

# Il lungo addio tra le COP e la crisi ecologica

**Franco Padella**

Mentre il mondo assiste in maniera sempre più frequente ai devastanti effetti del cambiamento climatico, tra poche settimane prenderà avvio a Sharm-el-Sheick la ventisettesima Conferenza delle Parti (COP), atta a trovare soluzione al riscaldamento globale. Tuttavia, a trenta anni dalla prima Conferenza, non pare proprio che sia mai stata posta in essere una qualche forma efficace di riduzione delle emissioni climalteranti, essendo

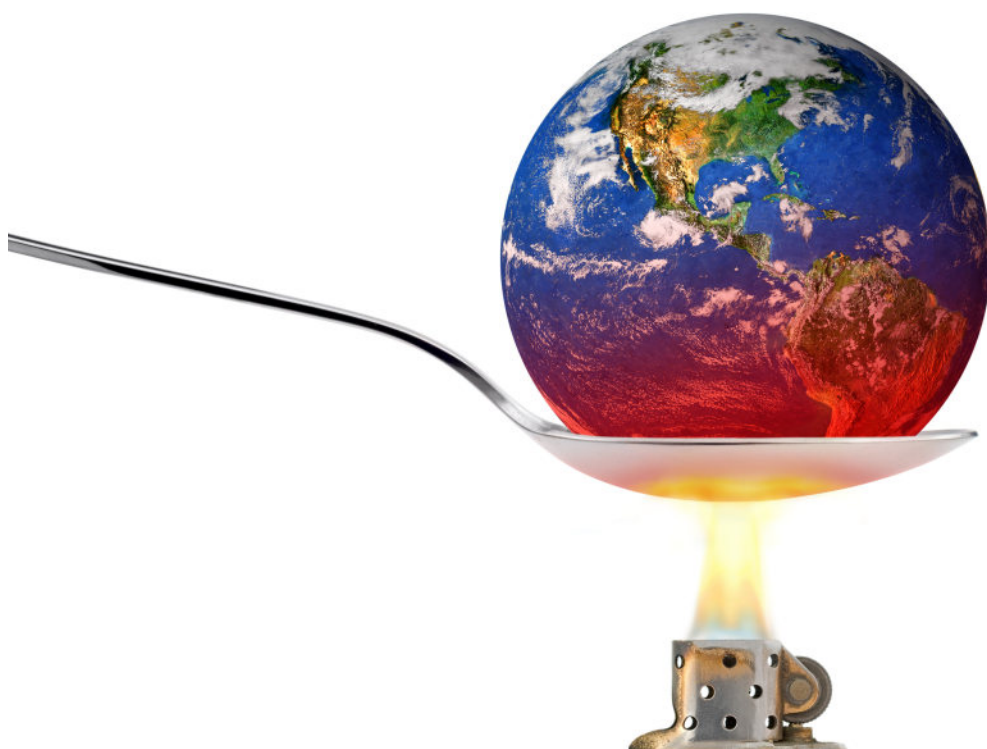
tali emissioni costantemente aumentate, fino a raggiungere negli ultimi 30 anni un valore maggiore di quello ottenuto calcolando i due secoli precedenti. In questo quadro generale la domanda che sale è se le COP stiano “semplicemente” fallendo nel loro obiettivo, o se, diversamente, gli obiettivi dichiarati non siano “semplicemente” diversi da quelli realmente perseguiti, essendo stati questi ultimi, alla prova dei fatti, totalmente inadatti ad evitare i preoccupanti aumenti della temperatura media del pianeta che già fanno sentire i loro effetti. Nel seguito si propone possibile una chiave di lettura.



## Introduzione

Tra poche settimane, novembre, si avierà la ventisettesima COP [1] dedicata alla verifica dei nuovi e presupposti più ambiziosi Contributi Determinati Nazionalmente (*Nationally Determined Contributions*, NDC) per la riduzione delle emissioni climalteranti promessi un anno fa dai paesi aderenti alla UNFCC [2]. E' verosimile che sarà attuata l'ennesima dilazione, come già successo per le 26 precedenti COP, a partire dalla prima conferenza di Berlino, nel 1997, fino all'ultima tenuta a Glasgow lo scorso anno. In un quadro in cui le emissioni climalteranti accumulate negli ultimi trenta anni risultano superiori alla somma delle emissioni realizzate dalla rivoluzione industriale fino a trenta anni fa, non si può non denunciare il ripetersi fallimentare degli incontri dove, accanto ai capi di stato e di governo troviamo ben rappresentate organizzazioni che difficilmente hanno interesse all'eliminazione delle fonti energetiche fossili [3]. Molte sono state le di-

chiarazioni di principio sulla necessità di incrementare gli sforzi, ma nei fatti queste riunioni sono difficilmente valse quantomeno il costo ambientale dell'inquinamento dei viaggi aerei dei partecipanti, spesso avvenuti in jet privati anche ad onta del tema in discussione. Sarà in grado ora la COP 27 di regolare un intervento efficace e non dilatorio sulla riduzione delle emissioni climalteranti da parte dei singoli stati? Potrà uscire da Sharm e-Sheick, sede della riunione, uno schema di azione che sia realisticamente in grado di rispettare gli accordi di Parigi [4]? E se questo non avvenisse, quali saranno i possibili punti di approdo per il nostro ecosistema? Sono riflessioni che difficilmente entrano nel dibattito pubblico italiano. Eppure sono temi ineludibili, di cui sarebbe bene si iniziasse a discutere diffusamente, rompendo la confusione ottimistica carica di messaggi vuoti quanto roboanti che ogni anno, ogni volta, al termine di ogni vertice sul clima siamo costretti ad ascoltare.



## Una storia lunga trenta anni

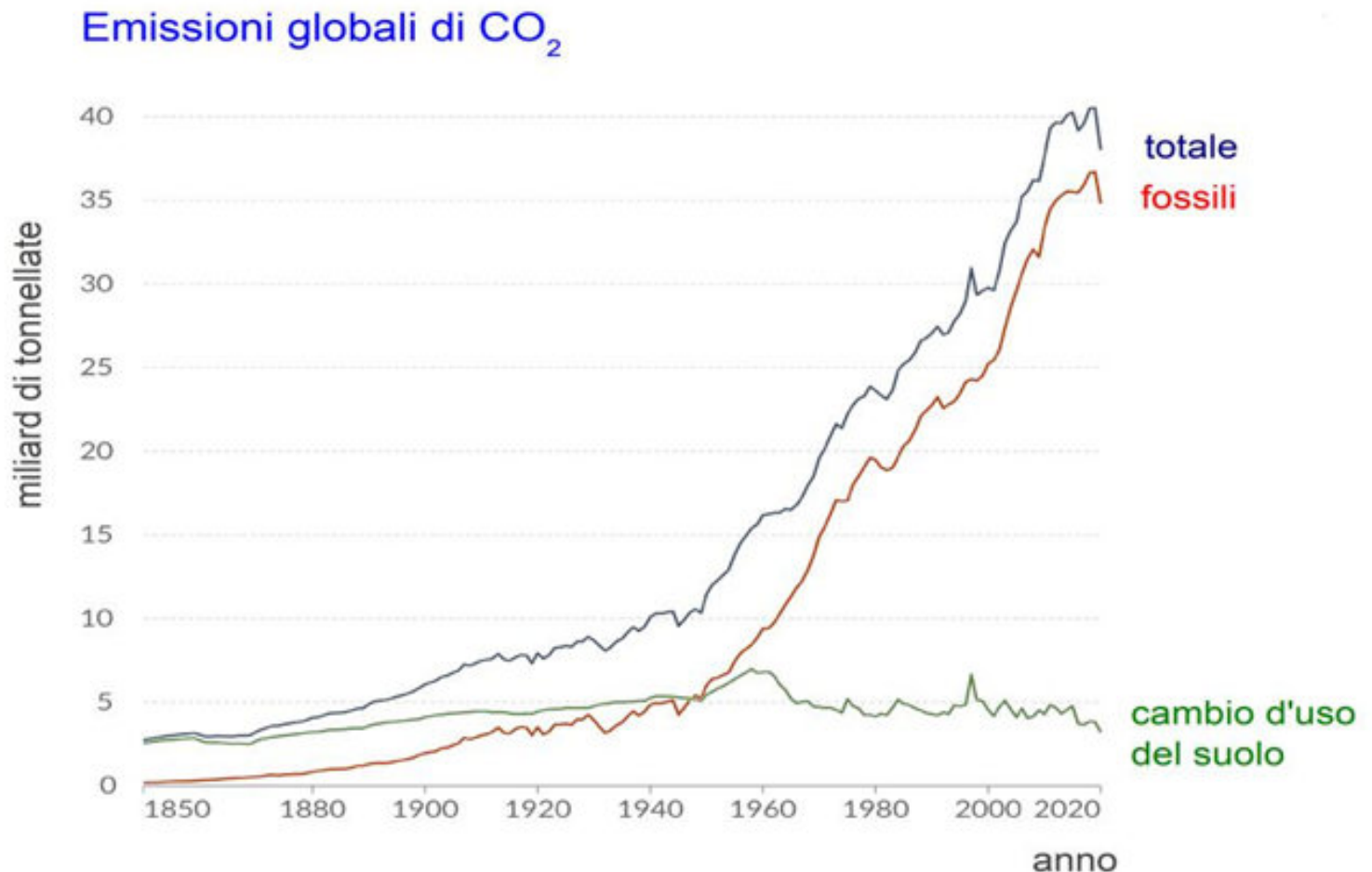
L'effetto climalterante della CO<sub>2</sub> è noto almeno dalla fine dell'800. Nel 1896 Svante Arrhenius, uno dei padri della chimica moderna, discusse in un suo articolo [5] degli affetti climalteranti dei gas assorbitori di calore presenti in atmosfera. Il suo testo, di estrema importanza con gli occhi di oggi, non produsse al tempo alcuna risonanza, ma questo non appare strano dato il tempo. Per osservare un qualche approccio cognitivo sugli effetti dei gas climalteranti nel sistema globale dobbiamo arrivare alla prima relazione dell'IPCC [6] nel 1990 ed al successivo Vertice della Terra di Rio del 1992. E' solo nel 1997, con il protocollo di Kyoto, che vengono sancite le prime regole generali per l'abbattimento delle emissioni, e dobbiamo arrivare finalmente nel 2015 affinché, con l'Accordo di Parigi, vengano stabiliti obiettivi netti [7], che impegnano gli stati aderenti a limitare la crescita della temperatura media globale sulla superficie delle terre emerse e degli oceani "ben al di sotto dei 2 gradi centigradi", possibilmente non superando 1,5 gradi, entro la fine del secolo. Alla COP 21 di Parigi sono seguite altre 5 conferenze, ma nessuna di queste è riuscita a portare rallentamenti nell'incremento delle emissioni climalteranti annualmente osservate globalmente (vedi Figura 1) [8]. I pochi rallentamenti puntuali osservati si sono avuti in seguito al crollo dell'Unione Sovietica (1992), alla crisi finanziaria del 2008 e, infine, alla crisi pandemica COVID 19 del 2020, anche quest'ultimo, come gli altri precedenti, immediatamente seguito da un successivo rimbalzo [9]. Il risultato è che le quantità di emissioni osservate a partire dal Vertice di Rio

