresentazione veritiera e corretta delle informazioni dell'impresa necessarie per le parti interessate pertinenti*".

Per quanto le Linee Guida non abbiano carattere vincolante, è frequente che nelle DNF si faccia riferimento anche all'impatto sugli *stakeholder* per la selezione delle informazioni rilevanti (cosiddetta matrice di doppia rilevanza cfr *supra*). Ne deriva che per le società (o i gruppi) che oggi redigono la DNF seguendo le linee guida, il cambiamento non dovrebbe essere così rilevante mentre per le società che non le seguono o che non redigono la DNF ma saranno obbligate ad applicare gli ESRS o gli IFRS *standard*, questo punto può essere critico.

Una seconda differenza di rilievo è relativa all'incidenza della *disclosure* legata alla catena del valore che risulta molto "pesante" negli ESRS e, suppur presente, più leggera negli IFRS *standard*.

⁶⁹ Ad esempio, entrambi gli *standard* prevedono una analisi di scenario per misurare la resilienza della strategia (ESRS E1, AR 10-13 e IFRS S2 paragrafo 15)

⁷⁰ Cfr. G. Ramenghi, *Informativa di sostenibilità: IFRS ed EFRAG a confronto*, IPSOA quotidiano, 2 novembre 2022

È plausibile che siano proprio tali obblighi quelli sui quali si interverrà maggiormente in sede di redazione dei principi definitivi, a motivo delle rilevanti difficoltà operative e dell'onerosità dell'informazione, per cui un giudizio definitivo potrà essere espresso solo quando si disporrà dei documenti definitivi.

Infine, una ulteriore differenza di ordine generale riguarda dove collocare l'informativa all'interno del fascicolo di bilancio. Gli ESRS, o meglio la CSRD, richiede alla società (o al gruppo) di riportare l'informativa di sostenibilità nella propria relazione sulla gestione mentre gli IFRS consentono maggiore libertà, potendo riportare le informazioni nella relazione di gestione oppure come riferimenti incrociati nei diversi documenti (ad esempio come ulteriore informativa nelle note).

Infine, è necessario un approfondimento sul tema centrale della *disclosure* con riferimento ai temi inerenti il clima, le emissioni di gas serra.

La Figura 18 riporta le differenze esistenti tra l'approccio EFRAG e quello ISSB, come indicate dalla già citata Appendice V EFRAG.

Analizzando nel complesso le richieste di informativa non appaiono grosse differenze tra i due approcci tuttavia alcune sono ravvisabili.

La prima e più evidente è che l'ESRS E1 richiede che venga esplicitato il rapporto tra emissioni e ricavi, non presente in IFRS S2.

L'EFRAG inoltre richiede che le imprese indichino separatamente le emissioni aggregate di Scope 1 e Scope 2 in tonnellate di CO₂, con l'impatto delle compensazioni acquistate o generate escluso dai calcoli e indicato a parte mentre l'ISSB non prevede questa distinzione.

Entrambi gli standard richiedono maggiori informazioni rispetto a quelle attuali in merito allo Scope 3, aspetto molto critico dal punto di vista operativo⁷¹.

Ulteriori richieste informative da EFRAG riguardano maggiori dettagli relativi alle emissioni oltre ai riferimenti alla Tassonomia degli investimenti sostenibili che manca negli IFRS *standard*.

Infine, EFRAG richiede un maggior grado di dettaglio nella *disclosure* dei target di riduzione delle emissioni.

Rispetto agli attuali modelli di *disclosure* previsti per la DNF, si nota infine che gli orientamenti della Commissione Europea, aggiornati nel 2019 per tenere conto delle raccomandazioni TCFD, prevedono in merito alla rendicontazione delle emissioni di gas serra (punto 3.5) una informativa molto più contenuta rispetto a quella prevista dai nuovi *standard* (anche tenendo conto di tutti gli orientamenti complementari), specie rispetto all'approccio EFRAG. Su questo punto, sarà quindi necessario, per molte società, un rilevante passo in avanti.

In conclusione, di questo capitolo, non si può non apprezzare il grande sforzo che il legislatore comunitario e gli *standard setter* hanno fatto e stanno ancora facendo per colmare la carenza di informativa su aspetti così critici come quelli legati alla sostenibilità in generale ed al cambiamento climatico in particolare.

⁷¹ Secondo Cerved solo nel 55% del reporting a livello internazionale vengono fornite informazioni in merito alle emissioni Scope 3 (Cfr. Cerved Rating Agency, ESG Connect, ottobre 2022, pagina 48).

EXPOSURE DRAFT IFRS S2 CLIMATE-RELATED DISCLOSURES	ESRS E1	Comparison IFRS S2 versus ESRS E1
METRICS AND TARGETS		
Based on Exposure Draft IFRS S2 Climate-related Disclosures §20		All IFRS S2 disclosures are covered in ESRS.
(a) [cross-industry metrics §21		Temporary difference on sectoral approach: Sector-specific standards to be developed at a later stage but ESRS 1 §133 b) allows the use of Appendix B of IFRS S2 (industry-specific)
§21 (a): GHG emissions- the entity shall disclose: (i) absolute gross GHG emissions generated during the reporting period, measured in accordance with the Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard, expressed as metric tonnes of CO2 equivalent, classified as: (1) Scope 1, (2) Scope 2, (3) Scope 3 emissions; (ii) GHG emissions intensity for each scope in §21 (a)(i)(1)-(3) (iii) for Scope 1 and Scope 2 emissions, separate disclosure for: (1) the consolidated accounting group (the parent and its subsidiaries); (2) associates, joint ventures, unconsolidated subsidiaries or affiliates; (iv) the approach used to include emissions for the entities included in §21 (a)(iii)(1) (for example, the equity share or operational control method in the Greenhouse Gas Protocol Corporate Standard); (v) the reason(s) for the entity's choice of approach in §21 (a)(iv) and how that relates to the disclosure objective in paragraph 19; (vi) for Scope 3 emissions disclosed in §21 (a)(i)(3): (1) an entity shall include upstream and downstream emissions in its measure of Scope 3 emissions; (2) an entity shall disclose the categories included within its measure of Scope 3 emissions, to enable users of general purpose financial reporting to understand which Scope 3 emissions have been included in, or excluded from, those reported; (3) when the entity's measure of Scope 3 emissions includes information provided by entities in its value chain, it shall explain the basis for that measurement; (4) if the entity excludes those greenhouse gas emissions in paragraph 21(a)(vi)(3), it shall state the reason	→ ESRS E1-6 §43 to 49 and related AR37 to 48	Additions in ESRS E1 are: - Energy consumption and mix and energy intensity per revenue required by SFDR - More details on GHG emissions (share of Scope 1 emissions under EU ETS, Scope 2 emissions in market-based and location-based, distinction between removals and carbon credits) - Clarification on reporting boundaries (operational control approach required by ESRS E1) - More details and examples on potential financial effects from physical and transition risks - Taxonomy-alignment ratios (Green Turnover) and more details on opportunities (cost savings and market size for low carbon products and services) - Compatibility between internal carbon prices and those used in financial statements and financial planning; location difference between Governance (ESRS) and Metrics (IFRS S2) - Specific target on GHG emission reduction and remuneration tied to this target in ESRS - Distinction of three levels of targets: general climate-related targets, GHG emission reduction targets, and net zero targets and other neutrality claims

