



CLUB DIRIGENTI TECNICI



Il 24 ottobre 2024 si è svolto presso l'Energy Center del Politecnico di Torino in V. Borsellino 38 il 1° appuntamento del ciclo tematico dal titolo "SOS Pianeta Terra - Transizione Energetica" che ha lo scopo di illustrare le sfide urgenti legate alla sostenibilità ambientale e alla transizione energetica attraverso interventi di esperti del settore.

In questo 1° appuntamento tre relatori hanno esposto alcuni aspetti dello scenario complessivo che ha dato il titolo al ciclo in questione:

> **Giuliano Antoniciello**, della startup innovativa torinese **CarpeCarbon**, ha presentato la propria tecnologia, brevettata con il supporto dello Studio Torta - Socio Sostenitore del CDT - per la decarbonizzazione dell'atmosfera

> **Benedetta Peiretti**, dell'**Energy Department** del Politecnico di Torino, ha illustrato uno Studio sulle emissioni di CO<sub>2</sub> di un bus urbano durante la sua intera vita prevista, confrontando le emissioni ottenute con diverse tipologie di trazione (diesel, ibrido/diesel, ibrido/idrogeno, ibrido/fuel cell, bev)

> **G. Saiu** ha illustrato per **Newcleo** come funzionano e quali vantaggi hanno rispetto a quelli più tradizionali i piccoli "Reattori Modulari Avanzati" (AMRs - Advanced Modular Reactors) di loro ideazione, con taglie standard fino a 200 MWe, a uranio naturale (U238), che utilizzano neutroni veloci e raffreddati a piombo liquido.

L'incontro ha visto anche un intervento conclusivo del **Prof. Borchiellini**, Referente del Rettore per l'**Energy Center**, con delle considerazioni interessanti ed istruttive concernenti l'effettiva possibilità di conseguire nei tempi previsti gli ambiziosi obiettivi della Green Economy, obiettivi richiedono molte risorse e un grande impegno!

Ha moderato l'incontro il vicepresidente Nicolò Amadesi cominciando da una presentazione del club grazie ad un contributo video istituzionale seguita dall'introduzione del presidente Marco Mattioli sulle attività e prospettive del club per l'anno prossimo.



**ING. AMADESI NICOLÒ (VICEPRESIDENTE CDT)**



**ING. MATTIOLI MARCO (PRESIDENTE CDT)**

Per introdurre i relatori e dunque il tema della serata, il moderatore Amadesi Nicolò ha proposto il concetto della "coperta termica" costituita da gas serra che avvolge il pianeta terra e che ha contribuito a proteggere la nostra vita e a garantire per millenni lo sviluppo della biodiversità e delle caratteristiche climatiche straordinariamente costanti fino agli inizi del 1900 con una stima in peso di 2.345 miliardi di tonnellate di CO<sub>2</sub> per una popolazione complessiva di 1,6 miliardi di persone.

Il dato significativo è quello che, al giorno d'oggi, con una popolazione di oltre 8 miliardi e dunque a seguito dello sviluppo antropico e industriale cavalcato con estremo vigore dal genere umano, la coperta si è appesantita di oltre 1.000 miliardi di tonnellate (quantità in peso paragonabile a 8 volte l'intero monte Everest), contribuendo all'incremento della temperatura media annua di 0,02°C. Questo significa 2 gradi in cento anni, che può sembrare poco, ma è più che sufficiente a sconvolgere gli equilibri climatici a cui siamo abituati e dunque necessario **CONVERTIRE LA ROTTA**.

Questo concetto introduttivo porta a presentare l'intervento del primo relatore che presenta la sua prospettiva sul tema raccontando un settore in crescita, quello della DACS (direct air capture and storage).