GLOBAL WARMING

del 1992 sono state maggiori di tutte quelle avvenute in precedenza, a partire dall'inizio della rivoluzione industriale.

Siamo in presenza di una enorme dissonanza tra gli obiettivi dichiarati e i risultati effettivamente raggiunti, tale da mettere in fortemente in dubbio che gli strumenti che le parti concordano all'interno delle COP siano mai stati mirati ad una riduzione delle emissio-

sioni minimamente quantificabile, o non siano invece tra i loro obiettivi prioritari quello di evitare il crollo dei fortissimi interessi fossili già consolidati, limitandosi a promuovere ed accompagnare l'avvio di una transizione energetica totalmente affidata a meccanismi di mercato, come dimostra la nascente finanziarizzazione "verde" degli ecosistemi attualmente in corso [10].

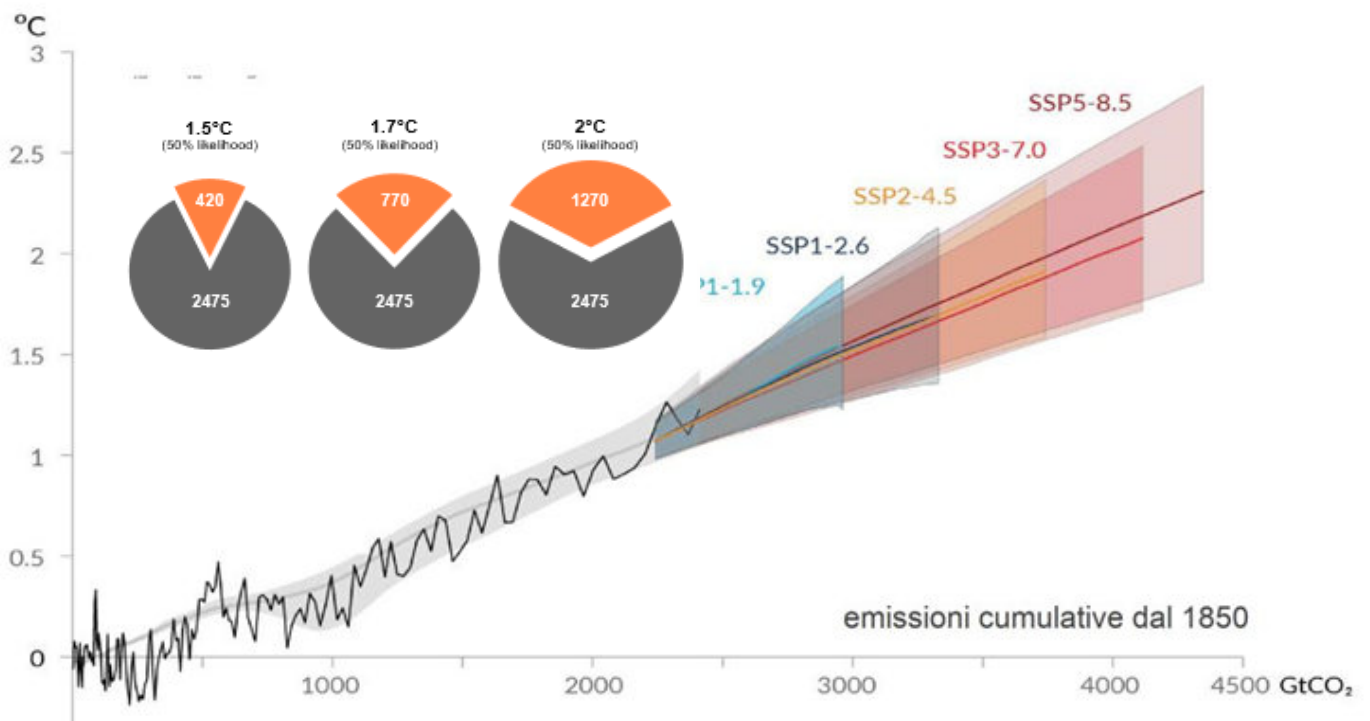


**Figura 1.** Andamento delle emissioni annuali globali di diossido di carbonio a partire dal 1850.

## La CO2 in atmosfera e il carbon budget

La valutazione degli effetti della CO2 sulla temperatura media globale del pianeta non richiede un grande impegno di calcolo. Come mostrato in Figura 2 [11] esiste una correlazione pressoché lineare tra il contenuto di diossido di carbonio in atmosfera e l'incremento della temperatura media globale aspettato.

### Incrementi di temperatura globale dal 1850 e proiezioni in funzione della CO<sub>2</sub> emessa



**Figura 2.** Correlazione tra il contenuto di diossido di carbonio e l'incremento di temperatura media globale. In grigio è riportato l'andamento storico, mentre le linee colorate rappresentano le proiezioni future, per le quali sono anche riportati gli intervalli di incertezza nei differenti modelli SSP (Socially Shared Pathways) utilizzati. In alto a sinistra i carbon budget residui relativi ad una probabilità del 50% di non superare le soglie riportate.

Partendo da tale correlazione si possono stimare facilmente i “carbon budget”, riportati nell’insero [12], relativi alle quantità di emissioni climalteranti ancora possibili per non superare, all’interno di una certa probabilità, un determinato incremento nella temperatura globale. Avendo come limite la soglia di 1.5 °C, un recente lavoro [13], esposto in forma divul-

alla COP 26 [14], ha ben dimostrato come sarebbe ancora possibile stabilizzare il clima, a patto che vengano immediatamente poste in essere probabilità di rimanere all’interno di 1.5 °C di riscaldamento in funzione della riduzione annuale delle emissioni a far data dal 2020. Per una probabilità del 50% è necessario ridurre le emissioni di 2 miliardi di tonnellate

annue, raggiungendo in tal modo le neutralità climatica nel 2040. La probabilità sale al 67% se le emissioni annuali sono ridotte di 4 miliardi di tonnellate annue, pari al 10% dell'attuale livello di emissioni. In questa seconda ipotesi lo zero netto sarebbe raggiunto nel 2030. Continuando invece con il attuale di emissioni esauriremmo il carbon budget compatibile con 1.5 °C di aumento breve termine dei prossimi dieci anni. Nel 2020, la fornitura di energia primaria stata di 587 exajoules (EJ) [15], corrispondenti a 163 milioni di gigawattora (GWh). Di tale energia il contributo dei fossili è stato pari a circa il 79%, cui va aggiunta, non rinnovabile ma non cimalterante, una residua fornitura provenien-

te da energia nucleare, pari al 5%. Un azzeramento delle emissioni nette al 2040 con una decremento del 5% annuo comporta un abbattimento nella vendita e nel consumo di fossili pari a circa 6 400 milioni di GWh di qui a venti anni. In un modello ideale si tratta di passare dal sistema attuale, rappresentato in Figura 4, riquadro a sinistra, ad un modello totalmente rinnovabile, esemplificativamente ipotizzato e riportato nel riquadro a destra. Per compensare le perdite di capacità proveniente da fonti fossili, in tale modello, si tratterebbe di implementare tra i 1500 e i 2000 GW di potenza rinnovabile per anno nei prossimi 20 anni. Attualmente le implementazioni di nuova energia rinnovabile sono di entità pari a circa 260 GW/anno [16].

