



Italian National Agency for New Technologies,
Energy and Sustainable Economic Development

I progetti di decarbonizzazione di porti e aeroporti

19 maggio 2025

Viviana Cigolotti, TERIN-DEC

Webinar "*Transizione energetica: ricerca e applicazioni nel campo dell'Idrogeno*" – IAGE Italy



ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile



ENERGIE RINNOVABILI

Dipartimento
Tecnologie Energetiche
e Fonti Rinnovabili



NUCLEARE

Dipartimento Nucleare



SOSTENIBILITÀ

Dipartimento Sostenibilità,
circularità e adattamento al
cambiamento climatico dei
Sistemi Produttivi
e Territoriali



EFFICIENZA ENERGETICA

Dipartimento Unità per
l'Efficienza Energetica



TRASFERIMENTO TECNOLOGICO

Direzione
Trasferimento Tecnologico



ENEA in numeri

+600 collaborazioni con imprese

+20.000 addetti del settore industriale coinvolti

+900 brevetti depositati

+100 convenzioni, accordi quadro, contratti con università

+160 progetti finanziati dall'Unione Europea

+40 progetti di cooperazione allo sviluppo



60 anni
di ricerca e innovazione



2250 ricercatori, tecnologi,
tecnici e amministrativi



14
centri di ricerca



17
uffici territoriali



4
dipartimenti



8 direzioni tecniche
e amministrative

ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Dipartimento Tecnologie Energetiche e fonti rinnovabili (TERIN)

ENERGIE RINNOVABILI



Contribuire allo **sviluppo di un mix energetico climate-friendly**, di tecnologie innovative per la decarbonizzazione, la mobilità sostenibile, l'idrogeno green le fuel cells, il solare termico e termodinamico, il fotovoltaico, i biocombustibili, le biomasse, le smart grids, le supergrids, le smart cities e le smart communities, tecnologie abilitanti, gli usi finali dell'energia.

<https://energia.enea.it/>



500
ricercatori e tecnologi



18
laboratori di ricerca



6
sezioni tecniche

Il **Dipartimento TERIN** svolge attività di ricerca, sviluppo, sperimentazione e dimostrazione di materiali, tecnologie, componenti, sistemi e processi per la **decarbonizzazione del sistema energetico**, traguardando gli obiettivi di

sostenibilità tecnico, economica, ambientale e sociale. Le attività di ricerca e sviluppo vanno dallo studio, analisi, valutazioni di sostenibilità con metodo LCA (Life Cycle Assessment) di tecnologie e processi per l'energia, alla ricerca, sviluppo e qualificazione di tecnologie, metodologie, materiali, processi e prodotti, progettazione e realizzazione di impianti prototipali, fornitura di servizi tecnici avanzati, trasferimento di tecnologie e conoscenze al sistema produttivo nei settori delle fonti e dei vettori di energia rinnovabili.

fotovoltaico ad alta
efficienza e
agrivoltaico

solare termico e
termodinamico,
accumulo energetico

biomasse, bioenergia e
biocombustibili

idrogeno e celle a combustibile

pompe di calore e cicli
termici avanzati

processi e tecnologie
per la CCUS

produzione, trasporto,
stoccaggio e distribuzione
dell'energia

accumulo elettrochimico ed
accumulo termico

reti energetiche
integrate

infrastrutture critiche
e servizi essenziali

mobilità sostenibile e
trasporto innovativo

decarbonizzazione e
ottimizzazione degli usi finali

Comunità Energetiche
Rinnovabili - CER
Sicurezza delle
Infrastrutture Critiche

smart cities, smart
communities, smart
industry

smart grid, microgrid e hub
energetici multi-vettore

Cloud Computing, Big data,
Blockchain, IoT, AI, HPC, realtà
aumentata, machine learning,
automazione e robotica

Green and blue economy

Green economy

Modello di economia sostenibile che ha obiettivo di ridurre l'impatto sull'ambiente.

Blue economy (Gunter Pauli)

Modello di economia sostenibile che ha come obiettivo quello di eliminare completamente emissioni climalteranti e impatto sull'ambiente.

