



La gestione dell'idrogeno dagli impianti tradizionali ai nuovi siti produttivi distribuiti: nuove tecnologie a supporto dell'asset integrity e dell'evoluzione normativa.

Dr. Alberto Di Lullo – Senior Knowledge Owner – Advanced Engineering Systems and Troubleshooting

«L'utilizzo sicuro dell'idrogeno: la ricerca e la regolamentazione tecnica», 10 Dicembre 2021

L'idrogeno nella strategia di decarbonizzazione Eni

Utilizzo in business convenzionali:

- generazione elettrica con cicli combinati
- bio-raffinerie

Nuove tecnologie di generazione e di utilizzo:

- Progetti IPCEI: Idrogeno verde a Gela e Taranto
- Applicazioni per la mobilità

Tecnologie Eni per l'Asset Integrity

Note sui possibili utilizzi finali e sulle normative

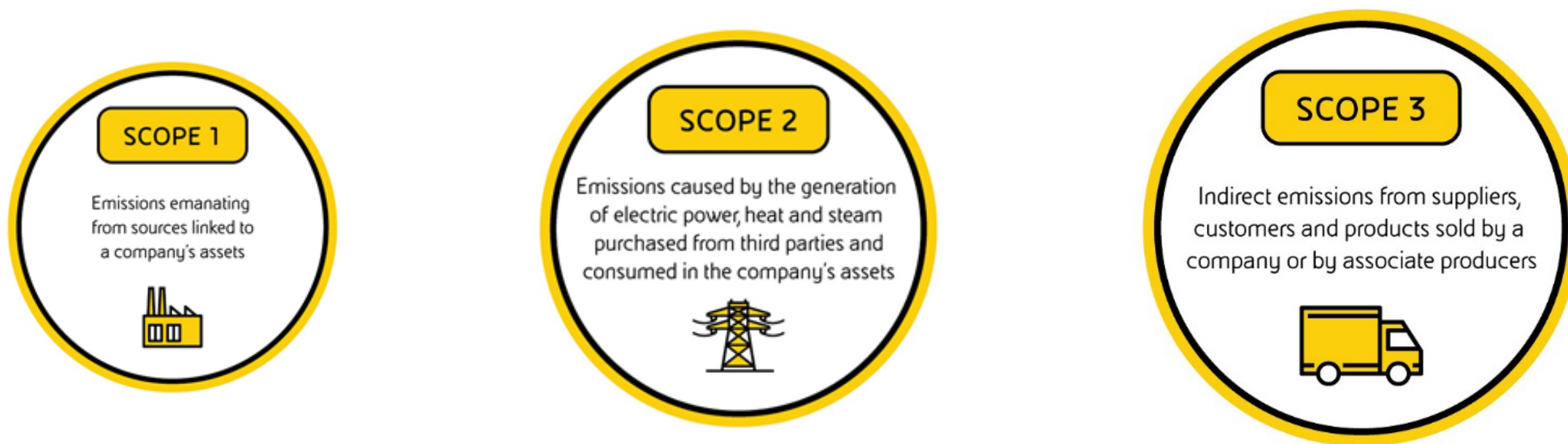
Conclusioni



Obiettivi Eni per l'idrogeno nel contesto della decarbonizzazione

Eni ha fissato obiettivi chiari e ambiziosi per la decarbonizzazione net-zero entro il 2050 dell'intero ciclo di vita delle sue attività: nei perimetri d'azione **Scope 1+2+3**.

Per raggiungere questo obiettivo, Eni ha progettato un'evoluzione di prodotti e processi verso la sostenibilità, adottando un approccio sinergico in cui **l'idrogeno rappresenta una delle leve di decarbonizzazione**.



LCA delle principali tecnologie di produzione dell'idrogeno – Carbon Intensity

H ₂ ELECTROLYZER Grid Connected	kgCO ₂ eq/kgH ₂
B) PEMEC 1	28,84
B) PEMEC 2	26,40
B) AEC	27,06

H ₂ ELECTROLYZER Renewable Direct Connected	kgCO ₂ eq/kgH ₂
C) PEMEC 1	3,09
C) PEMEC 2	2,83
C) AEC	2,81

H₂ da Elettrolizzatori:

- Alimentazione diretta da **rinnovabile** ⇒ carbon intensity in linea con **tassonomia EU** per H₂ “low carbon”
- Alimentazione da **grid mix italiano al 2019** ⇒ carbon intensity **tripla rispetto all'Idrogeno Grigio**
- Con **grid mix italiano al 2030** (-70% rispetto al 2019) ⇒ carbon intensity **simile all'idrogeno grigio**

Simultaneità Addizionalità Non-congestione

Blue Hydrogen

- In **Italia** gran parte della Carbon Intensity (fino al 50%) è legata all'**emissività upstream del Metano** di rete, penalizzata fortemente dal metano di provenienza Russa



Obiettivi Eni per l'idrogeno nel contesto della decarbonizzazione

L'obiettivo Eni è **decarbonizzare i propri processi e i processi, industriali e civili, per i quali fornisce energia**. I criteri di selezione per l'idrogeno sono quelli di efficacia in termini di decarbonizzazione per interi settori e, di conseguenza, anche di scalabilità.