Probabilità di non eccedere 1.5 °C per uana serie di riduzioni delle emissioni

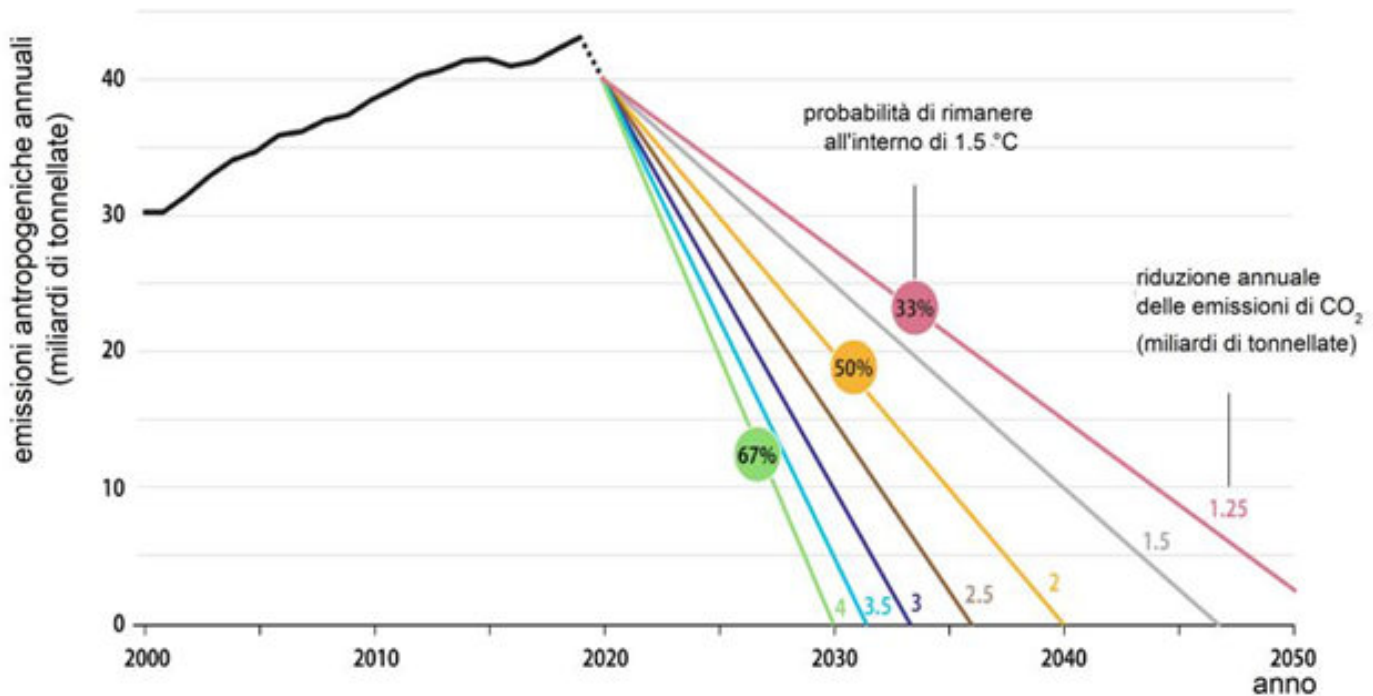
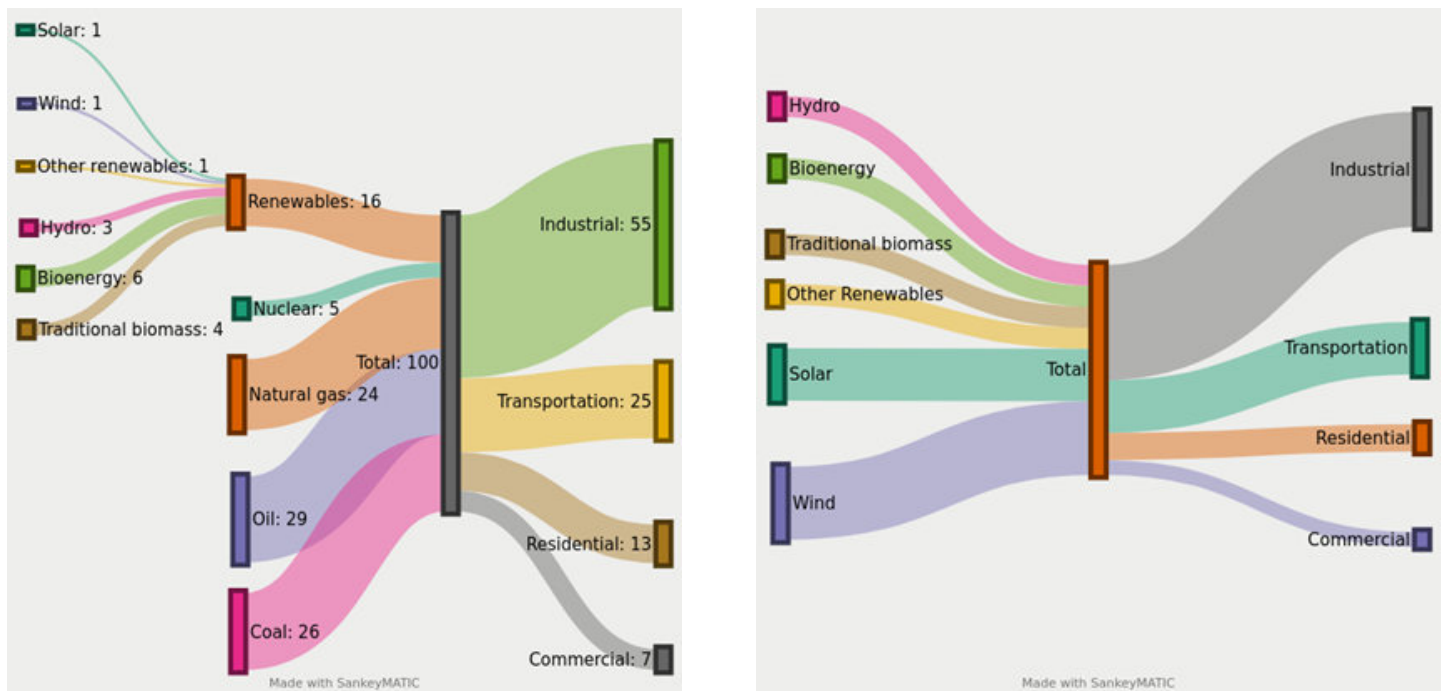


Figura 3. Differenti probabilità di rimanere all'interno di 1.5 °C di riscaldamento in funzione della riduzione annuale delle emissioni a far data dal 2020

In un reale impegno economico, politico e sociale su scala globale, seguendo la logica di responsabilità comuni ma differenziate stabilita negli Accordi di Rio, la comunità mondiale per competenze, tecnologie e danaro è pienamente in grado di rispettare gli obiettivi richiesti per rimanere all'interno del grado e mezzo di riscaldamento.

Ma sta succedendo questo?

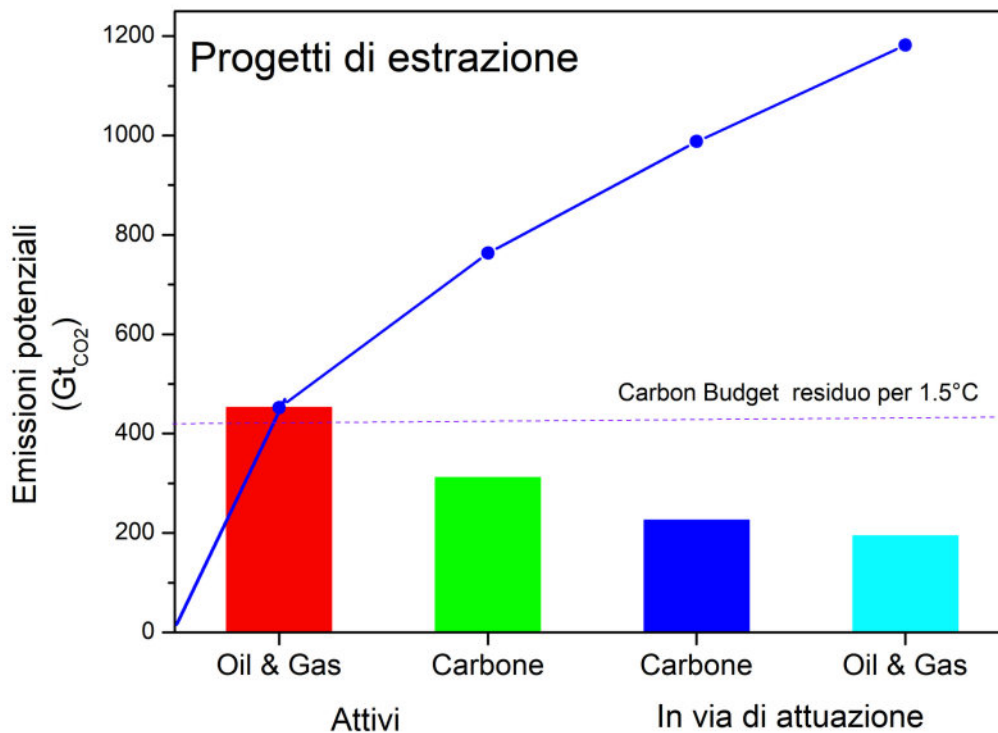


**Figura 4.** Fonti di approvvigionamento energetico e settori di utilizzo del sistema energetico attuale (sinistra, 2020) e di un ipotetico sistema completamente rinnovabile (destra).

### Il ruolo e l'azione delle compagnie fossili

Lo scorso maggio, pressochè contemporaneamente, sono apparsi due articoli disvelativi del comportamento reale delle aziende fossili. Il giorno 11 maggio, nell'edizione on line [17], il Guardian riportava un articolo di D. Carrington e M. Taylor sulle bombe al carbonio. Nel testo si poteva leggere: "Le major del petrolio e del gas stanno pianificando decine di vasti progetti che minacciano di mandare in frantumi l'obiettivo climatico di 1,5°C.

Se i governi non agiranno, queste aziende continueranno a incassare mentre il mondo brucia". Il giorno successivo in un articolo scientifico molto approfondito [18] e sottoposto a normale procedura di peer review, vengono mappate le "carbon bombs", i progetti fossili che le compagnie stanno ponendo in essere, dei quali la figura 5, tratta dall'articolo, analizza il potenziale emissivo (per una lettura ragionata dell'articolo si veda il successivo articolo nella rivista tratto da ref. [19]).



**Figura 5.** Emissioni puntuali (istogramma) e cumulative (linea spezzata) previste dall'operatività dei progetti in essere di estrazione fossile (attivi ed in via di attuazione) in confronto con il carbon budget residuo per 1.5 °C al 2020. Già i soli progetti relativi a petrolio e gas naturale sono sufficienti a superare la soglia.