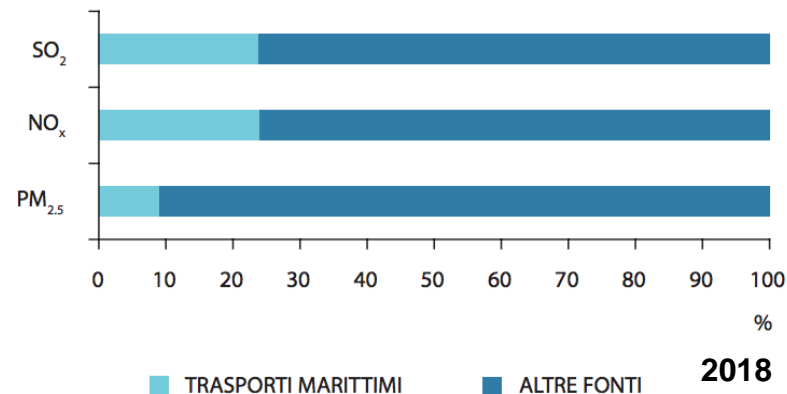
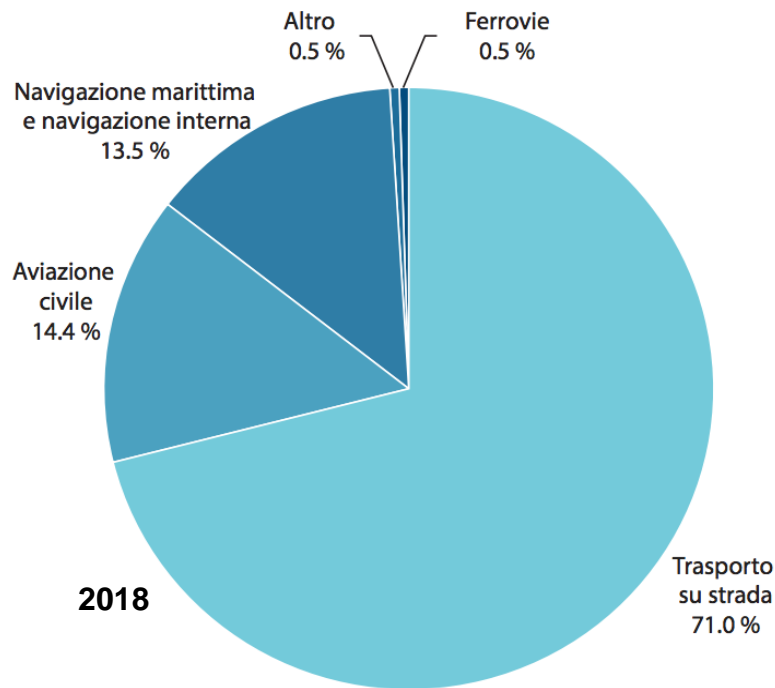
Blue economy e Green Deal Europeo

protezione della biodiversità e degli ecosistemi;
riduzione dell'inquinamento;
transizione verso un'economia circolare;
gestione dei rifiuti;
sostenibilità dell'economia blu e dei settori della pesca.

https://blue-economy-observatory.ec.europa.eu/eu-blue-economy-sectors_en

L'impatto del settore dei trasporti

Emissioni di gas a effetto serra in tutti i settori:



Fonte: <https://www.eea.europa.eu/publications/maritime-transport/emter-facts-and-figures/emter-facts-and-figures-it.pdf/view> e Air pollutant emissions data viewer (Gothenbur Protocol, LRTAP Convention) 1990-2018', European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/data-andmaps/dashboards/air-pollutant-emissions-data-viewer-3>)

Fonte: <https://www.eea.europa.eu/publications/maritime-transport/emter-facts-and-figures/emter-facts-and-figures-it.pdf/view>, 'EEA greenhouse gas — data viewer', European Environment Agency (<https://www.eea.europa.eu/data-andmaps/data/data-viewers/greenhouse-gases-viewer>)

Settore navale – impatti principali sull'ambiente

Gas a effetto serra: nel **2018** le navi che hanno fatto scalo nei porti dell'UE e dello Spazio economico europeo hanno generato circa 140 milioni di tonnellate di emissioni di **CO₂** (circa il 18% delle emissioni complessive a livello mondiale)

Inquinamento atmosferico: nel **2018** il settore del trasporto marittimo EU ha prodotto il 24% di emissioni di **NO_x**, il 24% di emissioni di **SO_x** e il 9% di emissioni di **PM_{2,5}** rispetto alle emissioni prodotte da tutti i settori economici.