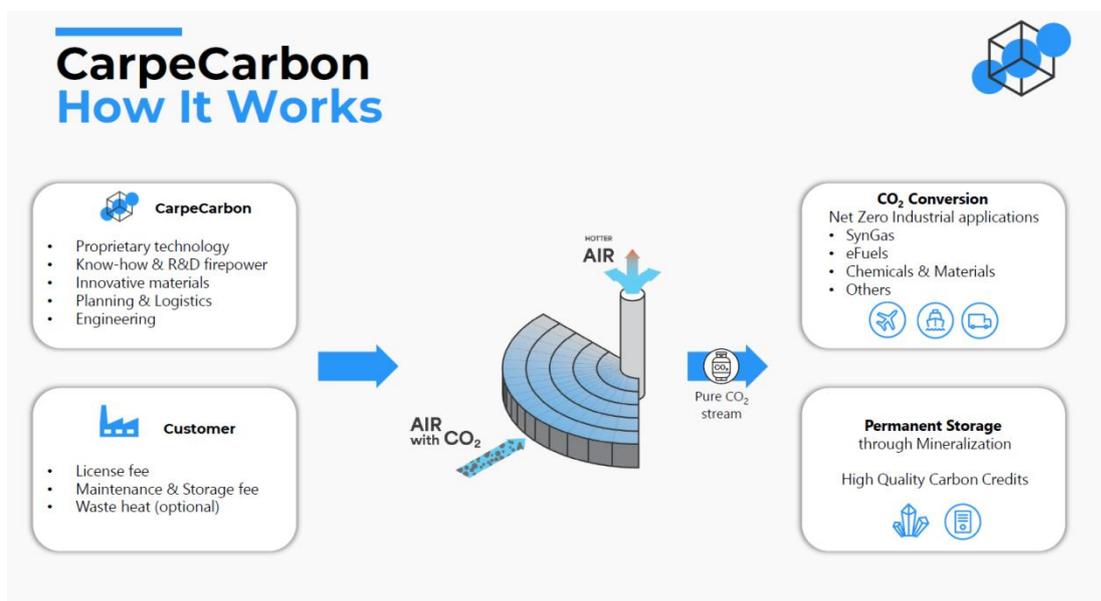
**Giuliano Antoniciello**, della startup torinese **CarpeCarbon**, ha presentato la propria tecnologia, brevettata con il supporto dello Studio Torta - Socio Sostenitore del CDT - per la decarbonizzazione dell'atmosfera.

Per raggiungere gli obiettivi climatici dell'Accordo di Parigi e la neutralità carbonica entro il 2050, la sola transizione energetica non basta più: è indispensabile rimuovere l'anidride carbonica, il principale gas responsabile del cambiamento climatico, già emessa in atmosfera.



**GIULIANO ANTONICIELLO (CARPECARBON)**

Tra le soluzioni più promettenti c'è la Direct Air Capture (DAC), che permette di filtrare l'aria e catturare in maniera efficiente la CO<sub>2</sub>. Tuttavia, le sfide tecnologiche e gli elevati costi energetici ne limitano la scalabilità alle quantità necessarie secondo tutti gli scenari climatici esistenti. CarpeCarbon, prima startup di DAC Italiana si è posta l'obiettivo di superare questi ostacoli, sviluppando una soluzione che renda la DAC efficiente, economica, scalabile e applicabile a un processo di stoccaggio permanente e sicuro della CO<sub>2</sub> tramite mineralizzazione.



Nell'economia di oggi, il servizio offerto da queste tecnologie si traduce nella generazione di crediti di carbonio di alta qualità, sempre più richiesti in un voluntary carbon market in rapida crescita, dove la domanda supera di gran lunga l'offerta, e la direzione che UE e altri attori internazionali stanno seguendo va verso la promozione e la regolamentazione della rimozione di CO<sub>2</sub> tramite queste tecnologie.



In questo senso, il team di CarpeCarbon si sta impegnando per affrontare queste sfide tecnologiche, economiche e sociali e rendere disponibile uno strumento cruciale per raggiungere gli obiettivi globali di decarbonizzazione.

////////////////////////////////////

La 2a relatrice **Benedetta Peiretti**, dell'**Energy Department** del **Politecnico di Torino**, ha illustrato lo Studio sulle emissioni di CO2 di un bus urbano durante la sua intera vita prevista, confrontando le emissioni ottenute con diverse tipologie di trazione (diesel, ibrido/diesel, ibrido/idrogeno, ibrido/fuel cell, bev).



**ING. PEIRETTI BENEDETTA (POLITECNICO)**

Dopo una introduzione sulla decarbonizzazione nella quale ha illustrato in generale dove siamo attualmente e dove vorremmo arrivare, la relatrice ha presentato il caso studio di un bus urbano illustrando i risultati ottenuti nell'analisi delle emissioni durante il ciclo vita del bus e dei relativi costi.