EXPOSURE DRAFT IFRS S2 CLIMATE-RELATED DISCLOSURES	ESRS E1	Comparison IFRS S2 versus ESRS E1
METRICS AND TARGETS		
for omitting them, for example, because it is unable to obtain a faithful measure;		- Scope of the target specified - Target values aligned with 2030 and 2050 and preferably set over five years intervals - Targets presented by decarbonisation levers - Use of carbon offsets excluded from GHG emission reduction targets (only included in net zero targets under specific conditions) - Pathways to net zero presentation with a reference target value aligned with 1.5°C scenario
§21 (b): transition risks — the amount and percentage of assets or business activities vulnerable to transition risks;	→ ESRS E1-9 §65 and related AR69 to 73	
§21 (c): physical risks—the amount and percentage of assets or business activities vulnerable to physical risks;	→ ESRS E1-9 §64 and related AR66 to 68	
§21 (d): climate-related opportunities—the amount and percentage of assets or business activities aligned with climate-related opportunities;	→ ESRS E1-9 §67 and related AR77 and 78	
§21 (e): capital deployment—the amount of capital expenditure, financing or investment deployed towards climate-related risks and opportunities;	→ ESRS E1-3 §27 c) and related AR 19 and 20 → Taxonomy Green CapEx	
§21 (f): internal carbon prices: (i) the price for each metric tonne of GHG emissions that the entity uses to assess the costs of its emissions; (ii) an explanation of how the entity is applying the carbon price in decision-making;	→ ESRS E1-8 §60 and related AR61	
§21 (g): remuneration: (i) the percentage of executive management remuneration recognised in the current period that is linked to climate-related considerations;	→ ESRS 2 GOV 3 §27 → ESRS E1 GOV 3 §12	

Figura 18. Differenze relative alle informazioni da fornire circa le emissioni di gas serra tra l'approccio EFRAG e quello ISSB. Fonte: EFRAG, Draft European Sustainability Reporting Standards. Appendice V – IFRS Sustainability Standards and ESRS reconciliation table

L'incremento della qualità e della quantità delle informazioni rispetto all'attuale DNF è innegabile, tuttavia, è necessario che il periodo di transizione sia adeguato alle dimensioni ed all'attività svolta delle società (o dei gruppi) che dovranno fornire l'informativa.

Ugualmente pare opportuno che sia rivisto il rapporto costi-benefici che rispetto ad alcuni punti pare sbilanciato a favore dei primi, generando l'esigenza di una rimodulazione di alcuni obblighi informativi.

È, infine, auspicabile che si possa rapidamente pervenire alla definizione di uno standard comune che non costringa le società europee ad una sorta di doppia rendicontazione per soddisfare sia la CSRD o meglio le normative nazionali che la recepiranno, sia gli standard ISSB che dovranno essere comunque adottati, quanto meno in via differenziale, in quanto esse applicano gli IFRS. Al momento, al di là delle dichiarazioni di intenti, le differenze sono molte e non è affatto certo che quando gli *standard* saranno applicati per la prima volta (per le imprese quotate maggiori probabilmente nel 2024) saranno state colmate.

L'assenza di uno *standard* condiviso rischia di minare anche uno dei principali obiettivi della rendicontazione di sostenibilità ovvero fornire al mercato finanziario ma anche a tutti gli altri stakeholder informazioni complete e comparabili su base internazionale. Se infatti la domanda di prodotti di "finanza sostenibile" è costantemente crescente, l'offerta soffre ancora di numerosi problemi, tra i quali, come si esaminerà nel prossimo paragrafo, la scarsa correlazione dei rating ESG che dipende in modo non marginale dalla qualità della *disclosure*.

La prima edizione del presente Rapporto conteneva un'ampia sezione (capitolo 3) dedicata ai possibili impatti dei rischi e delle opportunità derivanti dal clima sul valore di bilancio delle immobilizzazioni ed essa tuttora si rimanda non essendo intervenuti cambiamenti che richiedono ulteriori approfondimenti. Ci si limita a notare che sia l'approccio EFRAG sia quello ISSB richiedono di identificare le attività e le passività di bilancio per i quali si ritiene che i temi legati al *climate change* possano influenzare il valore e di indicare il peso in percentuale sul totale.

3. Finanza, sostenibilità e cambiamento climatico: il mercato del debito

Tra gli attori che maggiormente hanno influito sulle maggiori richieste di *disclosure* di sostenibilità alle imprese figurano gli investitori istituzionali e la finanza "green" rappresenta sicuramente uno dei comparti all'interno del mercato finanziario in maggior crescita e con più capacità di attrarre la domanda di investimenti.

La lettura dei maggiori obblighi descritti nel capitolo precedente, quale che ne sarà l'esito finale, non deve essere letta solamente in chiave negativa da parte delle imprese come un ulteriore (e peraltro non trascurabile) adempimento ma anche come una rilevante opportunità di accedere a nuove forme di finanziamento.

Nella prima edizione di questo Rapporto si erano lette le maggiori richieste di rendicontazione di sostenibilità da parte del mercato finanziario come figlie della preoccupazione che nei modelli valutativi in uso "mancasse qualcosa" ovvero non fossero adeguatamente apprezzati i fattori di rischio derivanti da comportamenti non sostenibili nel medio (e talvolta anche nel breve) termine da parte delle imprese. Le raccomandazioni

TCFD nascono proprio dal tentativo di evitare un “brusco risveglio” e che il *re-pricing* che ne deriverebbe possa generare una forte instabilità sui mercati finanziari⁷². Preoccupazione, questa, che pare tuttora avere il legislatore comunitario ove si consideri che gli obblighi derivanti dal CSRD sono estesi a tutte le PMI quotate.

Pur rimanendo l'esigenza di una più completa mappatura dei rischi derivanti dai temi di sostenibilità ed in particolare quelli legati al rischio climatico che innegabilmente hanno fatto “da traino” anche gli altri pilastri ESG, sono sempre più evidenti le opportunità che il mercato finanziario fornisce a quelle imprese che sono in grado di dimostrare il loro comportamento sostenibile.

Sebbene molte evidenze dimostrino che la domanda di investimenti sostenibili in *equity* sia esso *public* e quindi riferito a società quotate sia esso *private* ovvero legato all'operatività dei fondi specializzati sia in crescita, questo capitolo si focalizza sul mercato del debito che costituisce un segmento più sviluppato e più percorribile per una molteplicità di società, non necessariamente di grande dimensione.

Verranno approfonditi tre aspetti in particolare:

1. Le diverse tipologie di emissioni obbligazionarie legate ai temi di sostenibilità;
2. Il rating ESG e le differenze che tuttora si riscontrano tra le diverse agenzie emittenti;
3. Le prime indicazioni al sistema bancario dovrà seguire per limitare l'esposizione ai rischi di sostenibilità.

3.1 Il mercato del debito “sostenibile”

Gli economisti finanziari stanno da tempo discutendo se le strategie delle imprese orientate alla sostenibilità siano in grado di creare valore anche per gli azionisti. Il tema è contrastato perché se da un lato emergono numerosi studi che evidenziano una correlazione positiva tra valore e performance ESG dall'altro lato altri studiosi sottolineano che la creazione di valore deriva dall'eccellenza complessiva dell'impresa, della quale l'attenzione alla sostenibilità, per quanto rilevante possa essere, è solo una delle componenti che spiegano la *performance*.