(il 40% circa della popolazione dell'UE abita entro 50 chilometri dal mare)

Inquinamento acustico sottomarino: che può avere ripercussioni sulle specie marine in diversi modi

Specie non indigene: dal 1949 il settore del trasporto marittimo è il principale responsabile dell'introduzione di specie non indigene nei mari dell'UE (circa il 50%), la maggior parte delle quali è stata rilevata nel Mediterraneo

Inquinamento da petrolio: su un totale di 18 grandi fuoriuscite accidentali di petrolio a livello mondiale dal 2010, solo tre sono avvenute nell'UE (17%)

Settore navale – impatti principali sull'ambiente

Gas a effetto serra: nel **2018** le navi che hanno fatto scalo nei porti dell'UE e dello Spazio economico europeo hanno generato circa 140 milioni di tonnellate di emissioni di **CO₂** (circa il 18% delle emissioni complessive a livello mondiale)

Inquinamento atmosferico: nel **2018** il settore del trasporto marittimo EU ha prodotto il 24% di emissioni di **NO_x**, il 24% di emissioni di **SO_x** e il 9% di emissioni di **PM_{2,5}** rispetto alle emissioni prodotte da tutti i settori economici.

(il 40% circa della popolazione dell'UE abita entro 50 chilometri dal mare)

Inquinamento acustico sottomarino: che può avere ripercussioni sulle specie marine in diversi modi

Specie non indigene: dal 1949 il settore del trasporto marittimo è il principale responsabile dell'introduzione di specie non indigene nei mari dell'UE (circa il 50%), la maggior parte delle quali è stata rilevata nel Mediterraneo

Inquinamento da petrolio: su un totale di 18 grandi fuoriuscite accidentali di petrolio a livello mondiale dal 2010, solo tre sono avvenute nell'UE (17%)

Settore aereo – impatti principali sull'ambiente

Anidride carbonica: CO₂

Altre emissioni: ossidi di azoto (**NO_x**), particolato (**PM**), composti organici volatili (**COV**), anidride solforosa (**SO₂**), monossido di carbonio (**CO**) e idrocarburi incombusti (**HC**)

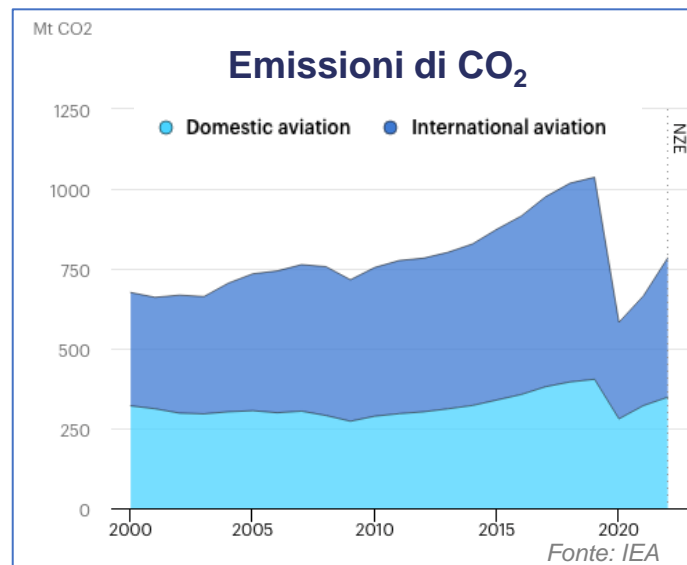
Inquinamento acustico

Quando NO_x, SO₂, vapore acqueo e particolato vengono emessi ad alta quota, hanno un impatto sulle proprietà fisiche e chimiche dell'atmosfera e contribuiscono all'effetto serra.

Si stima che gli **effetti non-CO₂**^(*) delle attività di trasporto aereo abbiano rappresentato nel 2018 più della metà (66%) del contributo climaterante del settore nel 2018 (EASA).

() IPCC stima l'impatto totale dell'aviazione è 2-4 volte superiore all'effetto delle sole emissioni di CO₂. Altre ricerche indicano un rapporto di circa 2 volte. Nessuna di queste stime tiene conto degli effetti incerti ma potenzialmente molto significativi dei cirri.*

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-aviation_en



Settore aereo – impatti principali sull'ambiente

Anidride carbonica: CO₂

Altre emissioni: ossidi di azoto (NO_x), particolato (PM), composti organici volatili (COV), anidride solforosa (SO₂), monossido di carbonio (CO) e idrocarburi incombusti (HC)