- Circa il 40% dei paesi ha annunciato politiche per ridurre le emissioni di CO2 entro il 2050 e la metà di questi si è posto come obiettivo il cosiddetto NZE (Net Zero Emission Scenario), ma con

le politiche energetiche del Trattato di Parigi nel 2016 si rimarrebbe ai livelli attuali di 37 Gt/y (37 x 10<sup>9</sup> tons/anno) mentre, attuando tutte le politiche annunciate, si arriverebbe a 22 Gt/y 40% di meno utilizzando queste misure e tecnologie:

- efficientamento delle tecnologie esistenti
  - cambio di comportamento degli utilizzatori
  - uso di combustibili rinnovabili invece che fossili
  - tecnologie "CCUS" (Carbon Capture Use and Storage)
- L'elettrificazione dovunque possibile è fondamentale per ridurre l'emissione di CO<sub>2</sub>: si prevede un aumento globale da 23.000 TWh a più di 60.000 TWh, quindi quasi triplicata. L'incidenza dell'elettricità sul consumo globale di energia passerà dall'attuale 20% al 50%
- Nei trasporti, dove l'incidenza dei combustibili fossili è molto alta, l'elettrificazione e l'idrogeno avranno un ruolo chiave (quest'ultimo soprattutto nei camion e nei bus) attualmente responsabili di oltre 1/3 dell'emissione diretta di CO<sub>2</sub> nel settore trasporti
- È tassativo considerare tutte le emissioni di CO<sub>2</sub> durante la vita del veicolo (LCA = Life Cycle Analysis) quelle dirette durante la sua circolazione e quelle indirette dalla produzione allo smaltimento di tutti i materiali e componenti
- Ancora meno agevole è il calcolo dei costi sull'intera vita del veicolo (TCO = Total Cost of Ownership), considerando l'impatto sui costi della sostituzione di un'intera flotta di bus compresi quelli associati alle infrastrutture (es. punti di ricarica batterie o rete distribuzione H<sub>2</sub>)

Vediamo il caso studio analizzato nell'Energy Dept prima citato:

Studio delle emissioni di CO<sub>2</sub> durante l'intera vita di un bus urbano con diverse tipologie di architetture e vettore energetico utilizzato, stimando gli investimenti necessari in termini di costi di produzione e operativi delle diverse tecnologie.

Le tipologie esaminate sono state:

ICEV	= Veicolo tradizionale a combustibile diesel
HEV	= Veicolo ibrido in serie a combustibile diesel
H2-HEV	= Veicolo ibrido con motore a combustione interna idrogeno
FCEV	= Veicolo ibrido con Fuel Cell
BEV	= Veicolo totalmente elettrico a batteria

Per la produzione di idrogeno sono state considerate due tecnologie :

- Steam Methane Reforming (Idrogeno che richiede poca elettricità per essere prodotto)
- Elettrolisi (Idrogeno "verde" che richiede molta elettricità)

Il "Carbon Intensity" (CI) sono i grammi di CO<sub>2</sub> rilasciati per kWh di energia elettrica prodotta in funzione del mix energetico utilizzato allo scopo.

In Europa si va da un CI di 85 gCO<sub>2</sub>/kWh della Francia (determinante l'utilizzo di energia nucleare con oltre il 63% dell'elettricità prodotta da 58 reattori) a un CI di 372 gCO<sub>2</sub>/kWh dell'Italia (oltre il 50% di gas) al CI di 635 gCO<sub>2</sub>/kWh della Polonia (quasi il 70% di carbone!)

Per inciso, la Cina è a 533 gCO<sub>2</sub>/kWh e l'India a 640 gCO<sub>2</sub>/kWh

I risultati dello studio sono sintetizzabili come segue:

- CO<sub>2</sub> emessa durante la fase produttiva del vettore energetico:
  - Diesel e Diesel Ibrido: impatto basso, tecnologie produttive consolidate e ottimizzate
  - Idrogeno Motore e Idrogeno Fuel Cell: impatto medio (circa 2,5 volte quello precedente)
  - Elettrico: impatto alto (circa 8 volte il 1° per la batteria al litio ad alta capacità)
- CO<sub>2</sub> emessa durante l'intera vita del veicolo (produzione + utilizzo):
  - Diesel e Diesel Ibrido: CO<sub>2</sub> prodotta = 1,1 kgCO<sub>2</sub>/km e 0,85 kgCO<sub>2</sub>/km
  - Idrogeno Motore e Idrogeno Fuel Cell: varia in funzione della tecnologia per produrre l'idrogeno; si possono riportare i seguenti valori per il mix relativo all'Italia:
    - Idrogeno da elettrolisi: Motore ~ 1,7 kgCO<sub>2</sub>/km; Fuel Cell ~ 1,4 kgCO<sub>2</sub>/km
    - Idrogeno da SMR: Motore ~ 1 kgCO<sub>2</sub>/km; Fuel Cell ~ 0,8 kgCO<sub>2</sub>/km
  - Nota: per l'idrogeno da elettrolisi la CO<sub>2</sub> emessa è 4 volte più bassa per la Francia dell'Italia e 2 volte più alta per la Polonia; per l'idrogeno da SMR i valori sono solo leggermente più bassi per la Francia e solo leggermente più alti per la Polonia)*
  - Elettrico: dipende dal mix utilizzato per produrre elettricità da 0,33 kgCO<sub>2</sub>/km per la Francia a 0,65 kgCO<sub>2</sub>/km per l'Italia fino a 0,95 kgCO<sub>2</sub>/km per la Polonia

Lo studio condotto porta a concludere che:

L'elettrificazione parziale e il potenziamento dell'idrogeno come vettore energetico sono determinanti per raggiungere uno scenario a bassa/nulla emissione di gas serra

- L'elettrificazione va associata a politiche che modifichino il mix energetico dei diversi paesi mirato ad una produzione di energia elettrica a bassa emissione di CO<sub>2</sub>
- Deve essere tassativamente considerato l'intero sviluppo di una tecnologia, per non rischiare di spostare il problema su un altro settore produttivo o di utilizzo di un prodotto
- Le valutazioni sulle emissioni di CO<sub>2</sub> devono essere legate a valutazione sui costi di introduzione di una nuova tecnologia e all'impatto che ciò avrà sulle filiere già esistenti

////////////////////////////////////7

Il terzo e ultimo relatore, **Ing. Saiu**, ha presentato la proposta innovativa di Newcleo nel settore nucleare, centrata su piccoli "Reattori Modulari Avanzati" (AMRs - Advanced Modular Reactors) di loro ideazione con taglie standard fino a 200 MWe a uranio naturale (U238), che utilizzano neutroni veloci e raffreddati a piombo liquido.



**ING. GIANFRANCO SAIU (newcleo)**

Sono stati illustrati i vantaggi di questa tecnologia, tra cui maggiore sicurezza, elevata efficienza energetica e forte riduzione dei rifiuti nucleari.

E' stata evidenziata l'importanza del nucleare nella decarbonizzazione necessaria per il conseguimento del "net-zero" entro il 2050, ottenibile anche attraverso la realizzazione dei reattori nucleari ideati da Newcleo.

Più specificatamente l'Ing. Saiu ha evidenziato i seguenti fattori:

- Il nuovo nucleare che Newcleo intende realizzare è: pulito, sicuro e sostenibile
- L'energia nucleare gioca un ruolo chiave nel mix della prossima generazione di energia in ottica decarbonizzazione
- I reattori nucleari progettati da Newcleo combinano potenza elettrica e generazione di energia termica
- Eventuale applicazione di questi reattori nel settore dei trasporti, soprattutto quello navale

La proposta Newcleo, start-up fondata a To nel settembre 2021, si articola in due parti:

- progettazione degli AMR già prima citati, reattori di 4° generazione raffreddati a piombo liquido e come combustibile un mix di ossidi di uranio e plutonio chiamato MOX, ricavato dal combustibile già utilizzato nelle centrali nucleari operative oggi, non richiedendo quindi estrazione di nuovo minerale di uranio
- realizzazione di fabbriche per la produzione del MOX necessario per gli AMR

L'uso del piombo liquido come refrigerante e del MOX come combustibile rende questi reattori compatti e intrinsecamente sicuri per via del punto di fusione del piombo di poco più di 300 C° che consente di operare a temperature di oltre 500 C° ancora a pressione atmosferica, oltre che sostenibili e con costi di esercizio contenuti.

Questi reattori sono della tipologia "reattori veloci" in quanto l'accoppiata piombo-MOX consente di utilizzare neutroni non rallentati per la fissione dell'U238 e del PU239 e ottenere una densità di potenza notevolmente superiore di quella dei reattori nucleari tradizionali.