I contrasti in letteratura sono facilmente comprensibili alla luce della effettiva difficoltà a costruire delle relazioni di causalità su temi spesso sfuggitivi anche a causa della limitata *disclosure* alla quale le nuove norme porranno rimedio (ci si augura) in futuro.

Nell'attesa di disporre di maggiori evidenze, gli studiosi sono più concordi nel ritenere che l'accesso a forme di finanziamento legate alla performance di sostenibilità possa ridurre il costo del debito e quindi avere attraverso il costo medio ponderato del capitale (WACC), un effetto positivo sul valore.

Pare quindi opportuno un approfondimento sulle opportunità del mercato del debito sostenibile per comprendere quanto tale posizione sia condivisibile.

La successiva Figura 19 a riporta l'andamento delle emissioni di *bond* sostenibili fino al 2021 mentre la Figura 19 b si focalizza sul confronto mensile tra 2021 e 2022.

⁷² Nella prima edizione del presente Rapporto veniva riportata una tavola tratta da un lavoro di EIOPA, *Sensitivity analysis of climate-change related transition risks*, dicembre 2020 che mostrava che, a seguito dell'ipotizzato *re-pricing*, le perdite negli investimenti azionari nelle *high carbon industry* potrebbero raggiungere anche il 25%.

)

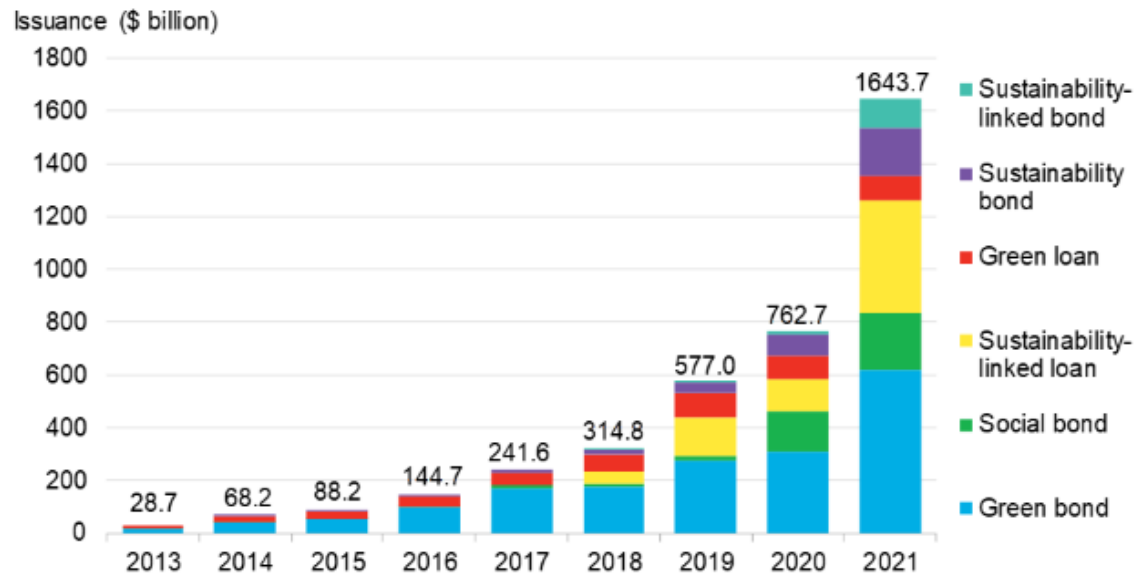


Figura 19 a. Emissioni di bond sostenibili a livello internazionale (2013-2021). Fonte: BloombergNEF

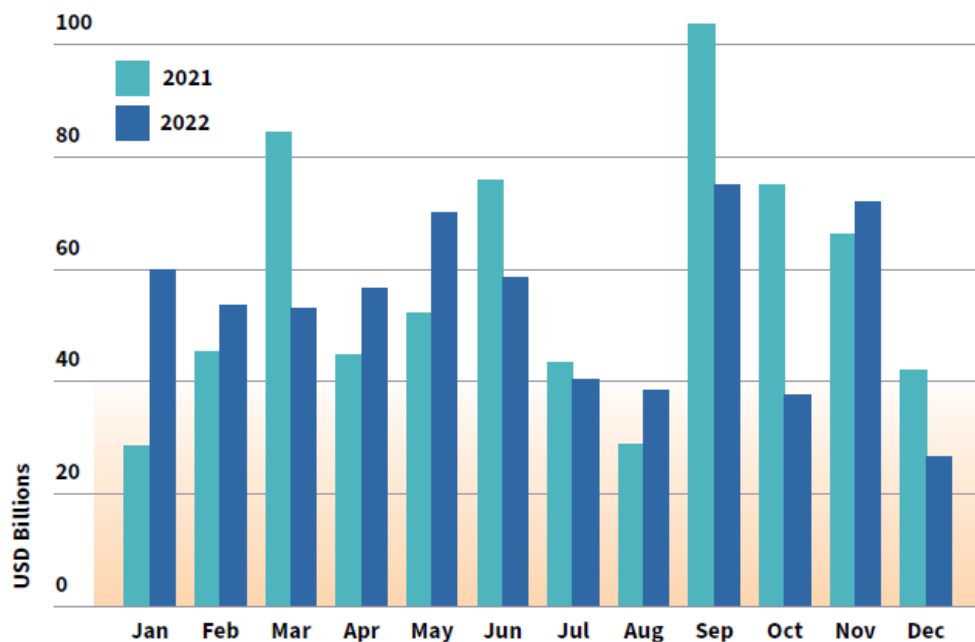


Figura 19 b. Emissioni di bond sostenibili a livello internazionale 2022/2021. Fonte: Climate Bond Standard, Green Bond Pricing in the Primary Market, July-December 2022

La Figura 19 a. non necessita di commenti. La crescita del mercato dalle prime pionieristiche emissioni del 2013 ⁷³è stata travolgente fino al 2021 che è stato l'anno di vera e propria esplosione di questo strumento con un controvalore del capitale raccolto più che

⁷³ Le emissioni conoscono un significativo sviluppo a partire dal 2014 quando l'International Capital Market Association (ICMA), l'associazione che rappresenta tutti i partecipanti ai mercati dei capitali ha definito i primi standard per il processo di emissione delle obbligazioni green.

raddoppiato rispetto al 2020. Il 2022 (Figura 19 b.) è stato un anno di consolidamento che pur con una lieve decrescita ha confermato l'interesse sia della domanda sia dell'offerta di questa tipologia di strumento.

L'analisi dei dati consente anche di apprezzare la crescente segmentazione del mercato in diverse tipologie di prodotti.

Possono essere individuate tre differenti tipologie di strumenti che si possono applicare sia alle obbligazioni (*bond*) sia ai finanziamenti (*loan*):

1. strumenti basati sull'utilizzo delle risorse raccolte per specifici progetti;
2. strumenti con indicizzazione alla *performance*;
3. finanza *solidarity-based*.

All'interno della prima categoria rientrano i *Green, social e sustainability bond e loan* che prevedono che l'utilizzo delle risorse raccolte sia obbligatoriamente indirizzato a iniziative, progetti ed investimenti con un impatto positivo sull'ambiente (*green*) e sulla società (*social*). Questi strumenti prevedono che il processo di selezione dei progetti e di allocazione delle risorse sia descritto nel modo più trasparente possibile e che la rendicontazione degli impatti effettivi sia ben documentata da parte dell'ente emittente. La Figura 19 a. mostra che questo strumento copre circa la metà della raccolta complessiva di fondi nel 2021.