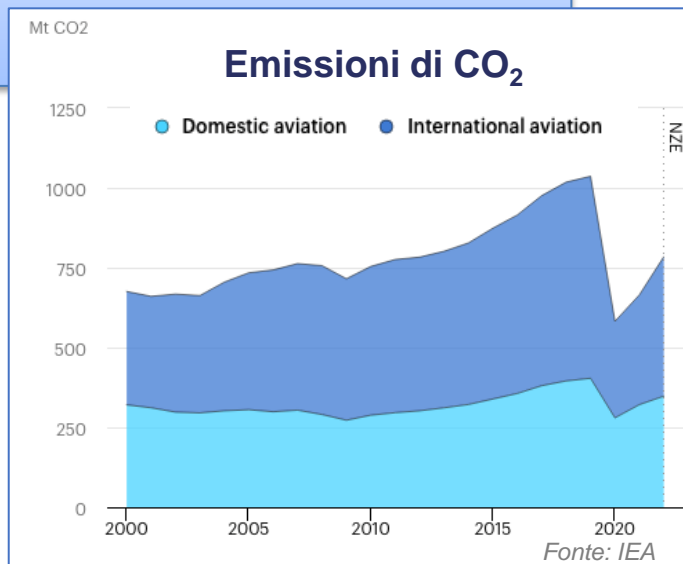
Inquinamento acustico

Quando NO_x, SO₂, vapore acqueo e particolato vengono emessi ad alta quota, hanno un impatto sulle proprietà fisiche e chimiche dell'atmosfera e contribuiscono all'effetto serra.

Si stima che gli **effetti non-CO₂**^(*) delle attività di trasporto aereo abbiano rappresentato nel 2018 più della metà (66%) del contributo climaterante del settore nel 2018 (EASA).

() IPCC stima l'impatto totale dell'aviazione è 2-4 volte superiore all'effetto delle sole emissioni di CO₂. Altre ricerche indicano un rapporto di circa 2 volte. Nessuna di queste stime tiene conto degli effetti incerti ma potenzialmente molto significativi dei cirri.*

https://climate.ec.europa.eu/eu-action/transport/reducing-emissions-aviation_en



Settori navale e aereo – riduzione impatto ambientale

- **Infrastrutture portuali/aeroportuali e logistiche**
- **navi/velivoli e componenti**

- **Misure di efficientamento energetico**
- **Uso di fonti di energia rinnovabile**
- **Elettificazione**
- **Carburanti e tecnologie a basso contenuto di carbonio**

Progetti di ricerca - HyLAW

Hydrogen Law and removal of legal barriers to the deployment of fuel cells and hydrogen applications

(01-2017 – 12-2019) - Horizon 2020



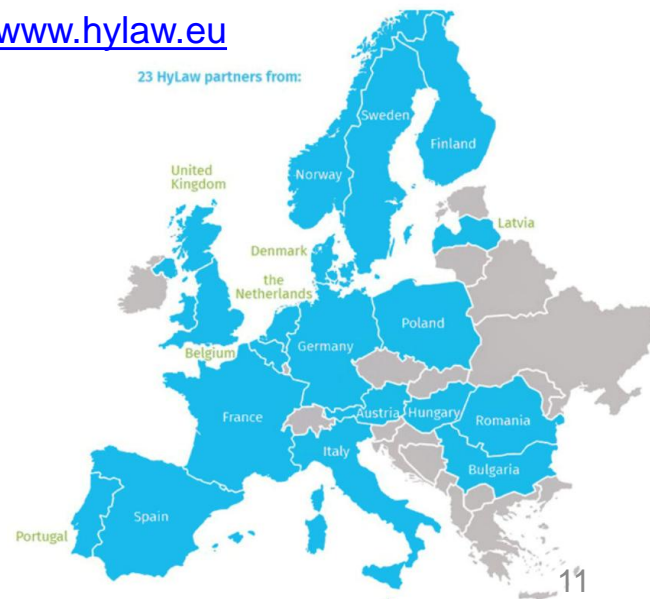
Co-funded by
the European Union

- Individuare le **barriere non tecnologiche** alla diffusione dei prodotti a celle a combustibile e idrogeno

<https://www.hylaw.eu>

Definizione di strumenti per identificare e quantificare i **processi amministrativi, giuridici e burocratici** dei Paesi partecipanti.

Definizione di linee guida per superare le barriere non tecnologiche e razionalizzare e snellire le pratiche per favorire l'effettiva diffusione delle tecnologie che utilizzano celle a combustibile e idrogeno.



Progetti di ricerca - e-SHyIPS

Ecosystemic knowledge in Standards for Hydrogen Implementation on Passenger Ship

(01-2021 – 12-2024) - Horizon 2020



<https://e-shyips.com>



Il progetto integra attività di ricerca teoriche pre-normative con simulazioni ed esperimenti in laboratorio.

e-SHyIPS mira a definire nuove linee guida per un'efficace introduzione dell'idrogeno nel settore del **trasporto marittimo di passeggeri** e a promuoverne l'adozione nell'ambito della strategia globale e comunitaria verso la realizzazione di uno scenario di navigazione a emissioni zero.