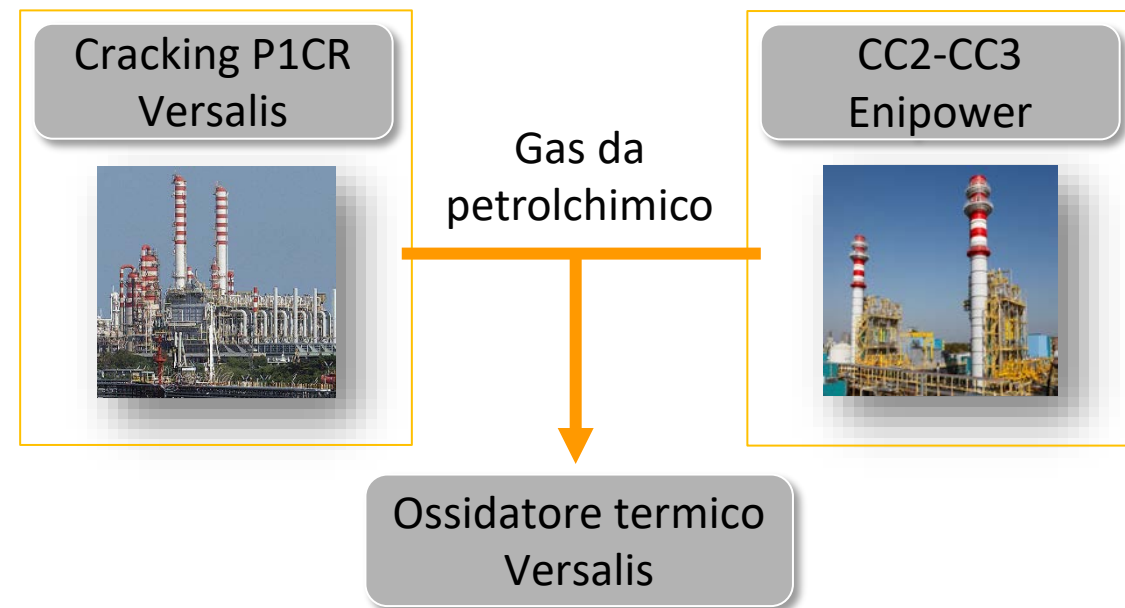
Eni sta esplorando la produzione di H_2 in modo **tecnologicamente neutro**, coprendo l'intera filiera: **produzione, stoccaggio/trasporto e utilizzo**.

Per i propri processi industriali, Eni è impegnata nella selezione di tecnologie per passare dall'idrogeno grigio a quello **blu** (tramite cattura e stoccaggio di CO_2 in giacimenti di gas esauriti) o a quello **verde**, anche attraverso progetti pilota IPCEI di produzione e stoccaggio. Eni esamina inoltre anche altre tecnologie, come l'idrogeno **turchese** (da pirolisi) e **l'ammoniaca**.



Esempio – Centrale EniPower di Brindisi e l'utilizzo dell'H₂

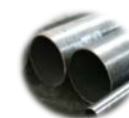
- Il **gas da petrolchimico** deriva dal processo di steam cracking in un impianto Versalis, con composizione media: **60% H₂ – 40% CH₄**
- Tramite un collettore dedicato, il gas da petrolchimico viene alimentato, in miscela con il gas naturale, ai turbogas del CC2 e del CC3



- **Economia circolare:** recupero di sottoprodotto altrimenti inviato a combustione senza recupero di energia



- **Riduzione emissioni:**
–1%_{vol} di CO₂ per ogni
1%_{vol} di H₂ in miscela



- Linea del gas con **stessa metallurgia** rispetto al gas naturale (acciaio al carbonio)



Esempio – Centrale EniPower di Brindisi e l'utilizzo dell'H₂ – Conclusioni

■ Gli iniziali limiti tecnici:

- limitavano la flessibilità di esercizio
- comportavano emissioni di NO_x più elevate

Verifica Non Assoggettabilità a VIA

Riesame AIA

■ L'adozione dei bruciatori «Dual Pilot» ha permesso di trapiantare:

- utilizzo gas da petrolchimico con H₂ > 15%_{vol} nella miscela con naturale
- nessuna limitazione carico minimo con utilizzo gas da petrolchimico
- incremento velocità di variazione di carico
- riduzione delle emissioni di NO_x

■ La messa in esercizio a regime dei nuovi bruciatori ha permesso:

- di migliorare l'impronta carbonica della Centrale elettrica Enipower di Brindisi
- di sostenere la competitività sui mercati dell'energia e dei servizi di dispacciamento
- di fornire servizi di regolazione alle reti elettriche con più elevate prestazioni, in grado di meglio supportare lo sviluppo delle fonti rinnovabili



Esempio – Le BioRaffinerie Eni in Italia

DUE BIORAFFINERIE



Questi sviluppi industriali,
che fanno attualmente uso di
idrogeno grigio da SMR,
**non hanno comportato
variazioni nella gestione della
sicurezza**
rispetto ai precedenti
impianti,
che già utilizzavano idrogeno





Il 30 marzo 2021 Eni ed Enel Green Power hanno sottoscritto una lettera di intenti dichiarando interesse a **valutare possibili opportunità di collaborazione nel settore della decarbonizzazione**, ed in particolare a esplorare – in via non esclusiva – la fattibilità tecnico-economica di due potenziali progettualità pilota che prevedono **l'installazione di elettrolizzatori**, alimentati da impianti di produzione di energia elettrica da **fonti rinnovabili** per la produzione di idrogeno destinato ad essere utilizzato presso le **raffinerie di Gela e Taranto**.