La seconda categoria è costituita dai *bond e loan sustainability linked* che prevedono la possibilità che una o più delle caratteristiche dello strumento (tasso di interesse, modalità di rimborso) varino in ragione dei risultati ottenuti rispetto ai *target* prefissati su temi di sostenibilità. In questo caso non vi sono limitazioni nell'uso delle risorse raccolte che può essere destinato alla diverse finalità ritenute opportune dalla società. Il legame di questi strumenti con i risultati ESG è diretto e naturalmente richiede una chiara definizione degli obiettivi iniziali ed una ampia *disclosure* dei risultati conseguiti e dell'analisi degli scostamenti che eventualmente si fossero verificati. Nel 2021 è evidente la crescita dei *sustainability linked bond*, che praticamente assenti fino al 2020, hanno raccolto quasi 150 miliardi di dollari.

Infine, l'ultima categoria contiene strumenti che prevedono che le parti coinvolte nel *bond* o nel *loan* si accordino per rinunciare ad un parte dell'importo complessivo a favore di un ente benefico o di uno schema di compensazione ambientale (*cfr supra*). Tale importo può essere legato ad uno o più parametri di sostenibilità oppure inizialmente predefinito. Questo strumento è il meno diffuso sul mercato, data la sua particolare struttura *donation-based*.

Gli enti emittenti sono tipicamente istituzioni finanziarie, imprese ed enti pubblici⁷⁴ con una percentuale variabile nel tempo che vede però la quota di mercato delle imprese crescere nel tempo, tanto che nel 2021 è arrivata al 39% del valore complessivamente emesso⁷⁵.

Correlando società emittenti e strumenti prescelti, si può notare che le istituzioni finanziarie e le imprese *high-carbon* (ad esempio in Italia SNAM nel 2019) si sono maggiormente

⁷⁴ Alla data di stesura del presente rapporto lo stato italiano ha in corso la terza emissione di BTP green per il quale la domanda è stata di euro 52,8 miliardi a fronte di una offerta di titoli per euro 10 miliardi, ad indicazione dell'apprezzamento del mercato per questi strumenti (Il Sole 24 Ore, 5 aprile 2023). Si consideri inoltre che l'Unione Europea è fino ad ora il maggiore emittente di *green e sustainability bond*.

⁷⁵ Cfr Dealogic e Credit Agricole, dicembre 2022.

orientate verso i primi strumenti mentre la crescita recente dei *sustainability linked bond* è stata trainata da emissioni corporate di imprese appartenenti a settori molto diversificati (ad esempio Novartis, H&M, Chanel e in Italia ENEL⁷⁶, OVS).

Se i costi di transazione in questa tipologia di emissioni possono incrementarsi per il maggior numero di soggetti coinvolti, tipicamente per le certificazioni ed *assurance* di sostenibilità, essi appaiono bilanciati dalla presenza del fenomeno noto come “*greenium*” unione dei termini “*green*” e “*premium*” che indica la disponibilità da parte degli investitori a riconoscere un prezzo più elevato per un’obbligazione sostenibile e quindi consente agli emittenti di finanziarsi a prezzi più bassi⁷⁷. Sulla base dei dati elaborati da Climate Bonds Initiative relativamente ad un campione di 46 emissioni nel periodo 2019-2021 il *greenium* rispetto ad una emissione equivalente tradizionale era presente in 27 casi (59%)⁷⁸. Più controversa è la misurazione del premio in punti base (bps): la citata ricerca del Climate Bonds Initiative ritiene che la differenza sia pari a 2-3 bps mentre alcune banche d’investimento, analizzando dati riferiti al mercato secondario, ritengono che possa attestarsi tra i 5 e i 6bps.

Per quanto il risparmio possa apparire irrisorio, su emissioni di rilevante ammontare può essere sicuramente significativo⁷⁹.

Se l’esistenza del *greenium* appare supportata da evidenze empiriche vi è comunque da chiedersi se questa situazione potrà mantenersi nel tempo e quindi quando potrà essere sfruttata da future emissioni.

Un primo spunto di riflessione riguarda l’entità della domanda di prodotti finanziari sostenibili che nel corso degli ultimi anni, come emerge dai dati mostrati, è stata particolarmente elevata. Perché il premio possa mantenersi sui livelli attuali è necessario che anche la domanda rimanga sui livelli attuali, pur in presenza di un continuo incremento dell’offerta di nuovi strumenti immessi sul mercato che tenderebbe invece a ridurre il *greenium*. Su questo equilibrio gioca anche un ulteriore fattore: molti investitori, tipicamente fondi, si sono impegnati a trattenere una percentuale minima di strumenti sostenibili, sicché una parte rilevante dei titoli emessi non viene, di fatto, negoziata contribuendo ad incrementare il prezzo dei titoli sostenibili e quindi a ridurre il rendimento rispetto ad un titolo equivalente tradizionale. Si nota però che il premio è più alto nei settori con minori emissioni mentre tende a scendere nel settore bancario e nelle *utilities*, il che porterebbe a pensare che il futuro incremento di emissioni potrebbe deprimere il premio; inoltre, il mercato cinese non conosce alcun premio. Secondo gli studiosi e gli operatori ciò dipende dalla possibilità per gli emittenti cinesi di utilizzare fino al 50% dei fondi raccolti per attività diverse mentre gli standard ICMA limitano tale percentuale al 5%.

⁷⁶ ENEL in particolare è il primo emittente con ben 31 tranches emesse a partire dal 1 gennaio 2014 e fino a novembre 2022 e nel 2019 ha emesso il primo Sustainability Linked Bond a livello internazionale.

⁷⁷ Per quanto il *greenium* sia ravvisabile sul mercato secondario, esso influenza anche le nuove emissioni in quanto fissa il prezzo di riferimento di mercato. Sul mercato primario, il *greenium* può essere anche ravvisato nel maggior tre rapporto tra domanda di strumenti finanziari proveniente dagli investitori e dall’offerta di titoli sostenibili rispetto ad un equivalente tradizionale (*oversubscription ratio*). Secondo Climate Bonds Initiative, op. cit. pag. 4 il rapporto è 3,6 volte contro 3,0.

Si ritiene che le emissioni sostenibili consentano di ridurre anche il premio richiesto ai nuovi emittenti di titoli⁷⁷.

⁷⁸ Climate Bonds Initiative, op. cit. pag.4

⁷⁹ Un punto percentuale equivale a 100 punti base sicché un risparmio di 5bps per una emissione da 500 milioni di euro porterebbe per l’emittente ad un risparmio di interessi per euro 250.000 annui.

In sintesi, se allo stato attuale appare legittimo ritenere che le emissioni sostenibili continueranno ad avere una maggiore facilità nel collocamento sul mercato dei nuovi strumenti, non vi è certezza che l'attuale vantaggio in termini di costo della raccolta di cui godono i prodotti sostenibili possa continuare ad esistere in futuro. Certamente la qualità del sottostante nei termini di progetti ed emittenti effettivamente sostenibili avrà un ruolo fondamentale.

3.1.1 Un focus sui Sustainability-linked bond (SLB)

La descrizione generale del mercato del debito sostenibile ha mostrato una crescente segmentazione che si indirizza su due grandi famiglie, le emissioni orientate a progetti specifici e quelle indicizzati ai parametri di performance ESG.