ENEA svolge il ruolo di terza parte di Atena scarl - Distretto Alta Tecnologia Energia Ambiente

<https://www.atenaweb.com/>



Progetti di ricerca - H2Ports

Implementing Fuel Cells and Hydrogen Technologies in Ports

(01/2019 -12/2022) - Horizon 2020



Co-funded by
the European Union



<https://h2ports.eu>

Sperimentazione e miglioramento di efficienza energetica, prestazioni e sicurezza delle operazioni di nuove **tecnologie per la logistica portuale alimentate a idrogeno**.



Test in operazioni portuali reali durante due anni di attività - **porto di Valencia**:

- carrello elevatore a idrogeno per il carico/scarico e il trasporto di container presso il MSC Terminal di Valencia;
- trattore terminale alimentato da celle a combustibile a idrogeno per operazioni *roll-on/roll-off* presso il Valencia Terminal Europa (parte del gruppo Grimaldi);
- stazione di rifornimento mobile a idrogeno per rifornire a ciclo continuo i macchinari.

ENEA svolge il ruolo di terza parte di Atena scarl - Distretto Alta Tecnologia Energia Ambiente

<https://www.atenaweb.com/>



V. Cigolotti, I progetti di decarbonizzazione di porti e aeroporti



Progetti di ricerca - H2Ports



Co-funded by
the European Union

<https://h2ports.eu>

Port of Valencia

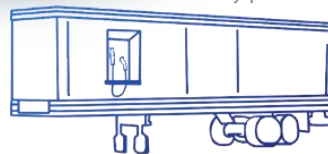


Reach Stacker in MSC Terminal

- FC: 90-120 kW
- 2 years / 5000 h of operation

Mobile HRS

- Hydrogen supply logistics at ports
- Port regulatory framework
- Safety procedures



Yard Tractor in Valencia Terminal Europa

- FC: 85 kW
- 2 years / 5000 h of operation



Progetti di ricerca - H2Ports



Co-funded by
the European Union

<https://h2ports.eu>



Progetti di ricerca - FuelSOME

Multifuel SOFC system with Maritime Energy vectors

(09/2022 -08/2026) - Horizon Europe



Co-funded by
the European Union

<https://fuelsome.eu/>

Fattibilità tecnologica di un sistema di generazione di energia flessibile, scalabile e multi-carburante basato su **celle a combustibile** a ossidi solidi (SOFC) per il **trasporto marittimo a lunga distanza**.

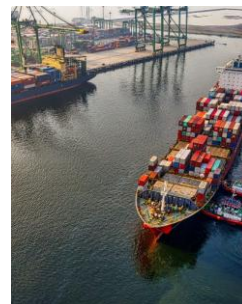
Funzionamento con ammoniaca, metanolo e idrogeno e le loro miscele e analisi di percorsi di approvvigionamento sostenibili.



ENEA svolge il ruolo di terza parte di Atena scarl - Distretto Alta Tecnologia Energia Ambiente



<https://www.atenaweb.com/>



Progetti di ricerca - Alrigh2t

Airport level demonstration of ground refuelling of liquid hydrogen for aviation

(01/2024 -12/2027) - Horizon Europe



Co-funded by
the European Union

<https://alrigh2t.eu/>

Sviluppo di soluzioni innovative di componenti, tecnologie e sistemi per l'utilizzo di idrogeno liquido nel settore aeroportuale

Test di due diversi tipi di rifornimento:

- rifornimento «diretto» nell'aeroporto di **Milano Malpensa**
- rifornimento mediante la sostituzione/scambio del serbatoio di idrogeno liquido nell' aeroporto di **Parigi**.



Collaborazione Enac-ENEA

2023 Accordo di Collaborazione **ENEA - Ente Nazionale per l'Aviazione Civile (Enac)** analisi di soluzioni di mix energetici (fonti rinnovabili, sistemi di accumulo, vettori energetici, etc.) e tecnologie di gestione, controllo e monitoraggio per aumentare autonomia energetica e resilienza.

2024 progetto **SAVES Sustainable Aviation Vectors for Energy tranSition (Roma Fiumicino e Milano Malpensa)**

- integrazione di nuovi vettori energetici sostenibili **Sustainable Aviation Fuel**, tra cui l'idrogeno, nella catena logistica aeroportuale
- identificazione di **sinergie** con il territorio e le realtà circostanti e predisposizione di **linee guide** nazionali per futuri progetti di decarbonizzazione degli aeroporti
- Analisi di iniziative e misure per individuare opportunità e modalità di **supporto finanziario** all'introduzione dei **SAF** e dell'idrogeno.



Viviana Cigolotti
viviana.cigolotti@enea.it



1101 0110 1100
0101 0010 1101
0001 0110 1110
1101 0010 1101
1111 1010 0000



Grazie per l'attenzione!