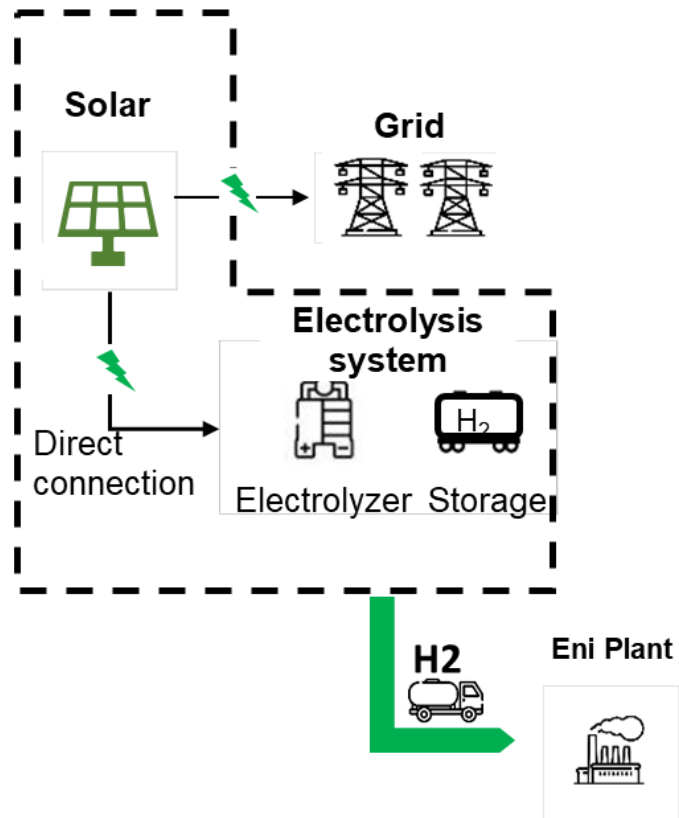
I due progetti hanno superato il primo step di selezione di un **“Important Project of Common European Interest”** (IPCEI 1B) che mira a **decarbonizzare i settori “hard to abate”** come la siderurgia, i processi chimici, la produzione di cemento e le raffinerie attraverso l'erogazione di agevolazioni stanziata nel bilancio nazionale



Struttura di progetto – Gela e Taranto

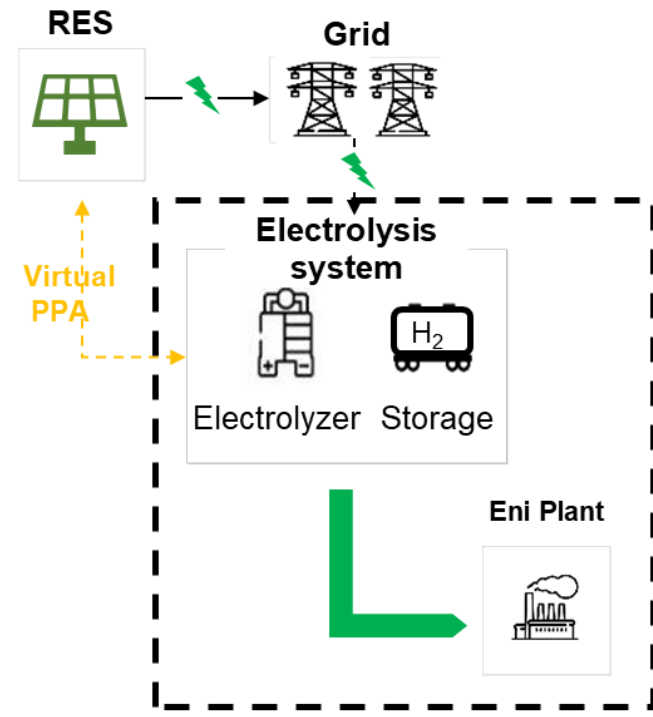
Behind the meter

Produzione idrogeno nel sito FV



Stand-alone

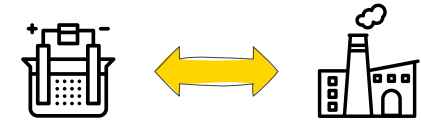
Produzione H2 in sito Eni con collegamento alla rete elettrica



- Elettricità da rete con requisito di contemporaneità di produzione da FV
- Nessun trasporto di H₂