La prima famiglia di strumenti è ormai consolidata e funziona in presenza di progetti ben definiti e separabili, con un chiaro obiettivo da raggiungere e con rilevanti investimenti da effettuare. Molti interventi legati alla transizione, ad esempio di mitigazione e adattamento al cambiamento climatico, possono rientrare in questo schema⁸⁰.

Nelle situazioni in cui le risorse devono soddisfare un fabbisogno più ampio e meno circoscritto ma pur sempre legato all'incremento della performance ESG in generale, e ad interventi legati ai temi del clima più in particolare, potrebbe essere difficile costruire uno strumento finalizzato.

Per questo motivo, i *sustainability-linked bond (SLB)* hanno goduto di un crescente successo, favorito anche dalla definizione, nel 2020, da parte dell'ICMA delle linee guida per l'emissione degli SLB che sono rapidamente diventati lo standard di mercato. Non è difficile pronosticare che i nuovi obblighi, ampiamente descritti nel precedente capitolo, possano avere un effetto ulteriormente espansivo di questi strumenti poiché renderanno più trasparente e comparabile l'informativa sulla sostenibilità.

Venendo agli aspetti più tecnici, gli SLB si caratterizzano per due elementi fondamentali.

Il primo attiene alla componente ESG e il secondo riguarda il meccanismo che mette in relazione la *performance* ESG con il rendimento dell'obbligazione.

La componente ESG prevede che vengano individuate le metriche di misurazione facendo riferimento ad un numero selezionato di *KPI (Key Performance Indicators)* quali ad esempio le emissioni di gas serra o l'incidenza delle fonti rinnovabili sul totale dell'energia utilizzata. Per ciascun *KPI* vengono inizialmente definiti gli obiettivi di sostenibilità (*Sustainability Performance Targets, SPT*) che saranno poi confrontati su base annuale, o sulla diversa frequenza prevista nel prospetto informativo, con quelli effettivi.

Le linee guida ICMA definiscono gli aspetti rilevanti del processo di calibrazione dei *target*, aspetto fondamentale in quanto esprime il livello di impegno e di ambizione dell'emittente.

Nell'individuazione degli obiettivi, gli emittenti sono tenuti a svolgere un'analisi comparativa che tenga conto di diverse dimensioni, quali la propria performance storica, la performance dei principali competitor e gli obiettivi internazionali⁸¹. In particolare, gli *SPT*

⁸⁰ Ad esempio, l'emissione effettuata da Intesa SanPaolo lo scorso 27 febbraio di *green bond* aveva quale obiettivo, tra gli altri, quello dell'investimento in energia rinnovabile.

⁸¹ Ad esempio, gli Accordi di Parigi e le successive modifiche ed integrazioni.

devono essere ambiziosi, ovvero tendere a un miglioramento sostanziale dei KPI ed essere compatibili con la strategia di sostenibilità degli emittenti.

Analogamente alla fase di selezione dei *KPI*, l'ICMA raccomanda l'utilizzo dei criteri di chiarezza e trasparenza anche con riferimento alla selezione degli *SPT*, così che gli emittenti rendano noti al pubblico i motivi sottostanti la scelta degli obiettivi. È inoltre necessario definire un piano temporale preciso per il raggiungimento di ogni obiettivo e illustrare le leve e le azioni programmate per favorirne il raggiungimento⁸².

Il meccanismo che pone in relazione la performance ESG con il rendimento dell'obbligazione può essere di due tipi:

1. *step-up* se il mancato raggiungimento dei *target* comporta un incremento del tasso nominale dell'obbligazione mentre in caso contrario rimane costante;
2. *step-down* se il raggiungimento dei *target* comporta una riduzione del tasso nominale dell'obbligazione mentre in caso contrario rimane costante.

La ricerca svolta nel 2022 dalla Banca d'Italia ha individuato alcuni tratti fondamentali delle emissioni di SLB a livello internazionale che si possono riassumere nei seguenti:

1. gli emittenti di SLB appartengono prevalentemente ai settori manifatturieri mentre le imprese energetiche e di servizi pubblici preferiscono gli strumenti finalizzati;
2. quasi il 40% emissioni di SLB ha un rating inferiore all'*investment grade* mentre solo il 5% delle emissioni di strumenti finalizzati è classificato come *high yield*. Ciò indica che il meccanismo sottostante gli SLB consente la raccolta anche a emittenti con un maggior rischio di *default*⁸³;
3. la maggioranza delle emissioni utilizza 3 KPI e in circa il 60% dei casi uno di questi è costituito dalle emissioni di gas serra;
4. nei meccanismi di tipo *step-up*, l'entità del premio da riconoscere all'investitore è in media compresa tra i 20 e i 30 punti base;
5. la scadenza degli SLB è mediamente più ridotta degli strumenti finalizzati (7-10 anni). Solamente nel 5% dei casi è compresa tra 15 e 30 anni.

La successiva Tabella 2 che riporta le emissioni da parte di società italiane di SLB nel solo 2023 mostra chiaramente quanto lo strumento sia attualmente assai apprezzato tanto che il capitale raccolto complessivo supera i 6 miliardi di euro.

⁸² Cfr. P. Antilici, G. Mosconi, L. Russo, *Quando innovazione finanziaria e finanza sostenibile si incontrano: i Sustainability-Linked Bonds*, Banca d'Italia, aprile 2022

⁸³ Cfr. M. Eisenegger, *ESG-themed corporate bond issuance – too big to ignore*, Bond Vigilantes, 5 luglio 2021.

Tabella 2. Emissioni di SLB da parte di società italiane (gennaio-marzo 2023). Fonte: elaborazioni su dati Refinitiv

Data di emissione	Società emittente	Capitale raccolto (EUR milioni)
11/01/2023	Pirelli & C SpA	598,22
11/01/2023	Banco BPM SpA	747,10
12/01/2023	Iccrea Banca Istituto Centrale del Credito Cooperativo SpA	500,00
17/01/2023	Autostrade Per l'Italia SpA	745,46
17/01/2023	Acea SpA	498,31
03/02/2023	Acea SpA	200,74
27/02/2023	Intesa Sanpaolo Spa	2.238,84
07/03/2023	Intesa Sanpaolo Spa	670,96

3.2 Il ruolo del rating ESG

Quando il mercato obbligazionario corporate iniziò, nella seconda metà del diciannovesimo secolo ad espandersi e ad interessare nuovi investitori fino ai piccoli risparmiatori, si pose il problema della misurazione del rischio sottostante i diversi strumenti. Non essendo possibile che ciascun risparmiatore svolgesse analisi in proprio presso l'azienda, le agenzie di rating si incaricarono di svolgere questa attività di intermediazione ed infatti, le società che oggi conosciamo vennero fondate tutte in un breve lasso temporale⁸⁴ che va dal 1860 al 1910.

La funzione del rating è stata fondamentale sia per le società emittenti sia per gli investitori.

Le prime attraverso il meccanismo standardizzato delle classi di rating possono facilmente comunicare al mercato la qualità delle emissioni che intendono emettere ma anche avere una chiara indicazione del rendimento che dovranno riconoscere in funzione del rischio di default.

Gli investitori possono invece contare sul lavoro delle agenzie che accedono direttamente ai dati aziendali, per costruire portafogli diversificati in ragione del rischio di ciascun titolo, adattandoli alle proprie strategie di investimento.