Come riportato dagli autori, è da sottolineare che “mentre il Medio Oriente e la Russia spesso attirano la maggiore attenzione in relazione alla futura produzione di petrolio e gas, Stati Uniti, Canada e Australia sono tra i paesi con i maggiori piani di espansione e il maggior numero di carbon bombs. Gli Stati Uniti, il Canada e l'Australia forniscono anche alcuni dei maggiori sussidi al mondo per i combustibili fossili pro capite”.

E' evidente che le compagnie fossili non sono affatto sulla strada di dismettere il loro business abituale, e non sono neanche intenzionate ad essere loro stesse promotrici delle necessarie azioni di riconversione delle fonti di approvvigionamento energetico. Forse lo faranno quando non sarà possibile fare altrimenti, e questo significa che vorranno arrivare alla capacità di estrarre l'ultima goccia di petrolio dall'ultimo pozzo scavato.

Va anche sottolineato che molte delle compagnie fossili sono di proprietà o a partecipazione pubblica. Nel quadro delle negoziazioni globali le Big Oils non hanno “semplicemente” il ruolo dell'elefante nella stanza improvvisamente presente nelle innumerevoli Conference of Parts (COPs), ma ne sono una delle parti attive dominanti. Al contrario, l'ingombro dell'elefante è costituito dai movimenti per il clima, poichè gli stati ricchi costruiscono le politiche energetiche esattamente sui bisogni delle Big Oils (e questo è ancor più drammaticamente vero in questi giorni con la guerra e il prezzo del gas alle stelle). L'azione per il clima non è mai stata posta in essere in maniera coerente con le necessità del nostro ecosistema, con investimenti rapidi ed implementazioni sufficienti ed efficaci, attuati in prima persona da parte dei paesi emettitori, ma è demandata



a modalità differenti. I meccanismi con cui la "questione climatica" viene affrontata ricadono pienamente nei modelli messi in atto dal sistema economico neoliberale, primo fra tutti la definizione e la costruzione di un mercato delle emissioni climalteranti, dette "positive" se avvengono verso l'atmosfera o "negative" se sono rimosse dall'atmosfera. Il costruendo mercato non contrasta l'azione delle aziende fossili, ma anzi pone loro in condizioni di aggiungere nuovi rami di business senza comprometterne gli asset attuali. Le COP, nei fatti, sono le negoziazioni delle modalità di funzionamento dei nuovi costruendi "business verdi", dove si confrontano gli interessi dei diversi soggetti interessati. E' tutto ciò che si riflette nelle difficoltà delle decisioni, poichè, come in tutte le transazioni di mercato, gli interessi sono diversi e le parti hanno difficoltà ad arrivare a meccanismi condivisi globalmente.

A noi restano le dichiarazioni finali, che non vanno mai oltre promesse, magari pure condite da atteggiamenti dispiaciuti e facce contrite, e manifestazioni non vincolanti di buona volontà.

Nei fatti l'azione globale basata sulla valorizzazione e sul commercio delle emissioni di anidride carbonica (Emissions Trading System, ETS), sugli aiuti per azioni di sostenibilità verso i paesi in via di sviluppo (Clean Development Mechanism, CDM), sulle annesse forme di compensazione delle emissioni (gli "offsets"), con investimenti teoricamente in grado di assorbire (altrove e domani) la CO2 emessa (qui ed ora) in una data attività non appare assolutamente in grado di rispondere alle necessità di decarbonizzazione, anche se è (come è stata)

perfettamente in grado di costruire differenti titoli finanziari e forme di business.

Scrive J.B.Foster in [10] "Da settembre a novembre 2021, in sovrapposizione ai negoziati della Conferenza sui cambiamenti climatici del 2021 a Glasgow si sono verificati tre principali sviluppi correlati: (1) la creazione della Glasgow Financial Alliance for Net Zero che abbraccia la maggior parte della finanza capitalista globale; (2) l'approvazione degli elementi chiave dell'articolo 6 dell'accordo di Parigi, con la creazione di regole finanziarie unificate per i mercati globali di scambio di carbonio; e (3) l'annuncio che la Borsa di New York, insieme all'Intrinsic Exchange Group (IEG) [20], i cui investitori includono la Banca interamericana di sviluppo e la Fondazione Rockefeller, stava lanciando una nuova classe di titoli associati alle società di attività naturali. Come ha detto l'IEG ai suoi investitori, mentre il valore patrimoniale dell'economia mondiale è di 512 miliardi di miliardi di dollari, il valore patrimoniale del capitale naturale della terra è stimato a 4000 miliardi di miliardi di dollari. Su tutto questo, anzi verosimilmente proprio per questo, prende sempre più corpo, specie nei "Summary for policymakers" del Working Group III dell'IPCC, dedicato allo studio delle azioni di mitigazione dei cambiamenti climatici, l'affidamento in forme viepiù pervasive ad azioni future di rimozione del biossido di carbonio dall'atmosfera, basate su tecnologie ancora in fase di sviluppo, rischiose nel loro utilizzo e mai provate in maniera intensiva. Kevin Anderson, John F. Broderick e Isak Stoddard scrivono [21]: "(La) preferenza per le tecnologie future e altamente speculative rispetto alla mitigazione immediata emerge dal nucleo economico dei "modelli di valutazione



Alluvione in Pakista, 2022

integrati" (IAM) che dominano il lavoro di mitigazione dell'IPCC. Anche applicando un tasso di sconto minimo, i costi ipotetici delle tecnologie speculative in un lontano futuro rendono costantemente minori i costi reali di una mitigazione significativa applicata oggi.

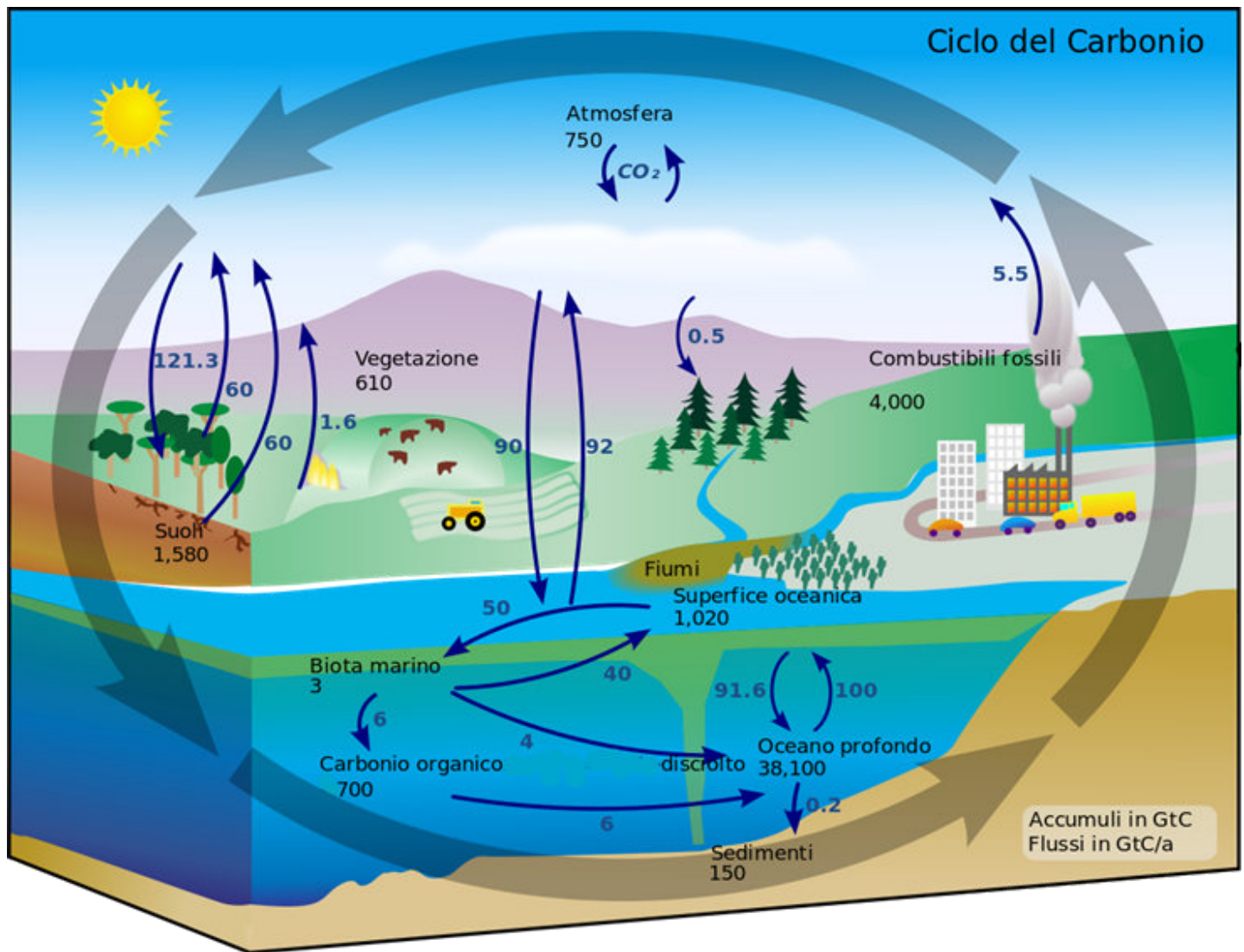
Di conseguenza, questi modelli tipicamente sintonizzano i loro output, implicitamente, verso narrazioni che evitano opzioni di mitigazione che non siano suscettibili di una correzione tecnica". E ancora, in un fondamentale lavoro di analisi [22], centrato sulle cause dei fallimenti nella riduzione dei gas climalteranti, possiamo leggere: "La rapida riduzione delle emissioni, necessaria per controllare il cambiamento climatico in atto, rappresenta una vera minaccia per i modelli di business a breve e medio termine delle società storiche di combustibili fossili e dei relativi interessi acquisiti [23]. Un crescente corpo di letteratura ha delineato come potenti

interessi acquisiti abbiano sviluppato strategie sia per screditare direttamente la scienza sui cambiamenti climatici sia per ritardare in modo più sottile la necessità di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili [24], [25]. Accanto a programmi di disinformazione da parte delle società di idrocarburi [26], [27], tali strategie sono state utilizzate in particolare da gruppi di riflessione negli Stati Uniti, in Australia, nel Regno Unito, in Canada e in Europa, tutti con stretti legami con questo settore [28], [29]".