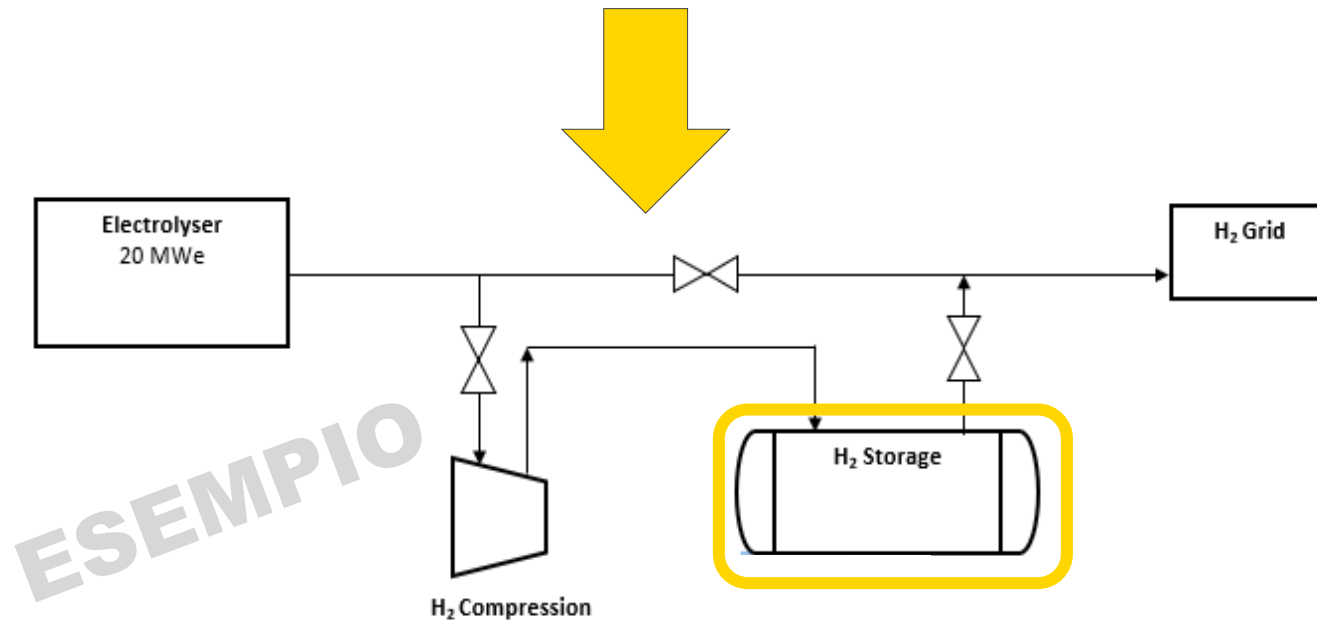
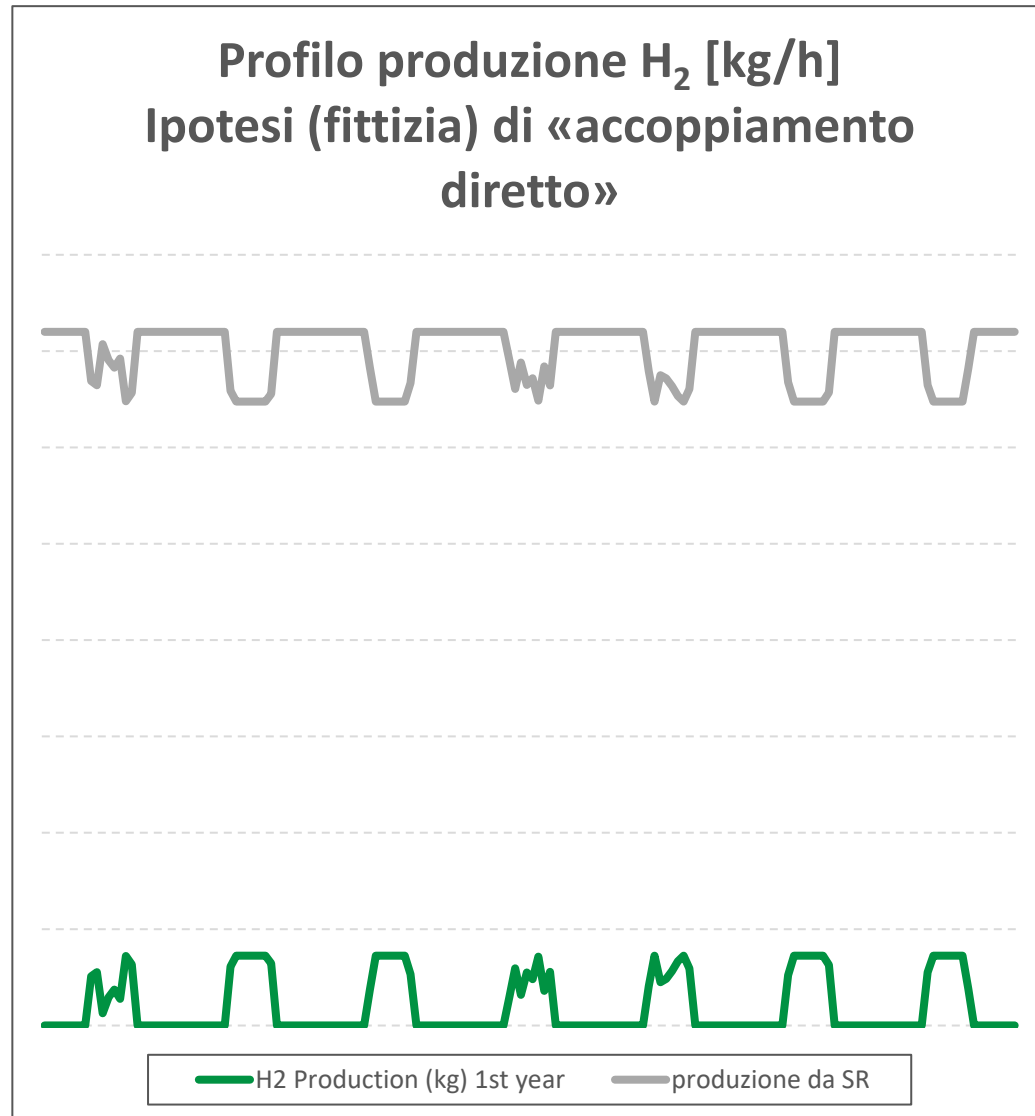


Accoppiamento produzione intermittente con raffineria



2 aspetti principali:

- L'inserimento (IN/OUT) quotidiano e rapido della produzione di H_2 dal sistema di elettrolisi
- Rapida variazione di producibilità del sistema di elettrolisi



**IMPORTANTI QUESTIONI
DI SCALABILITÀ**

Sperimentazione mobilità idrogeno

Eni ritiene che l'Idrogeno possa avere un ruolo importante, nel medio periodo, per affrontare attivamente il tema della “decarbonizzazione dei trasporti”.