⁸⁴ H. V. Poor fondatore di S&P's pubblicò nel 1860 una analisi dettagliata delle imprese ferroviarie dell'epoca e costituì la base per la futura agenzia mentre Moody's è stata fondata da J. Moody nel 1909, il primo analista finanziaria ad attribuire un rating alle obbligazioni.

3.2.1 I vantaggi del rating ESG e il limite della “divergenza”

A partire dalla seconda metà degli anni Duemila, il rating si è esteso anche al debito bancario a seguito degli accordi di Basilea 2 che commisurano il capitale di vigilanza di una banca all'ammontare degli attivi ponderati per il rischio.

Parallelamente al rating creditizio, si sono diffusi nel corso degli anni Novanta i rating “etici” ovvero una misurazione delle strategie di investimento responsabili (*Corporate Social Responsibility*) nell'ottica di valutare da un lato le positive ricadute sul valore di comportamenti responsabili e dall'altro di misurare potenziali rischi derivanti da comportamenti scorretti⁸⁵.

Al crescere dell'attenzione sui temi di sostenibilità, si è incrementata anche l'importanza del rating relativo, normalmente definito ESG intendendosi i tre ben noti pilastri come la misura della sostenibilità di un'impresa.

Al contrario delle agenzie di rating creditizio che per quanto riguarda le obbligazioni quotate sono molto concentrate a livello globale (le tre big S&P's, Moody's e Fitch's possiedono gran parte del mercato), le agenzie di rating ESG sono state molto più numerose anche se il mercato tende attualmente a restringersi.

Il rating ESG consiste di un giudizio assegnato ad un'impresa che misura la bontà delle relazioni tra l'impresa ed i suoi stakeholder in termini di integrazione dei fattori ESG. Tale giudizio si basa sugli strumenti di comunicazione obbligatori e volontari utilizzati dalle aziende per comunicare con l'esterno, oltre che su ulteriori informazioni raccolte dalle agenzie direttamente presso le imprese.

I vantaggi per i soggetti emittenti di disporre di un rating ESG sono molteplici:

1. la misurazione delle performance di sostenibilità;
2. il miglioramento del posizionamento e della leva commerciale;
3. il contenimento del rischio reputazionale;
4. il monitoraggio di parametri di efficienza e produttività;
5. l'incremento delle opportunità di investimento;
6. la riduzione del costo medio dei capitali.

Ripensando alle caratteristiche dei bond sostenibili descritte nel precedente paragrafo, molti dei vantaggi sono immediatamente chiari risultando assai difficile per gli emittenti muoversi su questo mercato senza disporre di un rating ESG che aiuti gli investitori a comprendere l'attuale livello di performance e di rischi associati ai temi di sostenibilità dei quali quelli climatici sono attualmente i più significativi. Un rating ESG positivo può essere di aiuto anche ove la società non intenda emettere obbligazioni sostenibili, ad esempio sfruttando un miglioramento reputazionale.

Nonostante i vantaggi del rating ESG siano ben chiari, si evidenziano tuttora anche molteplici punti d'ombra.

⁸⁵ Un esempio spesso citato è il caso del rating etico negativo che l'agenzia Vigeo esprime nei confronti di Parmalat nei primi mesi del 2003, anticipando per prima il default che sarebbe poi giunto entro la fine dell'anno.

Uno dei punti di forza del rating creditizio è dato dalla progressiva omogeneizzazione delle metodologie di valutazione da parte delle agenzie che pur mantenendo aspetti peculiari si fonda su una solida base comune. Ne deriva che la correlazione tra i rating attribuiti ad una stessa società da più agenzie è molto elevata e prossima ad 1, fornendo in questo modo al mercato una indicazione chiara ed univoca.

La correlazione nel caso del rating ESG è invece molto più bassa: un recente lavoro di F. Berg, J. Kolbel e R. Rigobon (M.I.T. Sloan Business School), utilizzando i dati di sei delle maggiori agenzie trova una correlazione compresa tra 0.38 e 0.71⁸⁶.

È quindi possibile che per una stessa società due o più diverse agenzie forniscano indicazioni anche molto contraddittorie, creando confusione nell'investitore.

Le ragioni di questa bassa correlazione sono tuttora oggetto di studio.

Una prima spiegazione riguarda la struttura del mercato delle agenzie di rating. Le agenzie attualmente esistenti sono molte e tra le maggiori si possono citare Asset4 (ora Refinitiv), Vigeo Eiris (ora di proprietà di Moody's), Sustainalytics (gruppo Morningstar del quale fa parte anche la quarta agenzia di rating creditizio DBRS), RobecoSAM (ora di proprietà di S&P's), KLD (MSCI), Bloomberg. Si può notare come le grandi agenzie di rating creditizio e i principali provider di dati finanziari siano progressivamente entrati nel settore o acquisendo operatori già presenti o dotandosi di un rating proprietario⁸⁷.

La Figura 20 mostra lo scenario complessivo dei soggetti coinvolti nella valutazione della performance ESG.

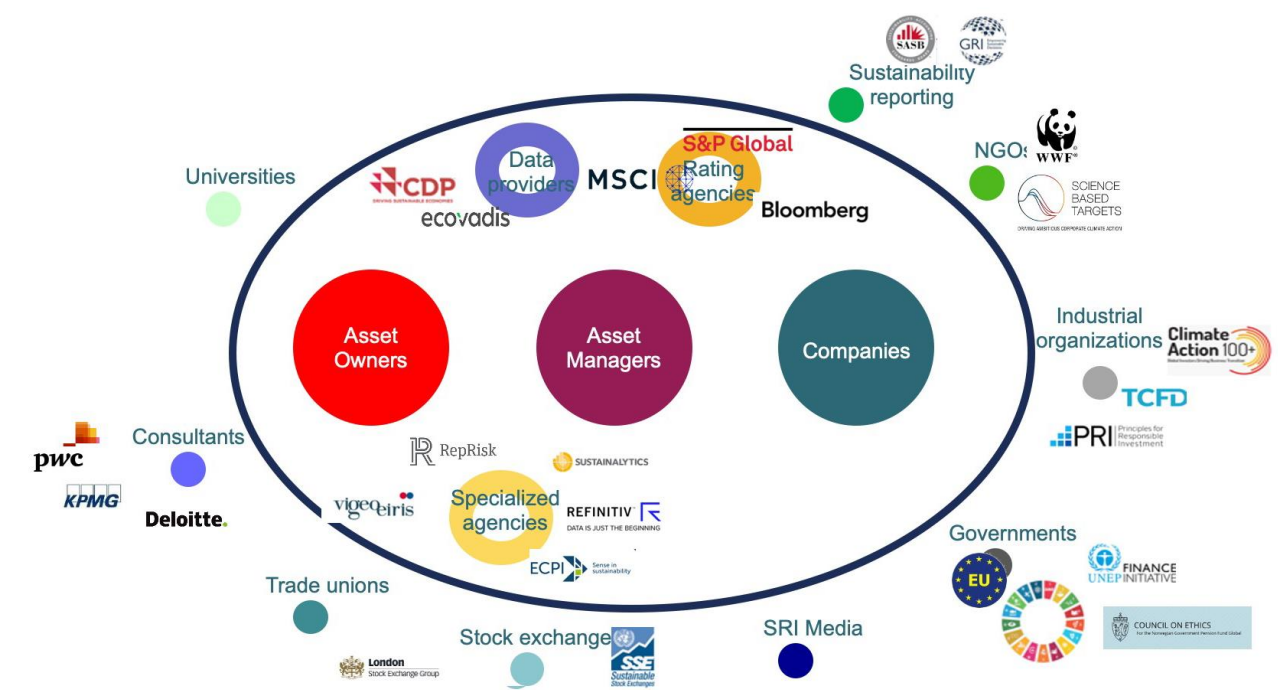


Figura 20. Il sistema finanziario ESG

⁸⁶ F. Berg, J. Kolbel e R. Rigobon, *Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Ratings*, Review of Finance, novembre 2022.