Non stupisce, dati i risultati che riescono ad ottenere, che le Big Oils non si oppongano a quello che le COP stanno producendo, nei fatti viene loro lasciata la libertà di agire come sempre, con minime azioni di green-washing a coprire la corposa attività reale. Inoltre, come vedremo, la futura implementazione delle tecnologie di rimozione del biossido di carbonio potrebbe spianar loro ancor più la strada, date le competenze da loro acquisite e sviluppate nell'estrazione fossile.

### Gli assorbimenti della CO2 e le emissioni negative

La terminologia “emissioni negative” semanticamente appare come una traslazione, estesa anche in chiave tecnologica, degli assorbimenti che la biosfera, gli oceani e le terre emerse effettuano sulla CO2 atmosferica, operando da “sink” naturali attraverso i differenti equilibri chimici che sono attivi, su differenti scale di tempo, tra le diverse componenti del sistema terrestre. Il fenomeno ha una sua rilevanza positiva, in quanto a fronte di emissioni globali pari a ben 310 parti per milione (ppm) [30] valutate come presenti nel 1850, gli 285 ppm iniziali della concentrazione del gas in aria sono saliti a “solo” 411 ppm nel 2020 [31]. In Figura 6 è schematizzato il ciclo del carbonio nell’ecosistema terrestre.







**Figura 6.** Schematizzazione dell’entità degli scambi che il carbonio effettua in differenti forme chimiche e fisiche tra l’atmosfera, la geosfera e la biosfera. La numerazione si riferisce a miliardi di tonnellate (Gt) di carbonio. 1 Gt di carbonio corrisponde in atmosfera a 0.47 ppm o a 3.67 Gt di CO2 (diossido di carbonio). Immagine originale Kevin Saff Vector: FischX, Public domain, via Wikimedia Commons

Gli impegni assunti dall'Accordo di Parigi sono pensati come principalmente ottenibili attraverso il meccanismo dei prezzi. Di qui il sistema dell'emissions trading, secondo il quale l'aumento del prezzo delle emissioni avrebbe prodotto una crescita delle tecnologie sostenibili sostitutive di quelle fossili in grado di guidare il cambiamento tecnico e conseguentemente l'abbattimento delle emissioni. Poiché, al contrario di quanto postulato, le emissioni non hanno tuttavia dato cenni di inversione strutturale, i modelli proposti dall'IPCC hanno vieppiù incrementato il loro affidamento su un diffuso utilizzo di tecnologie di emissioni negative (Negative Emissions Technologies, NET), come già detto in generale via di sviluppo, rischiose negli effetti reali e mai provate su scala globale. Nei report emessi dal Working Group III dell'IPCC tutti i percorsi previsti per l'azzeramento delle emissioni vedono un più o meno rilevante ricorso alle NET. Tale ricorso è nei fatti diventato la chiave di volta dell'intero schema di mitigazione sviluppato.

In Figura 8 sono sommariamente riportate le principali tecnologie di emissioni negative, suddivise in funzione dei sistemi naturali oggetto dell'intervento. Scorrendo tra le tecnologie esposte figura accanto ad una serie di soluzioni presuntivamente "basate sulla natura" una seconda serie di soluzioni definite "tecnologiche", ma in realtà entrambi i gruppi comprendono intensivamente contenuti tecnologici. Centrali, nelle "nature based solutions", ben oltre le soluzioni di ambientalmente corretta gestione dei suoli, dei processi agricoli e della forestazione (*Agriculture, Forestation and Other Land Use,*

AFOLU) sono le bioenergie, consistenti nell'utilizzo di biomassa o di carburanti ottenuti da biomassa, per ottenere impatti ritenuti nulli sulle emissioni (in quanto viene emessa l'anidride carbonica precedentemente assorbita dalla biomassa) o negativi, se al processo di combustione viene accoppiato un processo di cattura, rimozione e deposito del carbonio (*Bioenergy with Carbon Capture and Storage, BECCS*). Poiché gran parte delle strategie NET sono centrate sulle bioenergie [32], risulta significativo valutare lo schema esposto in Figura 8, dove è riportata una catena di valore che si può costruire a partire dalla biomassa. Come si vede lo sfruttamento della biomassa può disegnare un articolato schema di business totalmente all'interno di un modello di "capitalismo verde". Escludendo altri impatti pure presenti, a consumi di energia costanti, l'utilizzo delle bioenergie comporterebbe la necessità di coltivazione allo scopo di una superficie globale pari a ben metà delle terre attualmente destinate all'agricoltura. E questo non appare proprio un modello sostenibile.

Accanto alla BECCS, una tecnologia molto affascinante quanto immaginifica nei suoi effetti è la cattura diretta della CO<sub>2</sub> dall'aria. Il processo avviene convogliando enormi volumi di aria su substrati in grado di fissare la CO<sub>2</sub> lasciando inalterato il resto contenuto nell'aria. Successivamente si induce il rilascio del gas per avviarlo verso successivi trattamenti. Tra questi, come per le bioenergie, il Carbon Capture and Storage risulta dominante, essendo tecnologia abilitante in entrambi i casi. Nella Scheda I è riportata una breve nota sul Carbon Capture and Storage.

	Oggetto dell'intervento	Modalità di intervento	
	Sistemi forestali	AFOLU	Nature Based Solutions
		BECCS (Bioenergy with CCS)	
		Biochar	
	Suoli	Enhanced weathering	Technological solutions
	Oceani	Artificial upwelling	
		Ocean Fertilization	
		Alkalinity enhancement	
	Atmosfera	Direct Air Capture	

**Figura 7.** Schema rappresentativo delle Negative Emissions Technologies e dei sistemi planetari oggetto dell'intervento.

- *AFOLU. Agriculture, Forestry and Other Land Use* (Agricoltura, Silvicultura ed altri usi del suolo). Interventi sulle modalità agricole, nuove forestazioni e riforestazioni e sull'uso dei suoli al fine di incrementarne il contenuto di carbonio.
- *BECCS. Bioenergy with Carbon Capture and Storage.* Utilizzo di biomassa per produrre energia da combustione, abbattimento della CO<sub>2</sub> emessa e suo deposito ad alta pressione in siti geologici.
- *Biochar.* Il *biochar* è una sostanza carboniosa che si ottiene per pirolisi di biomassa. Si presume che possa essere utilizzato con successo come ammendante nei suoli, favorendone la fissazione del carbonio nella materia organica. Altri prodotti della pirolisi con cui si ottiene il *biochar* sono effluenti gassosi o liquidi, utilizzabili come "biocombustibili".
- *Enhanced Weathering.* Il *Weathering* è il fenomeno naturale di erosione delle rocce che avviene a causa della pioggia. Le rocce silicatosi vengono trasformate in carbonati ed erose, con strascinamento dei carbonati sviluppati negli oceani. Si pensa di accelerare ed incrementare il fenomeno disperdendo sui suoli ed esponendo agli agenti atmosferici minerali silicatosi precedentemente estratti in cava o in miniera e successivamente finemente macinati per aumentarne la reattività superficiale
- *Artificial Upwelling.* Il termine *upwelling* definisce la risalita delle acque oceaniche profonde. Il suo incremento artificiale mira a trasportare l'acqua profonda ricca di nutrienti in superficie per stimolare la crescita del fitoplancton (e della successiva catena alimentare).



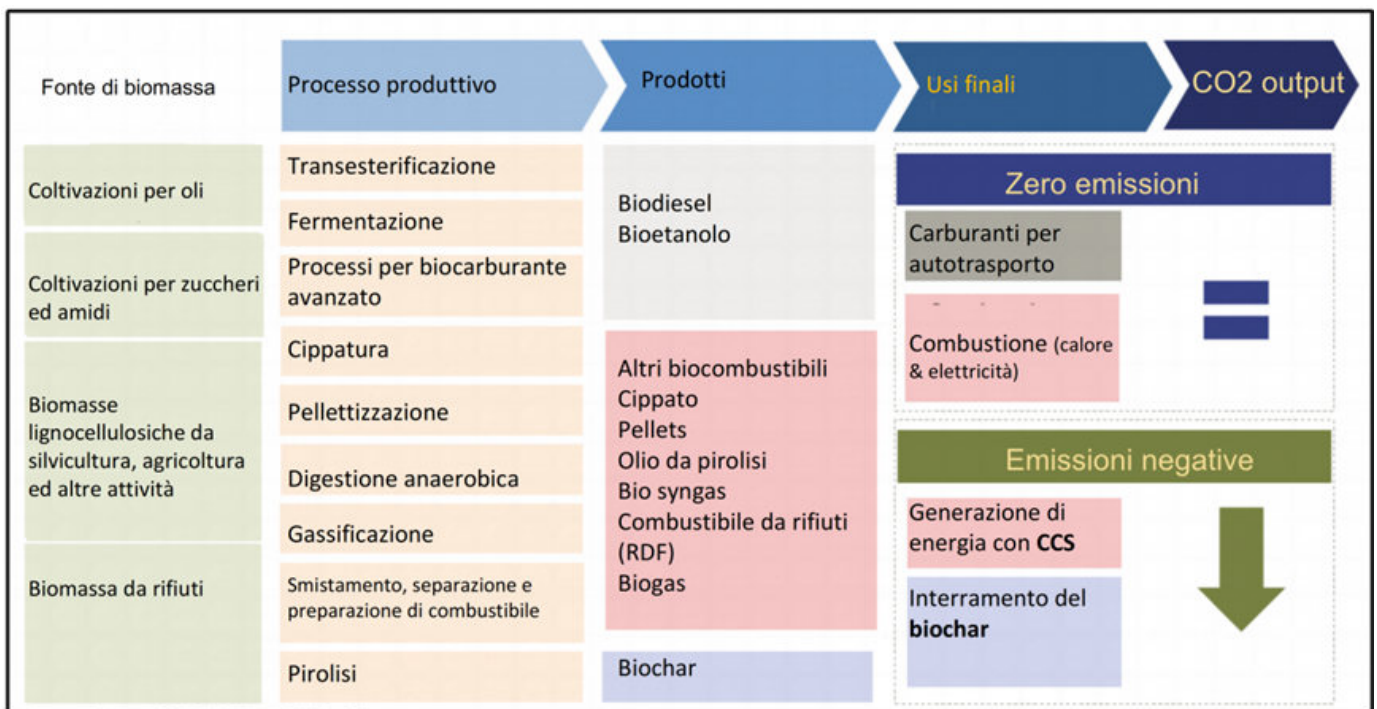
Il *fitoplancton* dovrebbe assorbire CO<sub>2</sub> atmosferica immagazzinando carbonio fissandolo sui fondali una volta morto.

