

Prospettive di una filiera dell'idrogeno in Toscana: Analisi e Strategia Regionale

**Interreg
Europe**



Co-funded by
the European Union

HYPERION



Cofinanziato
dall'Unione europea



Regione Toscana



Firenze, Ottobre 2025

Riconoscimenti

Lo studio “Prospettive di una filiera dell'idrogeno in Toscana: Analisi e Strategia Regionale” è stato curato da Leonardo Piccini, nell'ambito dell'Area di ricerca “Settori produttivi e imprese” dell'IRPET. È stato realizzato nell'ambito del programma di attività istituzionale dell'Istituto, in accordo con la Direzione Competitività territoriale della Toscana e Autorità di Gestione.

L'Appendice è stata redatta dal Consorzio Polo Tecnologico Magona, su incarico della medesima Direzione.

L'editing redazionale è stato curato da Elena Zangheri.

Indice

Introduzione.....	7
1. Il Contesto Europeo: Quadro Strategico, Normativo e Strumenti di Supporto	8
2. Il Contesto Italiano: La Strategia Nazionale e i Progetti PNRR	10
3. Prospettive per la Filiera Toscana	15
4. Suggerimenti di Policy per la Toscana.....	20
APPENDICE	
Premessa	23
1. Metodologia.....	23
2. I portatori di interesse intervistati	24
3. Le filiere dell'idrogeno	24
4. Idrogeno, Una filiera policy driven	25
5. Sintesi dell'indagine svolta	26
6. La domanda di idrogeno rinnovabile in Toscana	28
6.1 Consumi imminenti.....	29
6.2 Consumi potenziali futuri.....	29
7. L'offerta di idrogeno rinnovabile in Toscana	30
8. L'offerta di componenti e impiantistica in Toscana.....	31
9. Il potenziale della R&S toscana.....	31
10. Conclusioni	32
Allegato	
INDAGINE SUI PORTATORI DI INTERESSE PER LA FILIERA TOSCANA DELL'IDROGENO	34

Abstract in italiano

Il report analizza il ruolo e le prospettive dell'idrogeno nella transizione energetica della Toscana, collocandolo nel quadro delle strategie europee, nazionali e regionali di decarbonizzazione. Dopo aver illustrato le principali politiche e strumenti dell'Unione Europea e dell'Italia, il lavoro esamina il potenziale di sviluppo della filiera toscana, evidenziando punti di forza, criticità e opportunità future.

L'analisi mostra come la Toscana disponga di un solido capitale di conoscenze scientifiche e tecnologiche, ma sia ancora in una fase iniziale sotto il profilo produttivo e infrastrutturale. Le prospettive più rilevanti riguardano alcuni settori industriali ad alta intensità energetica, la mobilità e le aree portuali, con possibili sinergie tra idrogeno e risorse rinnovabili regionali. Il report si conclude con alcune indicazioni di policy volte a favorire il raccordo tra ricerca e industria e a orientare gli investimenti pubblici verso un modello di sviluppo sostenibile e integrato della filiera dell'idrogeno.

Abstract in English

The report examines the role and prospects of hydrogen in Tuscany's energy transition within the broader European, national, and regional decarbonization frameworks. After outlining the main policy and financial instruments supporting hydrogen development, it assesses the region's potential, highlighting its strengths, weaknesses, and future opportunities.

The analysis reveals that Tuscany benefits from strong research and technological capabilities but remains at an early stage in terms of production and infrastructure. The most promising areas include energy-intensive industries, transport, and port systems, with potential synergies between hydrogen and local renewable resources. The study concludes with policy recommendations aimed at strengthening links between research and industry and guiding public investment toward a sustainable and integrated hydrogen value chain.

Introduzione

Il presente report si inserisce nel contesto della Strategia regionale di specializzazione intelligente (Toscana S3 2021-2027), un quadro programmatico co-finanziato dall'Unione Europea che individua i settori chiave per la transizione economica e lo sviluppo del territorio. In questo ambito, le tecnologie legate all'idrogeno assumono un ruolo centrale nelle strategie di decarbonizzazione a livello sia europeo che nazionale. Nonostante le numerose sfide di natura tecnologica ed economica che hanno finora ostacolato la piena maturazione di una filiera a livello regionale, l'obiettivo di questa analisi è mappare i soggetti e le potenziali opportunità in Toscana per individuare i punti di forza e le criticità esistenti.