Con la realizzazione di due stazioni “Idrogeno” in Italia, Eni intende favorire la diffusione di questa tecnologia.

Le 2 stazioni di rifornimento di H₂ in corso di realizzazione sono quelle di:

- San Donato Milanese, Punti Vendita 12255 e 12465 siti in Piazzale Supercortemaggiore
- Venezia loc. Mestre, Punto Vendita 3743 di Via Orlanda, sulla S.S. 14 al km 003+139



Sperimentazione mobilità idrogeno – “Stazioni dei servizi” (Eni Station)

Gli accordi Eni-Toyota per San Donato Mi, e tra Città Metropolitana di Venezia-Eni-Toyota hanno sancito l'avvio di sperimentazioni di “**mobilità a idrogeno**”. In base a tale accordo Toyota metterà a disposizione delle vetture “Mirai”.

I progetti depositati ai rispettivi comandi dei VVF per le opportune autorizzazioni sono:

- L'impianto di **San Donato Milanese** è dimensionato per **produrre tramite elettrolizzatore ed erogare** circa 45 kg di H₂/giorno a 70 MPa, con tempo di rifornimento di circa 5 min/veicolo (5 kg) una capacità di rifornimento di circa 10 auto/giorno
- L'impianto di **Venezia Mestre** è dimensionato per **erogare H₂ approvvigionato** per 30 kg/giorno, sia a 70 Mpa che a 35 Mpa, con rifornimento di circa 5 min/auto (5 kg) e circa 15-20 min/bus (30 kg), servendo 10 auto/giorno e 2-3 autobus/giorno e, a tendere, altri 2/3 mezzi pesanti/giorno.

I principali problemi di sicurezza sono stati affrontati in ottemperanza all'ultima normativa "DECRETO 23.10.2018 - Regola tecnica di prevenzione incendi...". Le problematiche legate agli spazi disponibili nelle stazioni di rete ordinaria hanno richiesto soluzioni tecniche efficaci ma più costose rispetto al distanziamento dei componenti dell'impianto a idrogeno.



Asset Integrity per il trasporto di H₂

I **metodi di rilevamento dell'H₂** includono combustione catalitica, conduttività termica, sensori di ossido elettrochimico e semiconduttore, spettrometri di massa, gascromatografi, rilevatori di perdite a ultrasuoni, ecc. Oggi vengono utilizzati anche sistemi avanzati, come spray di rivestimento che cambiano colore a contatto con una quantità minima di H₂.

Tecnologie Eni in sviluppo per il monitoraggio dell'integrità in presenza di H₂:

- **Emissioni Acustiche**
- **Onde guidate Ultrasoniche**
- **Sistema proprietario e-vpms, anche per interferenze di terzi**
- **Permeazione di H₂ nel metallo**

Altre due tecnologie saranno presto in esame per le esigenze di monitoraggio in scenari Upstream, Midstream e Downstream:

- **CleanSea: pipeline sottomarine**
- **Drone Roger: rilevazione aerea**



Soluzioni di Asset Integrity per il trasporto di H₂

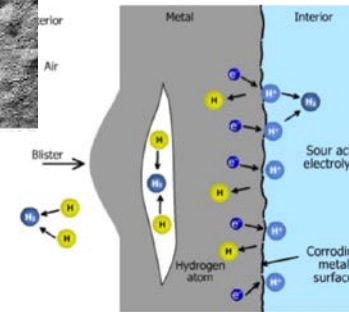
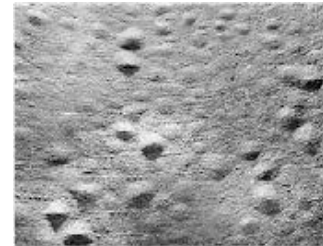
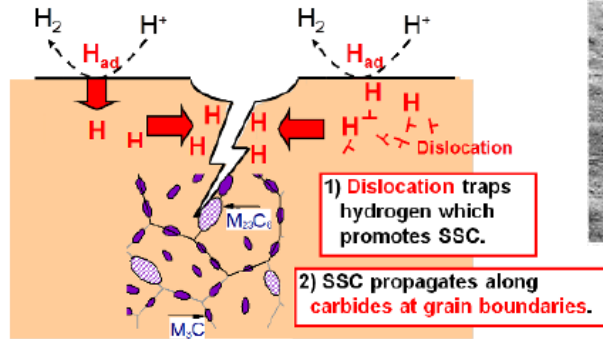
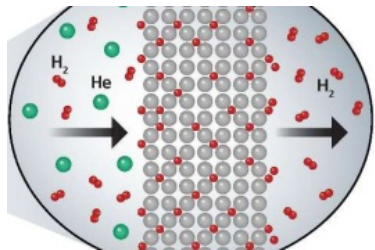
H₂ permeation