- *Ocean Fertilization*. Si pensa di stimolare gli effetti di arricchimento in fitoplancton attraverso l'inserimento di nutrienti negli oceani.
- *Alkalinity Enhancement*. Le grandi quantità di CO<sub>2</sub> assorbite dall'oceano ne stanno determinando una acidificazione che ne

diminuisce le capacità di cattura.

Si pensa di ovviare a tale acidificazione immettendo nei mari dei prodotti chimici a carattere alcalino, così da bilanciarne l'acidificazione.

- *Direct Air Capture*. Tecnologia di rimozione della CO<sub>2</sub> direttamente dall'aria. La CO<sub>2</sub> rimossa viene successivamente immessa nel sottosuolo ad alta pressione od utilizzata per scopi industriali.



**Figura 8.** La catena di valore delle bioenergie.



## Il Carbon Capture and Storage

Il *Carbon Capture and Storage* (CCS) è un processo sviluppato dall'industria petrolifera da più di 50 anni, atto a recuperare riserve fossili nei pozzi depleti. La tecnica (chiamata al tempo *Enhanced Oil Recovery*, EOR) implica il pompaggio di CO<sub>2</sub> pressurizzata nei giacimenti in via di esaurimento per effettuare il recupero di petrolio altrimenti inaccessibile, aumentando in questo modo notevolmente la produzione fossile. Operando una rimozione della CO<sub>2</sub> (*Carbon Dioxide Removal*, CDR) a valle dei processi che la generano, o attraverso la cattura diretta dall'aria, questa può essere successivamente liquefatta per compressione, trasportata in siti specifici ed infine pompata sottoterra in formazioni geologiche, come giacimenti di petrolio o gas, falde acquifere saline o anche nelle profondità marine dove le alte pressioni dell'acqua la manterrebbero bloccata. Verrebbe così realizzato un contenimento fisico, per uno stoccaggio a lungo termine, almeno nelle intenzioni. Battezzata *Carbon Capture and Storage*, la tecnologia è pienamente assunta dall'IPCC, sin dal 2005 [33]. Resta dubbia (se non irrealistica, la possibilità di evitare che la CO<sub>2</sub> confinata trovi possibili vie di fuga verso la superficie, pericolosa anche a causa delle capacità asfissianti della CO<sub>2</sub>).

L'abbattimento del carbonio dai siti di produzione avviene mediante processi chimico-fisici, che richiedono a loro volta energia per il recupero del gas separato. Date le sue competenze tecnologiche, candidata naturale nella implementazione del CCS è l'industria petrolifera. L'applicazione del CCS alla produzione energetica da fossili comporta un incremento di circa il 40% dei consumi, con relativi costi. Questo, almeno per il momento, non ha permesso una reale diffusione della tecnologia, che nei fatti non è andata oltre l'implementazione di alcuni siti pilota, anche a causa dei costi, valutati attorno al 40% del costo del combustibile fossile. Ma la situazione è in evoluzione, come si può intuire, anche in funzione dei meccanismi in discussione tra le parti.

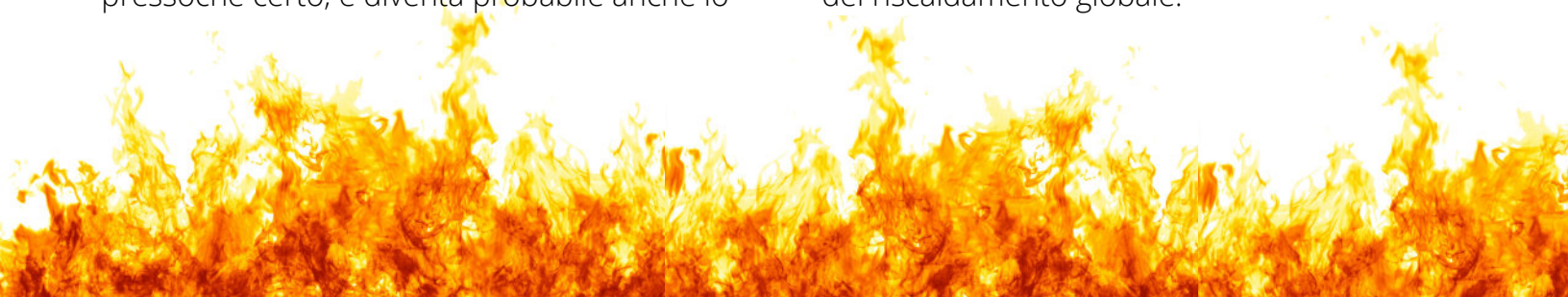
Un metodo per rientrare dei costi del CCS consiste nell'utilizzare la CO<sub>2</sub> catturata per attività e prodotti a valore aggiunto che la blocchino per tempi di entità variabile. In questo caso la tecnologia prende il nome di CCUS, dove la U sta per utilizzo (*Utilization*). Si va dall'utilizzo del gas per le bevande gasate (!), o al suo impiego come reagente chimico, per la produzione di "carburanti sostenibili" (che nel loro utilizzo la riemetteranno), polimeri, manufatti di breve o di lungo utilizzo od altro.

## Le emissioni non si stanno riducendo

La Figura 3 riporta i tassi di riduzione delle emissioni necessarie per rimanere all'interno di 1.5 °C di aumento di temperatura previsto dagli Accordi di Parigi. La figura schematizza il decremento delle emissioni a partire dal 2020, ma ad oggi, fatta salva la crisi dei consumi energetici conseguente all'epidemia Covid 19, le emissioni continuano indisturbate sullo stesso trend attorno a 40 miliardi di tonnellate annue. Supponendo ottimisticamente una poco probabile stazionarietà delle emissioni ai livelli attuali si può tentare un esercizio che ci permetta di quantificare gli effetti di uno spostamento in avanti dell'inizio del percorso di riduzione delle emissioni di 10 o 20 anni, mantenendo costante l'entità di 2 miliardi di tonnellate annue. Per un decremento che iniziasse nel 2030, avremmo uno sfioramento di 400 miliardi di tonnellate oltre il carbon budget, con azzeramento delle emissioni nel 2050, mentre per un dilazionamento al 2040, avremmo 800 miliardi di tonnellate in più ed un azzeramento nel 2060.

Le due situazioni sarebbero dell'ordine di grandezza dei carbon budget relativi agli incrementi di temperatura di 1.7 e 2 °C, supposti con una probabilità del 50% , riportati nell'inserito di Figura 2 ed ottenuti su dati IPCC. Ragionando in termini di condizioni realistiche, è estremamente poco probabile che venga quantomeno stabilizzata l'entità delle emissioni nel futuro vicino. Lo sfioramento dal limite di 1.5 °C è già ora pressoché certo, e diventa probabile anche lo

sfioramento dei 2 °C di incremento di temperatura. A questo punto, se si vogliono evitare effetti su scala globale imprevedibili ed imprevedibili la necessità degli interventi tecnologici di rimozione diventa ineludibile, di entità tanto più rilevanti quanto più tardi si avvierà il percorso di decarbonizzazione, con buona pace per la rischiosità e la non provata efficacia su scala globale delle tecnologie relative. Per quanto riguarda i siti geologici per lo storage, un recente lavoro [34] ha valutato la loro entità tale da poter accumulare circa 168 miliardi di tonnellate nei pozzi petroliferi depleti e ben 1914 miliardi di tonnellate in formazioni acquose saline profonde, dette acquiferi salini. Poiché tutti i processi di rimozione sono energivori, è verosimile che le quantità di energia suppletiva richiesta allo scopo potranno essere esaudite anche con dei Small Modular Reactors [35], attualmente la frontiera tecnologicamente più realistica dell'industria nucleare mondiale che sta molto operando per darsi un nuovo "passaporto di sostenibilità". Le NET non vedono ancora una valutazione stabile né delle entità del potenziale estrattivo né dei costi economici e di implementazione (Tabella I). E tuttavia, già oggi, le quotazioni della CO2 [36] presso i mercati obbligatori dell'*Emission Trading System* (vedi tabella II, con valori riferiti a fine agosto 2022) stanno alimentando il mercato delle compensazioni (*Offsets e CDM*) tanto fiorente quanto inutile ai fini del contenimento del riscaldamento globale.