Pertanto il "vessel" - cioè il contenitore del sistema reattore-generatore di vapore per l'azionamento della turbina - ha un diametro di soli 8 metri per la taglia standard di 200 MWe. Le temperature di ingresso/uscita del refrigerante sono rispettivamente di 420 °C e di 530 °C consentendo un'efficienza energetica molto elevata.

La *road-map* prevede la realizzazione nel 2026 di un "precursore" per studio e analisi; nel 2030 di una fabbrica di MOX in Francia; nel 2031 di un "dimostratore" da 30 MWe e nel 2033 del FOAK, First-Of-A-Kind (primo del suo genere) da 200 MWe

Come bilanciare la sicurezza energetica con la sostenibilità ambientale? La terza dimensione da considerare è l'economicità dell'energia, ma è molto difficile ottimizzarle tutte simultaneamente in quanto sono contrastanti fra di loro: un obiettivo plausibile è di riuscirci entro il 2050 con un mix di tipologie per la generazione di energia elettrica a livello globale che prevede la quasi scomparsa dei combustibili fossili a fronte di un incremento previsto di oltre 4 volte del totale di potenza elettrica installata, ossia da circa 8 TWe (1 TeraWatt sono 1.000 miliardi di Watt) a circa 34 TWe mentre per l'energia di origine nucleare da fissione è prevedibile o comunque auspicabile un incremento di circa 3 volte, ossia da 0,4 TWe attuali a circa 1,2 TWe nel 2050. Questo incremento di 0,8 TWe (ossia 800 GWe) corrisponde ad un numero di nuovi reattori che va da 500 a 1.000 (considerando che la taglia media di un reattore nucleare attuale è di circa 1 GWe). Newcleo è convinta della forte competitività dei reattori AMR che si basa, come prima illustrato, sulla loro taglia e modularità (e quindi costruibilità in tempi ridotti), elevata densità di potenza (e quindi dimensioni contenute), produzione di energia elettrica senza CO2 e sostenibilità derivante dall'uso del MOX.

Tenendo presente che la % di energia elettrica è solo il 20 % del totale di energia prodotta, che circa il 75 % dell'energia utilizzata dall'industria è termica e che quest'ultima proviene per il 90 % da combustibili fossili si deduce subito che all'industria non serve solo energia elettrica, ma anche quella termica a temperature spesso molto elevate, cosa che gli attuali reattori non possono fare, ma gli AMR sì.

Per quanto riguarda il settore dei trasporti navali è innanzitutto da considerare che questo contribuisce con circa il 2,5 % all'emissione globale di CO2, frazione piccola, ma comunque non irrilevante: Newcleo ha pensato di realizzare reattori modulari con taglia standard di 40 MWe sfruttando sia la loro compattezza che la lunga durata di funzionamento prima che sia necessario il "refuelling" (sostituzione periodica del combustibile nucleare). C'è una collaborazione in corso con Fincantieri per valutare la fattibilità e la convenienza economica della soluzione ipotizzata.

////////////////////

Ha chiuso l'incontro l'intervento conclusivo del **Prof. Borchiellini**, Referente del Rettore per l'Energy Center, con delle considerazioni molto interessanti concernenti l'effettiva raggiungibilità nei tempi previsti degli ambiziosi obiettivi della Green Economy, cosa che richiede molte risorse e un grande impegno.



**ING. ROMANO BORCHIELLINI (POLITECNICO)**

Particolarmente d'effetto la frase conclusiva e provocatoria del professore che richiama a riflettere sul fatto che stiamo facendo guerra alla CO2, dunque non ci si spiega perché l'azione che si dovrebbe mettere in atto non è così massiva come invece viene presentata dalle premesse di innovazione tecnologica a disposizione e del pericolo climatico presentato.

In ultima analisi, anche valutando le molte domande d'interesse pratico sui tre punti di vista proposti dai relatori, si ritiene l'evento concluso come un successo e si prospettano le basi per l'organizzazione di appuntamenti di approfondimento.

Al termine dell'incontro, durato fino alle 19:45, ci si è intrattenuti con un aperitivo di networking per uno scambio di idee dei partecipanti fra di loro e con i relatori sui temi trattati.



***Recensione dell'evento a cura di Nicolò Amadesi e di Giovanni Zurlo***