HIC Crack propagation

H₂ blistering process

Dent, Leakage, Failure

Damage
Phenomena

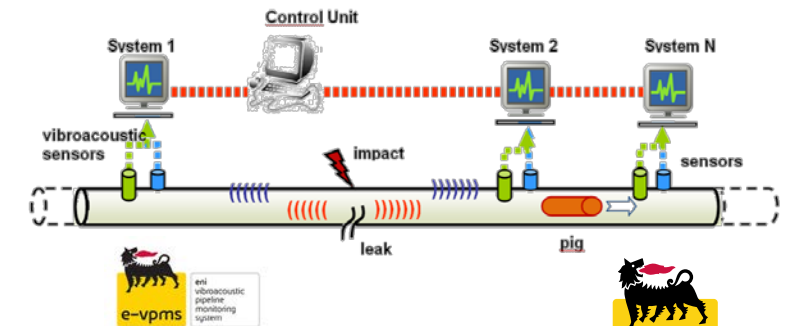


Local H₂ probe by
ZnO₂, WO₃ sensors

Acoustic Emission

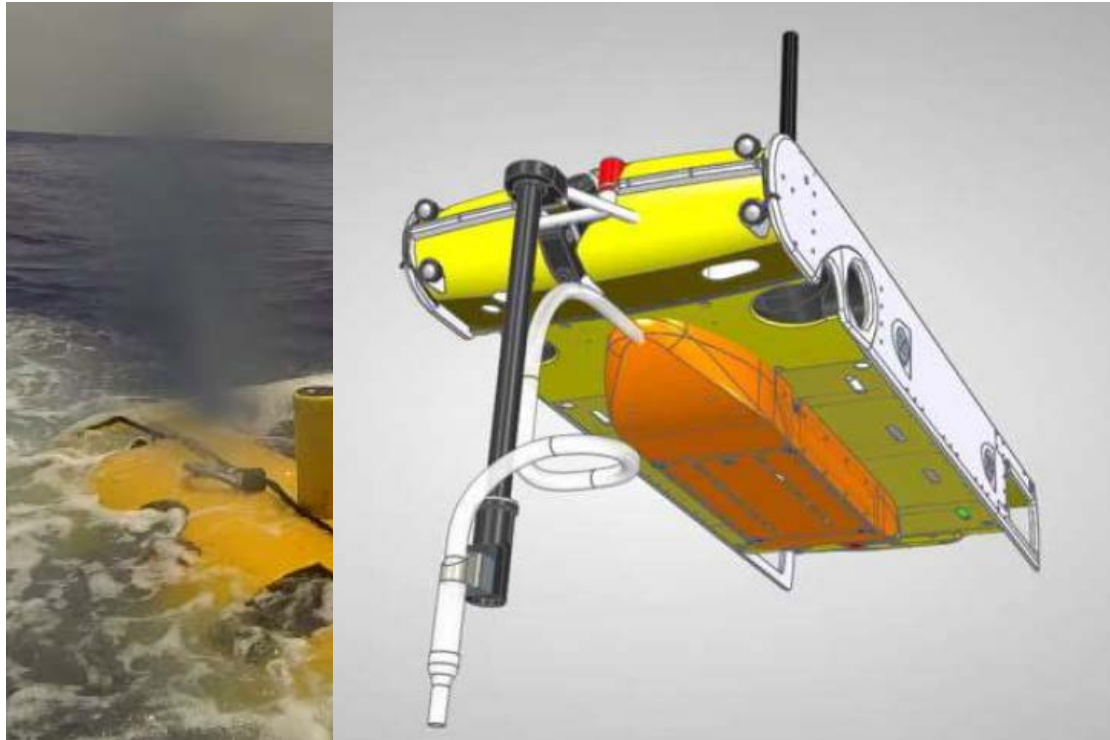
US - Guided waves

e-vpms[®] monitoring system

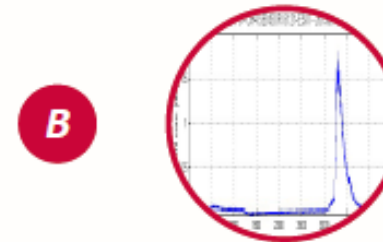


Clean Sea Technology – Potenzialità anche per linee sottomarine ad Idrogeno

Clean Sea è una tecnologia robotica subacquea avanzata di Eni per l'esecuzione di indagini di Asset Integrity e di monitoraggio ambientale offshore. Si basa su moduli di missione intercambiabili (e-pod) e un'architettura ibrida AUV/ROV, per profondità d'acqua fino a 3000 m.



A Environmental Monitoring



B Pollutants Detection



C Geophysical Survey and
Acoustic 3D reconstruction



D Visual Inspection and
3D reconstruction

ROGER (Reconfigurable O&G Embedded Robotics) – Drone ATEX con potenzialità H₂

I droni ROGER attualmente in fase di sviluppo si caratterizzano per certificazione ATEX e la possibilità di trasportare vari tipi di sensori per il rilevamento di emissioni fugitive per ogni singolo item di interesse.

Sono droni progettati per muoversi in ambienti complessi, operando in maniera autonoma, sia in termini di navigazione lungo percorsi di monitoraggio predefiniti, sia in termini di ricarica delle batterie.

Nessun altro drone finora in grado di navigare all'interno dell'impianto, affrontando l'ambiente negato dal GPS e i vincoli ATEX Zona 2.

Il progetto ROGER si concluderà nel 2022 con un test a Trecate. In seguito, verrà esaminata la sua applicabilità alle fughe di idrogeno



Note generali sull'utilizzo dell'idrogeno

- L'idrogeno è considerato (insieme al biometano e altri combustibili «low-carbon») una soluzione per decarbonizzare settori **“hard to abate”** o **“hard to electrify”**, a cui appartengono, ad es., settori energivori come acciaio, chimica, ceramica, carta, vetro, cemento e fonderie.
- Con l'eccezione del trasporto pesante e pubblico, **gli utilizzatori non si dichiarano pronti ad accettare idrogeno al 100%** ma potrebbero familiarizzarsi con un «blending» con gas naturale in percentuali variabili tra il 5% e il 20%.
- Tutti i settori evidenziano la necessità di affrontare e risolvere potenziali problemi di **sicurezza sul lavoro**, di **carenze normative**, di impatti negativi sulla **competitività** legati agli alti costi dell'idrogeno e di possibili impatti negativi sulla **qualità** del prodotto finale.
- L'idrogeno, è anche proposto come possibile opzione per lo **stoccaggio energetico** di fonti non programmabili. Questa applicazione, alternativa al «curtailing» in caso di eccesso di produzione, ha efficacia economica ancora **da dimostrare**.