⁸⁷ Ai rating ESG si devono poi aggiungere gli indici di sostenibilità, quali ad esempio il Dow Jones Sustainability Index che pur limitando il giudizio all'inclusione all'interno dell'indice contribuisce comunque ad ampliare le opportunità di raccolta per le società emittenti.

Le agenzie di rating ESG indicate sopra si distinguono in primo luogo per la natura *solicited/unsolicited* del rating. I rating *solicited* sono attribuiti sulla base di un incarico specifico conferito dalla società valutata; i rating *unsolicited* (ad esempio i rating Refinitiv e Bloomberg) sono attribuiti da parte delle agenzie alle società valutate sulla base delle informazioni pubblicamente disponibili, senza un incarico specifico. In quest'ultimo caso, le società possono comunque contribuire al processo di valutazione fornendo informazioni aggiuntive in risposta a questionari specifici.

Sono evidenti le differenti finalità del rating: nel primo caso il rating ESG si aggiunge a quello creditizio e viene fornito dagli stessi provider (S&P's, Moody's) nel secondo il rating ESG costituisce un'informazione da aggiungere a quelle già presenti sulle piattaforme per integrare le valutazioni fondate sui dati finanziari con il profilo di sostenibilità. E' evidente che la differente origine dei dati può avere un impatto sul risultato finale e spiegare la divergenza dei rating.

Un ulteriore aspetto da considerare riguarda la distinzione tra l'oggetto della misurazione e la metodologia utilizzata⁸⁸.

Relativamente al primo punto, le agenzie possono avere un approccio maggiormente orientato alla misura della performance ESG oppure ai rischi legati a comportamenti non sostenibili. La scelta di un approccio può influenzare le metriche ed il risultato finale. Le agenzie possono anche attribuire una diversa importanza ai tre pilastri ESG o a specifici settori ritenuti più critici.

In merito alle diverse metodologie molti studi evidenziano come gli stessi aspetti siano misurati in modo differente, specie dove la componente qualitativa è più importante ed anche difficile da misurare senza ricorrere ad ipotesi o semplificazioni (in tal senso è più facile che convergano le misurazioni inerenti gli aspetti climatici piuttosto che quelle relative a temi sociali).

In altri studi⁸⁹, la divergenza del rating viene ricondotta a tre dimensioni, l'ampiezza, il peso e la misura del rating. I primi due aspetti si riferiscono a cosa l'agenzia intende misurare mentre la seconda riguarda il modo con cui viene misurata. Le evidenze raccolte mostrano che è la seconda componente a spiegare in maggior parte la divergenza dei rating ed in particolare una fondamentale differenza si ritrova rispetto ai dati sottostanti la valutazione.

In altri termini, per quanto sia possibili che diversi approcci metodologici possano spiegare rating diversi, l'impatto delle differenti modalità concrete di misurazione, fino alla raccolta dei dati è largamente prevalente.

Infine, è possibile che la divergenza dei rating sia riconducibile a fenomeni di greenwashing che vengono intercettati da alcune metodologie di analisi ma non da altre.

È legittimo ritenere che ulteriori studi sul tema possano aiutarci a comprendere meglio il fenomeno della divergenza dei rating tuttavia, sulla base di quanto oggi conosciamo, il punto cruciale pare essere la qualità dei dati di base. La scarsa comparabilità, chiarezza e trasparenza dell'informativa attuale induce infatti a ritenere che *"regulators could address the issue of ESG rating divergence. First, harmonizing ESG disclosure by firms would provide a foundation of reliable and freely accessible data for all ESG ratings. Second, regulators could help to*

⁸⁸ Cfr. Chatterji, A. K., Durand, R., Levine, D. I., and Touboul, S., *Do ratings of firms converge? Implications for managers, investors and strategy researchers*, Strategic Management Journal, 18, 2016

⁸⁹ Cfr. F. Berg, J. Kolbel e R. Rigobon, op. cit., 2022

make ESG rating divergence more intelligible and foster competition on the quality of measurement"⁹⁰.

È quindi auspicabile che lo sforzo degli *standard setter* descritto nel precedente capitolo possa portare ad una maggiore convergenza dei rating a tutto vantaggio dello sfruttamento delle ampie possibilità di crescita che il mercato del debito sostenibile offre alle imprese ma anche per consentire agli investitori di valutare meglio le proposte alla luce dell'effettiva performance ESG delle imprese e dei relativi profili di rischio.

Nel mese di giugno 2022, ESMA (*European Securities and Markets Authority*) ha pubblicato i risultati di una analisi (*Call of Evidence*) in merito alla struttura di mercato delle agenzie di rating ESG. Per quanto i risultati non aggiungano ulteriori elementi a quanto già discusso e confermino la relativa immaturità del mercato, è interessante notare che ESMA si impegna a continuare il monitoraggio finalizzata all'introduzione di una normativa per la regolamentazione del rating ESG.

3.3 Il ruolo della sostenibilità nella politica del credito a livello europeo

Nei due precedenti paragrafi l'attenzione è stata rivolta al mercato del debito quotato individuando grandi opportunità tuttora in parte frustrate da un certo grado di confusione (si auspica ancora per poco tempo) in merito alla *performance* ESG come misurata dai rating.

Tuttavia, i temi di sostenibilità meritano attenzione anche per quanto attiene al finanziamento bancario.

Nel mese di dicembre 2022, la European Banking Authority (EBA)⁹¹, ha pubblicato l'aggiornamento della *roadmap* relativa agli obiettivi in tema di sostenibilità che essa si prefigge nel medio termine.

Il documento segue due precedenti interventi della stessa EBA, il primo nel maggio 2020 ed il secondo nel giugno 2021.

Nel mese di maggio 2020, l'EBA ha pubblicato le linee-guida aggiornate per l'erogazione ed il monitoraggio dei finanziamenti da parte degli istituti di credito⁹². L'obiettivo delle linee-guida è finalizzato a contrastare l'esposizione del sistema del credito verso posizioni non performanti.

La grande novità del documento entrato in vigore il 30 giugno 2021, è che l'EBA richiede che i rischi ESG ed in particolare quelli di tipo climatico siano adeguatamente considerati nella concessione originale del credito e nelle valutazioni successive (art. 56). In particolare, l'art. 57 prevede che: *“gli enti dovrebbero tenere conto dei rischi associati ai fattori ESG per le condizioni finanziarie dei mutuatari, e in particolare del potenziale impatto dei fattori ambientali e del cambiamento climatico, nella loro propensione al rischio di credito e nelle politiche e procedure ad esso relative. I rischi del cambiamento climatico per le performance finanziarie dei clienti possono*

⁹⁰ Cfr. F. Berg, J. Kolbel e R. Rigobon, op. cit., 2022, *conclusions*. Lo stesso lavoro richiede anche alle agenzie uno sforzo nel senso di una maggiore trasparenza nella definizione di cosa intendono per ESG performance ed in merito alla proprie procedure e metodologie di analisi e valutazione.