**Tabella I. Costi e potenziale delle NET**

Tecnologia	Costo	Potenziale
	\$/tCO <sub>2</sub>	GtCO <sub>2</sub> /anno
Afforestazione e riforestazione	5–50	0.5–3.6
Fertilizzazione degli oceani	23–111	2.6–6.2
Artificial upwelling	N/A (alto)	0–0.9
Alcalinizzazione degli oceani	10–600	2–20
Enhanced weathering	50–200	2–4
Sequestro del carbonio nei suoli	-45–100	2.3–52
Biochar	30–120	0.3–2
BECCS	100–200	0.5–5
DAC	600–1000	0.002 (2024) 0.085 (2030) 1 (2050)

**Tabella II. Il mercato del carbonio**

Quotazioni delle emissioni per tCO <sub>2</sub> (al 29/08/2022)	
Mercati regolati	
Unione Europea	€89.45
California	\$28.01
Australia (Dollari australiani)	\$28.75
Nuova Zelanda (Dollari neozelandesi)	\$86.65
Sud Corea	\$20.22
Mercati volontari	
Compensazioni aviazione	\$4.19
Compensazioni naturali	\$9.48
Compensazioni tecnologiche	\$2.37

## **Il disegno di una poco piacevole prospettiva e un tentativo di conclusione**

Come visto, l'intera logica delle COP spinge nella direzione di interventi "di mercato". Sarà il mercato che potrà dare, una volta unificate le regole come iniziato nella COP26, la spinta necessaria all'incremento delle tecnologie. Sarà la crescente quotazione della CO2 nei mercati ETS, una volta unificati, a rendere possibile perché vantaggioso l'utilizzo delle tecnologie NET. Certo, c'è un grado di rischio, ma su questo "si può intervenire". Intervento privato, tecnologie e intervento pubblico a supporto del privato è la reale strategia, assolutamente alla luce del sole, se ci si ferma a volerla leggere. Tutto questo bene si evince dalle dichiarazioni alla conferenza stampa [37] tenuta da Mario Draghi e Roberto Cingolani il primo novembre 2021, dopo l'intervento del presidente del consiglio alla COP26: "Se si riesce a portare dentro i capitali privati nella lotta al cambiamento climatico, ci si accorge che non ci sono vincoli finanziari. Le disponibilità del settore privato, delle grandi istituzioni finanziarie internazionali, le banche, ammontano a decine di trilioni (miliardi di miliardi, ndr) di dollari. Cosa è necessario per mobilitare questi investimenti? È necessario che il settore pubblico aiuti questo denaro privato a suddividere il rischio". E ancora il ministro alla Transizione Ecologica Cingolani "C'è una percezione diffusa che a 'tecnologia costante' il raggiungimento dell'uno e cinque e persino del 2, è comunque un raggiungimento faticoso. Credo che questo sia emerso molto chiaramente oggi, ne parlavano tutti.

Questo ha portato in diverse fasi dell'interlocuzione a parlare del fatto che uno dei modi migliori per accelerare la transizione è che, come abbiamo fatto uno sforzo globale sul vaccino - che in tempi record siamo arrivati ad una soluzione quasi globale (sic!, ndr) anche per questo problema del riscaldamento globale si debba fare uno sforzo simile. (...) Tutti sanno che non sarà possibile raggiungere "zero emissione", bisognerà per forza compensarle oltre un certo livello, ma la tecnologia ha molto tempo per sviluppare metodi che sono più intelligenti."

Un assoluto fideismo contemporaneamente tecnicista e liberista, nella versione "sistema pubblico mallevatore" di un mercato da sviluppare, pienamente condiviso dall'intero gruppo dei paesi maggiormente sviluppati. E quindi, invece che un sistema di approvvigionamento energetico lineare come quello che deriva dalla piena implementazione delle fonti rinnovabili ci si avvia ad una decarbonizzazione compatibile con gli asset delle compagnie fossili. Un rilevante uso di tecnologie di rimozione del carbonio, abilitate attraverso una finanziarizzazione verde del pianeta, rischierà di farci arrivare ad un sistema energetico come quello ipotizzato nella successiva Figura 8, almeno per chi se lo potrà permettere.

E se tutto questo non dovesse avere successo, in secondo piano nella discussione fino ad ora esplicita, si profila anche il ricorso a tecnologie di georingegneria [38] atte allo schermamento

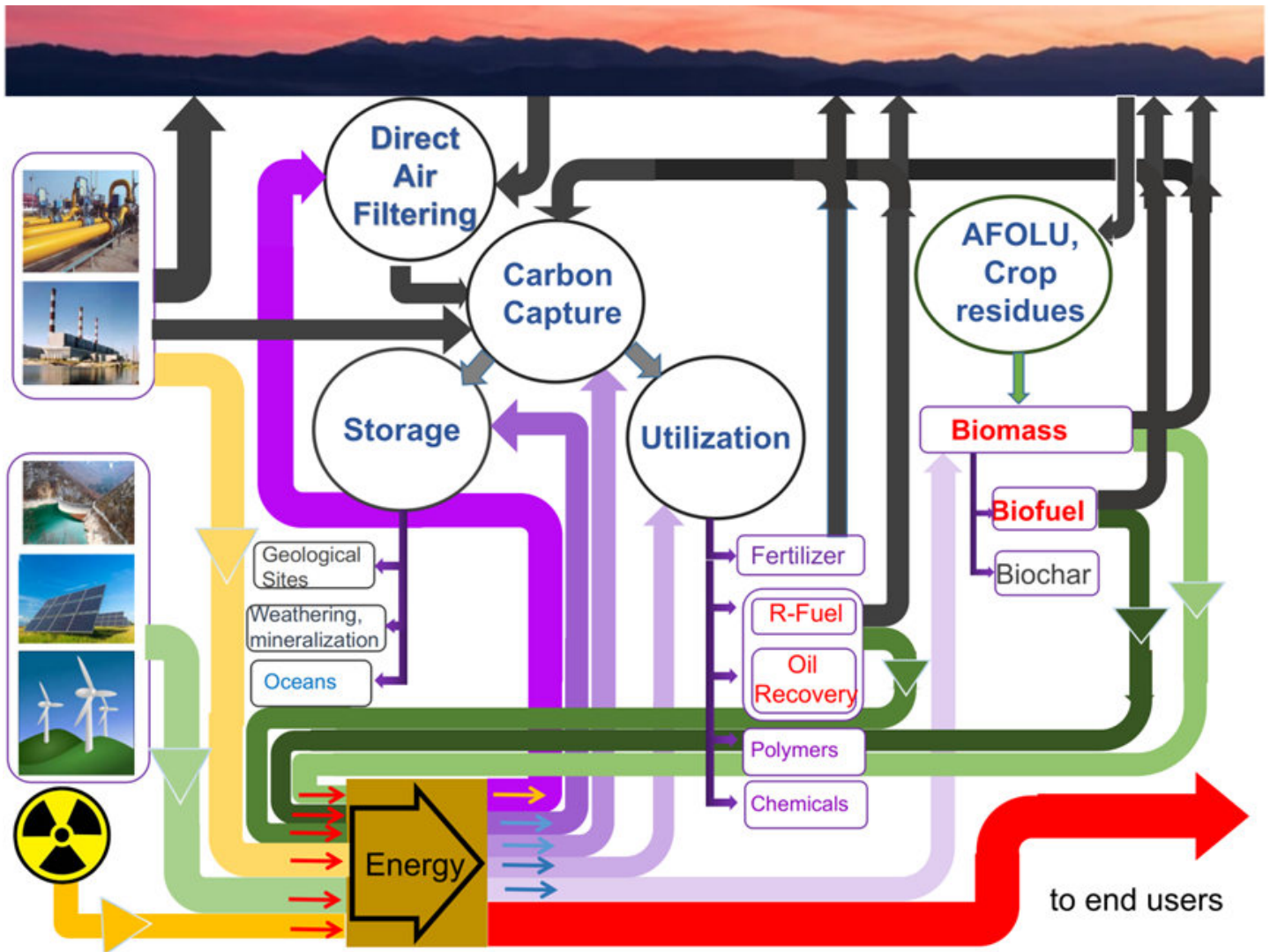
diretto della radiazione solare, con specchi spaziali in orbita, interventi sulla stratosfera, sulle nuvole, sulla riflettività di alberi ed oceani. In ogni caso con buona pace per gli ecosistemi, essendo la logica comune quella di vedere il pianeta come un unico grande oggetto tecnologico da poter manipolare a piacimento.

Le impostazioni che vengono a delinearsi nella lotta ai cambiamenti climatici non sono semplicemente insufficienti, ma giacciono sulle stesse linee di azione che hanno condotto il pianeta nello stato attuale.

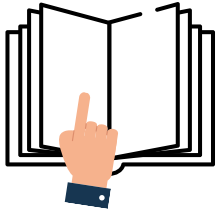
E' evidente la necessità di un radicale ripensamento del nostro modello economico, oramai generalizzato su scala globale, con la costruzione contemporanea di nuovi modelli di relazione tra gli uomini e con la natura di cui siamo parte. Sul piano sociale, una ritrovata capacità di autoorganizzazione dal

basso, con l'implementazione e la diffusione non solo di tecnologie energetiche rinnovabili, ma anche di nuovi modelli di produzione e consumo. In altre parole uscire fuori dal circuito di valorizzazione economica della merce energia e dal ricatto permanente nei confronti dei lavoratori, ingabbiati nella parabola "produci-consuma-crepa" cui la stragrande maggioranza di tutti noi sembra esser condannata. La rottura degli schemi ideologici oggi dominanti, compresa la rivendicazione di un reddito di base incondizionato ed universale atto a gestire la necessaria decelerazione [39] sottraendo i lavoratori dal continuo ricatto operato non solo dalle compagnie fossili, ma dall'intero sistema economico, è una delle strade maestre per dare avvio alla necessaria quanto ineludibile riduzione dell'impronta ecologica che imprimiamo sul pianeta.