Accordo Confindustria-Sistema UNI “Idrogeno”

Confindustria e il Sistema UNI hanno siglato un accordo per la realizzazione di specifiche iniziative, cominciando dalla **mappatura**:

- **della normazione tecnica di settore con riferimento alla filiera dell'idrogeno**
- **dell'evoluzione in atto a livello europeo e internazionale della normazione tecnica relativa alla filiera dell'idrogeno**

Si è convenuto di valutare i contesti legislativi in senso lato (non solo Ministeri/Decreti, ma anche Autorità/Determinazioni).

Tale mappatura è propedeutica all'individuazione di priorità di intervento per la normazione tecnica di settore, volte ad abilitare lo sviluppo della filiera in funzione dei potenziali in termini di volumi in consumo e di capacità produttiva nel breve, medio e lungo termine.

Su 47 norme esaminate, per 21 norme è ritenuta necessaria la revisione



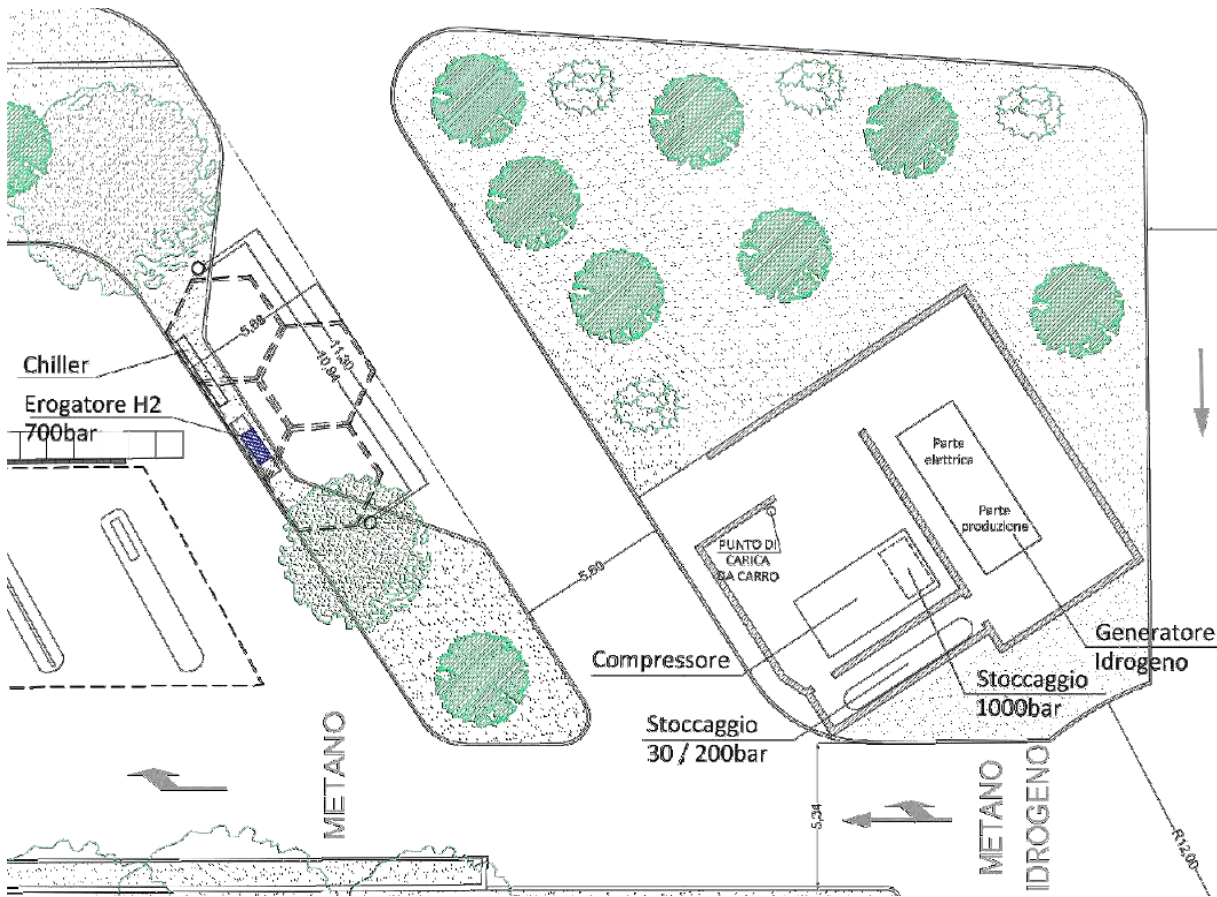
Conclusioni

- L'obiettivo trapiuardato da Eni è la decarbonizzazione nei perimetri "Scope 1+2+3"
- Eni è impegnata in modo tecnologicamente neutro su tutti i fronti potenzialmente efficaci di produzione e utilizzo di Idrogeno, anche con scopo di creare un bagaglio di esperienze concrete
- Riteniamo che tecnologie e norme debbano evolvere in modo sinergico e pertanto siamo impegnati sia nello sviluppo di nuove tecnologie a supporto della sicurezza e dell'Asset Integrity, sia sui tavoli di discussione delle norme per contribuire con la nostra esperienza