⁹¹ L'Autorità bancaria europea (ABE) è un'autorità indipendente dell'Unione europea (UE), che opera per assicurare un livello di regolamentazione e di vigilanza prudenziale efficace e uniforme nel settore bancario europeo. Gli obiettivi generali dell'Autorità sono assicurare la stabilità finanziaria nell'UE e garantire l'integrità, l'efficienza e il regolare funzionamento del settore bancario.

⁹² EBA, *Relazione finale sugli orientamenti in materia di concessione e monitoraggio dei prestiti*, 29 maggio 2020.

materializzarsi principalmente sotto forma di rischi fisici, come quelli che derivano dagli effetti tangibili del cambiamento climatico, compresi i rischi di responsabilità civile per aver contribuito al cambiamento climatico stesso, o i rischi di transizione, ad esempio quelli che derivano dalla transizione verso un'economia a basse emissioni di carbonio e resistente ai cambiamenti climatici”.



Figura 21. Roadmap EBA sulla finanza sostenibile. Fonte: EBA, THE EBA Roadmap on Sustainable Finance, dicembre 2022

Pare evidente che l'EBA avesse ben chiara la definizione dei rischi climatici, cristallizzata dalla TCFD, e richiedesse alle banche di introdurre questa valutazione all'interno delle procedure di finanziamento.

A partire dal 1 luglio 2021, le imprese che richiedono finanziamenti e sono percepite come esposte ai rischi ESG ed in particolare a quelli climatici, hanno dovuto fornire pertanto una *disclosure* integrativa per consentire all'ente finanziatore di apprezzare correttamente il rischio in accordo a quanto previsto dai nuovi orientamenti. Non vi è bisogno di sottolineare che gli orientamenti EBA si applicano a tutti i finanziamenti, non rilevando l'ammontare concesso in prestito e quindi anche alle imprese di minori dimensioni.

Nel mese di giugno 2021, la stessa EBA ha pubblicato un corposo *report* concernente la gestione e supervisione dei rischi ESG per gli intermediari finanziari e creditizi. Elemento portante di questo documento è l'inclusione dei rischi ESG all'interno della strategia di business degli intermediari, della *governance* e del *risk management*. Ampio spazio viene dedicato ai temi legati al clima senza però apportare novità di rilievo all'impianto definitorio ed all'individuazione dei rischi fisici, di transizione e delle loro interazioni. Il documento si pone però chiaramente all'interno di un percorso che porterà all'integrazione dei rischi ESG all'interno dei tre pilastri della vigilanza bancaria come previsti dagli Accordi di Basilea⁹³. Per quanto il report riguardi essenzialmente la gestione degli intermediari sono evidenti le possibili ricadute sulle imprese, posto che i rischi ESG derivano essenzialmente dalle strategie di investimento⁹⁴.

All'interno del percorso descritto, risulta più semplice la comprensione della *roadmap* riportata nella Figura __. Particolare attenzione viene riservata nel documento di accompagnamento all'importanza della *disclosure* dei rischi, in particolare quelli legati al clima ed alle strategie di mitigazione e adattamento⁹⁵.

La breve sintesi conclusiva del capitolo dedicata ai cambiamenti che stanno intervenendo all'interno del settore bancario, è indicativa della crescente importanza che i temi di sostenibilità avranno anche per le PMI, intercettate nel momento in cui si rivolgeranno alle banche per l'ottenimento di finanziamenti e di nuovo di evidenza la crescente importanza di una disclosure chiara, trasparente e completa.

⁹³ Il report si orienta verso l'inclusione all'interno del secondo pilastro ovvero quello del controllo prudenziale da parte delle autorità di vigilanza

⁹⁴ Il documento del giugno 2021 è stato poi aggiornato ed integrato da un successivo report del giugno 2022.

⁹⁵ Cfr. EBA, *THE EBA Roadmap on Sustainable Finance*, dicembre 2022, paragrafi 29-31 dove vengono esplicitamente richiamati gli standard EFRAG e ESRS.

Sitografia

Autorità bancaria europea: https://www.eba.europa.eu/languages/home_it

Greenhouse Gas Protocol: <https://ghgprotocol.org/>

Principi contabili nazionali: <https://www.fondazioneoic.eu/?cat=14>

Bibliografia

Chatterji, A. K., Durand, R., Levine, D. I., and Touboul, S., Do ratings of firms converge? Implications for managers, investors and strategy researchers, Strategic Management Journal, 18, 2016

Dealogic e Credit Agricole, dicembre 2022

EBA, Relazione finale sugli orientamenti in materia di concessione e monitoraggio dei prestiti, 29 maggio 2020

EBA, THE EBA Roadmap on Sustainable Finance, dicembre 2022

Effects of climate-related matters on financial statements, IFRS, November 2020

EFRAG, Cost-benefit analysis of the First Set of draft ESRS, novembre 2022, Executive Summary

EIOPA, Sensitivity analysis of climate-change related transition risks, dicembre 2020

ESRS 2 DC-A Actions and resources in relation to material sustainability matters

F. Berg, J. Kolbel e R. Rigobon, Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Ratings, Review of Finance, novembre 2022

G. Ramenghi, Informativa di sostenibilità: IFRS ed EFRAG a confronto, IPSOA quotidiano, 2 novembre 2022

IFRS Practice Statement n.2, parte del Practice Statement Management Commentary

IFRS Sustainability Disclosure Standard, Draft IFSR S1. General Requirements for Disclosure of Sustainability-related Financial Information

IFRS Sustainability Disclosure Standard, Draft IFSR S2. Climate-related Disclosures

IFRS Sustainability, ISSB Meeting, Staff paper 3 A, february 2023.

Implementation Guide TCFC

M. Caputo, La Direttiva Europea 95/2014. Il Decreto Legislativo 254/2016. L'ISAE 3000 (Revised), ODCEC Milano, 21 marzo 2019

M. Eisenegger, ESG-themed corporate bond issuance – too big to ignore, Bond Vigilantes, 5 luglio 2021.

N. Anderson, IFRS Standards and Climate-related Disclosures: Assessing financial statement materiality, IFRS Bulletin, november 2019.

ONU, Risoluzione A/RES/70/1 approvata dall'Assemblea Generale in data 25 settembre 2015

Orientamenti sulla comunicazione di informazioni di carattere non finanziario, punto 3.1.

Osservatorio Nazionale sulla Rendicontazione Non Finanziaria, Deloitte-Università di Pavia, novembre 2022

P. Antilici, G. Mosconi, L. Russo, Quando innovazione finanziaria e finanza sostenibile si incontrano: i Sustainability-Linked Bonds, Banca d'Italia, aprile 2022

Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures. Final Report, giugno 2017

Regolamento UE 2020/852

SASB, Documento di presentazione, SEC AMAC ESG Subcommittee, 17 ottobre 2020.

Scenari climatici e valutazioni per l'impresa, Fondazione Utilitatis, aprile 2021

TCFD, 2022 Status Report, Ottobre 2022

UE, Direttiva 95/2014

UE, Direttiva 34/2013

UE, Regolamento 2020/852

UN Guiding Principles on Business and Human Rights and the OECD Guidelines for Multinational Enterprises