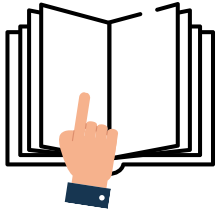


**Figura 9.** Rappresentazione schematica di un teorico sistema energetico a emissioni zero netto con implementazione di differenti fonti di alimentazione primaria e pieno dispiegamento delle tecnologie Carbon Capture and Storage (CCS), Carbon Capture Utilization and Storage (CCUS), Bioenergy with CCS (BECCS) e Direct Air Capture (DAC). Si evidenzia una coesistenza tra differenti fonti primarie di energia rinnovabile (flussi verdi) e non rinnovabile (flussi gialli). Le differenti fonti di alimentazione concorrono alla prodizione totale di energia, parte consistente della quale (flussi viola) serve ad alimentare le tecnologie di rimozione del biossido di carbonio (flussi grigi). L'energia disponibile per gli utenti finali è rappresentata dal flusso rosso.



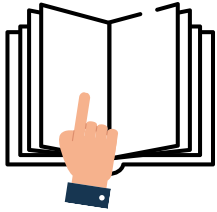
## Note & Riferimenti

- [1] La COP è l'organo decisionale della United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Tutti gli Stati che aderiscono alla sono rappresentati nella COP, durante la quale esaminano l'attuazione della Convenzione e qualsiasi altro strumento giuridico che la COP adotta e prendono le decisioni necessarie per promuovere l'effettiva attuazione della Convenzione, comprese le disposizioni istituzionali e amministrative. Un compito fondamentale della COP è quello di rivedere gli inventari nazionali delle comunicazioni e delle emissioni presentati dalle Parti. Sulla base di tali informazioni, la COP valuta gli effetti delle misure adottate dalle Parti e i progressi compiuti nel conseguimento dell'obiettivo finale della Convenzione. La COP si riunisce ogni anno, a meno che le Parti non decidano diversamente. La prima riunione della COP si è tenuta a Berlino, in Germania, nel marzo 1995. (<https://unfccc.int/process/bodies/supreme-bodies/conference-of-the-parties-cop>)
- [2] La United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCC) è una convenzione internazionale istituita nel 1992, quale risultato della Conferenza di Rio sull'Ambiente e sullo Sviluppo delle Nazioni Unite (UNCED), nota anche come Summit della Terra. Scopo dichiarato del trattato è quello di “prevenire interferenze antropogeniche pericolose con il sistema climatico terrestre”.
- [3] Si scorra a titolo di esempio la lista dei partecipanti alla COP 26, consultabile all'indirizzo [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/PLOP\\_COP26.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/PLOP_COP26.pdf) (sito consultato in data 26 agosto 2022).
- [4] L'Accordo di Parigi è un documento sottoscritto da 195 paesi partecipanti alla COP 21, tenuta nel 2015 a Parigi. L'Accordo di Parigi propone di limitare la crescita della temperatura media globale “ben al di sotto dei 2 gradi centigradi”, entro la fine del secolo, rispetto ai livelli pre-industriali. L'Accordo chiede alle parti fare tutto ciò che è possibile “per tentare di non superare gli 1,5 gradi”.
- [5] S.Arrhenius. On the influence of carbonic acid in the air upon the temperature of the ground. The London, Edinburgh, and Dublin Philosophical Magazine and Journal of Science Series 5, 41 (251) (1896)



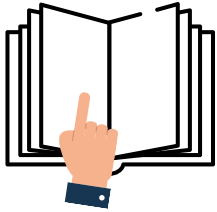
## Note & Riferimenti

- [6] L'IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) nel 1988 è un organismo la cui costituzione è stata promossa dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO, World Meteorological Organization) e dal Programma Ambientale delle Nazioni Unite (UNEP, United Nations Environmental Program), e successivamente ratificato dall'assemblea generale dell'ONU. L'IPCC è governato dai suoi stati membri (e non dall'assemblea dell'ONU), che eleggono un ufficio di scienziati per la durata di un ciclo di valutazione; l'ufficio seleziona esperti nominati da governi e organizzazioni di osservatori per preparare i rapporti dell'IPCC. Data la sua costituzione, l'influenza dei governi all'interno dell'IPCC è stata sin dall'inizio ed tuttora è di dimensioni non trascurabili.
- [7] Il riferimento a 2 °C di aumento della temperatura media globale come limite massimo non è casuale: al di là di tale valore si verifica una impossibilità a prevedere i fenomeni fisici che ne deriverebbero, compresa la possibilità di fenomeni catastrofici
- [8] <https://ourworldindata.org/co2-emissions#global-co2-emissions-from-fossil-fuels-and-land-use-change> (sito consultato in data 29 agosto 2022).
- [9] R.B.Jackson et al. Global fossil carbon emissions rebound near pre-COVID-19 levels. *Environ. Res. Lett.* 17 (03) 1001 (2022). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac55b6>.
- [10] J.B.Foster. Nature as a Mode of Accumulation: capitalism and the Financialization of the Earth. *Monthly Review*, 73, 10 (2022). <https://monthlyreview.org/2022/03/01/>.
- [11] IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of WG I to the Sixth Assessment Report*. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>.
- [12] Adattamento da Global Carbon Project su dati IPCC 2021. <https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget>
- [13] M.A.Martin et al. Ten new insights in climate science 2021: a horizon scan. *Global Sustainability* 4, e25, 1 (2021). <https://doi.org/10.1017/sus.2021.25>.
- [14] <https://youtu.be/FPuHxln3BK8?t=327>
- [15] IEA, Net Zero by 2050. IEA, Paris (2021). <https://www.iea.org/reports/net-zero-by-2050>.
- [16] <https://www.irena.org/Statistics/View-Data-by-Topic/Capacity-and-Generation/Statistics-Time-Series> (sito consultato in data 29 agosto 2022).
- [17] <https://www.theguardian.com/environment/ng-interactive/2022/may/11/fossil-fuel-carbon-bombs-climate-breakdown-oil-gas>.



## Note & Riferimenti

- [18] K.Kühne et al. "Carbon Bombs" - Mapping key fossil fuel projects. *Energy Policy*, 166112950 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2022.112950>
- [19] A.Montebugnoli et al. Carbon Bombs. La questione dei fossili vista da vicino. <https://centroriformastato.it/carbon-bombs-la-questione-dei-fossili-vista-da-vicino>.
- [20] <https://www.intrinsicexchange.com/>.
- [21] ] K.Anderson et al. A factor of two: How the mitigation plans of 'climate progressive' nations fall far short of Paris-compliant pathways. Appendix A. Role of Negative Emissions Technologies. *Climate Policy*, 20(10), 1290 (2020). <https://doi.org/10.1080/14693062.2020.1728209>.
- [22] I.Stoddard et al. Three Decades of Climate Mitigation: Why Haven't We Bent the Global Emissions Curve?. *Ann. Rev. of Env. and Res.*, 46, 653 (2021). <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-environ-012220-011104>.
- [23] E.Moe. *Renewable Energy Transformation or Fossil Fuel Backlash: Vested Interests in the Political Economy*. Palgrave Macmillan, London 2015.
- [24] R.E.Dunlap , A.M.McCright. *Challenging climate change: the denial countermovement*. In "Climate Change and Society". Oxford Univ. Press, New York, 2015.
- [25] M.Boon. A climate of change? The oil industry and decarbonization in historical perspective. *Bus. Hist. Rev.* 93(1), 101 (2019)
- [26] M.Grasso. Oily politics: a critical assessment of the oil and gas industry's contribution to climate change. *Energy Res. Soc. Sci.* 50, 106 (2019)
- [27] B.Franta. Early oil industry knowledge of CO<sub>2</sub> and global warming, *Nat. Clim.Change* 8, 1024 (2018).
- [28] J.Farrell. Network structure and influence of the climate change counter-movement. *Nat. Clim. Change*, 6, 370 (2016).
- [29] M.Hudson M. Enacted inertia: Australian fossil fuel incumbents' strategies to undermine challengers. In "The Palgrave Handbook of Managing Fossil Fuels and Energy Transitions" (G.Wood, K.Baker eds), pp. 195–222. Palgrave Macmillan, Cham, Switzerland, 2020.
- [30] 1 ppm corrisponde, nel caso in esame, ad 1 cm<sup>3</sup> su un totale di 1000 litri. Nel casso della CO<sub>2</sub> 1 ppm corrisponde a 2.13 e 7.82 miliardi di tonnellate (Gt) di carbonio e di anidride carbonica rispettivamente.



## Note & Riferimenti

- [31] The global Carbon Project, Carbon Budget 2021. Aprile 2022.  
<https://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget/>
- [32] IPCC, 2018: Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. <https://doi.org/10.1017/9781009157940.001>
- [33] IPCC, 2005. IPCC Special Report on Carbon Dioxide Capture and Storage. Prepared by WGIII of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York.  
[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs\\_wholereport-1.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/srccs_wholereport-1.pdf)
- [34] (Y.M.Weï et al. A proposed global layout of carbon capture and storage in line with a 2 °C climate target. Nat. Clim. Chang. 11, 112 (2021).  
<https://doi.org/10.1038/s41558-020-00960-0>
- [35] D.T.Ingersoll, M.D.Carelli (eds.). Handobook of Small Nuclear Modular Reactors (second edition). Woodhead Publishing, 2020
- [36] <https://carboncredits.com/>
- [37] <https://www.governo.it/it/articolo/cop26-conferenza-stampa-del-presidente-draghi-e-del-ministro-cingolani/18449>
- [38] D.G.MacMartin et al. Solar geoengineering as part of an overall strategy for meeting the 1.5 °C Paris target. Phil. Trans. R. Soc. A 376: 20160454,  
<http://dx.doi.org/10.1098/rsta.2016.0454>.
- [39] A.Goehler (ed.). BasicIncome | Livelihood. Parthas Verlag Berlin (2020). ISBN: 978-3-86964-125-6