Grazie per l'attenzione



L'impianto idrogeno di San Donato Milanese

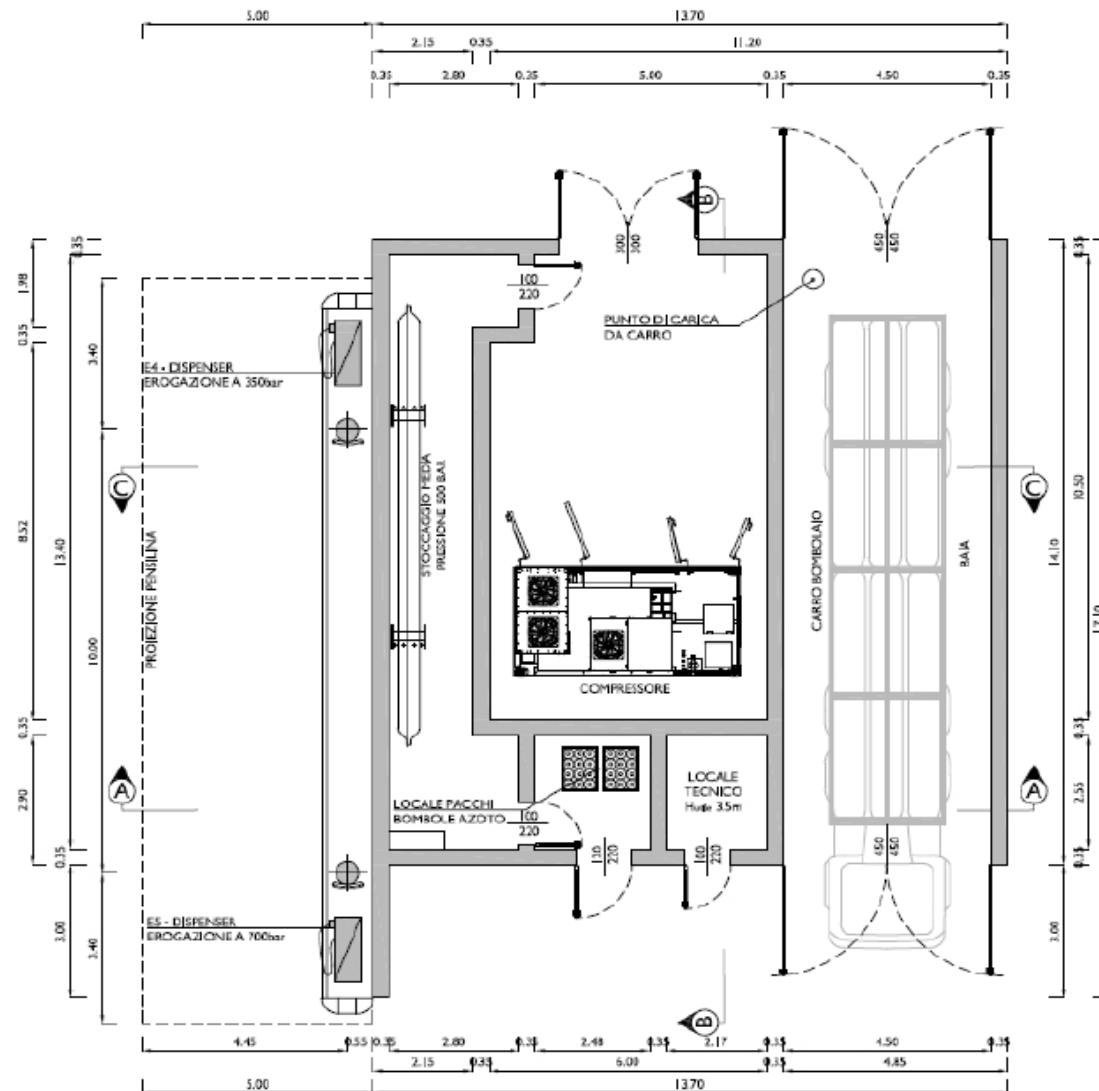


L'impianto di erogazione idrogeno, comprenderà:

- Un sistema di **produzione di idrogeno** da elettrolisi
- Unità di **compressione** costituita da un compressore containerizzato per l'erogazione a 70 Mpa, con all'interno lo stoccaggio ad alta pressione
- Un sistema di **accumulo/stoccaggio** esterno a media pressione a 50 Mpa
- Un **erogatore** di idrogeno per auto con una pistola per erogazione a 70 Mpa
- Apposito sistema di raffreddamento, chiller con ubicazione all'esterno o interrato

Sperimentazione mobilità idrogeno

L'impianto idrogeno di Venezia Mestre



L'impianto di erogazione idrogeno, comprenderà:

- Un sistema di fornitura/approvvisionamento da carro bombolaio composto da una **baia di carico**
- Unità di **compressione** costituita da un compressore containerizzato per l'erogazione a 35 Mpa e per l'erogazione a 70 Mpa, con all'interno lo stoccaggio ad alta pressione
- Un sistema di **accumulo/stoccaggio** esterno a media pressione a 50 Mpa
- Due **erogatori** idrogeno, uno per auto con una pistola per erogazione a 70 Mpa e uno specifico per mezzi pesanti con una pistola per erogazione a 35 Mpa
- Apposito sistema di raffreddamento, chiller con ubicazione all'esterno o interrato

Sperimentazione mobilità idrogeno