Il documento si apre con un'analisi approfondita del quadro strategico e normativo europeo, illustrando le tappe fondamentali che hanno definito la visione e gli obiettivi per l'idrogeno, dalla Strategia Europea sull'Idrogeno del 2020 al più recente Pacchetto Fit for 55 e alle successive iniziative come REPowerEU. Vengono inoltre esaminati gli strumenti di finanziamento e supporto messi in atto dall'Unione Europea, tra cui la European Clean Hydrogen Alliance, la European Hydrogen Bank e la Clean Hydrogen Partnership, che giocano un ruolo cruciale nel coordinare gli investimenti e accelerare la ricerca e l'innovazione.

Successivamente, il report sposta il focus sul contesto italiano, delineando i principi della Strategia Nazionale sull'Idrogeno che agisce su domanda, offerta e infrastrutture. Particolare attenzione viene dedicata al ruolo del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), che con i suoi fondi ha dato impulso a iniziative concrete come le Hydrogen Valleys in aree industriali dismesse, la ricerca e lo sviluppo, e il supporto alla creazione di una filiera industriale e infrastrutturale.

Il documento prosegue con un'analisi dettagliata dei settori strategici in cui l'idrogeno è destinato a giocare un ruolo primario entro il 2050, con proiezioni sui consumi finali che mostrano un impatto significativo sia nell'industria, in particolare nei settori hard-to-abate (HTA), che nei trasporti pesanti come quelli aerei e dei camion. Viene inoltre presentata una panoramica dei progetti del PNRR, evidenziando lo stato di avanzamento degli investimenti in aree come la produzione, l'impiego nei settori industriali e la sperimentazione nel trasporto stradale e ferroviario, e vengono delineate le iniziative regionali in atto in altre parti d'Italia, come Emilia-Romagna, Piemonte, Veneto e Puglia, per fornire un quadro completo delle strategie adottate a livello nazionale.

Infine, l'ultima parte del report si concentra sulle prospettive specifiche per la filiera in Toscana. Viene presentata una mappatura dello stato di avanzamento delle diverse fasi della filiera (produzione, trasporto, stoccaggio, impiego finale e servizi di supporto), anche alla luce delle risultanze delle indagini commissionate all'interno del progetto Hyperion: da queste emerge infatti che la regione si trova ancora in una fase iniziale seppur potenzialmente interessante, con un forte orientamento verso le attività teoriche e di ricerca. Non mancano, tuttavia, i settori di interesse e le sinergie da esplorare, in particolare per i settori industriali HTA e per la mobilità, con una specifica menzione delle aree portuali, e della potenziale integrazione con le risorse geotermiche regionali. Infine, vengono formulate delle possibili

implicazioni di policy per la Regione, con l'obiettivo di agevolare le connessioni tra ricerca e industria, concentrare gli sforzi su aree geografiche specifiche e affrontare le sfide legate agli elevati costi dell'idrogeno verde e alla concorrenza di tecnologie alternative.

1. Il Contesto Europeo: Quadro Strategico, Normativo e Strumenti di Supporto

Lo sviluppo della filiera dell'idrogeno in Italia e in Toscana non può prescindere da un solido quadro di riferimento europeo, che si è evoluto rapidamente negli ultimi anni. In un'epoca in cui l'urgenza di contrastare il cambiamento climatico e di promuovere la sostenibilità ambientale è diventata una priorità globale, le politiche energetiche dell'Unione Europea hanno assunto un ruolo determinante nella promozione di soluzioni innovative e a basse emissioni di carbonio. Tra queste, le tecnologie legate all'idrogeno emergono come un pilastro fondamentale per la transizione verso un'economia a zero emissioni, agendo su tre dimensioni cruciali: la domanda, l'offerta e i sistemi di distribuzione e stoccaggio. La rilevanza di tali politiche si articola in due ambiti distinti ma interconnessi: da un lato, le iniziative di carattere strategico e normativo, che definiscono il quadro di riferimento e gli obiettivi di lungo termine; dall'altro, le misure di supporto economico, che forniscono gli strumenti finanziari necessari per tradurre le ambizioni in progetti concreti.

Le iniziative di carattere strategico e normativo hanno fornito una chiara direzione per lo sviluppo di una filiera europea dell'idrogeno. La Strategia Europea sull'Idrogeno del 2020 ha stabilito una visione per l'UE, definendo obiettivi di produzione e utilizzo di idrogeno a basse emissioni e delineando un percorso di sviluppo fino al 2050. La prima fase si concentra sull'installazione di almeno 6 gigawatt di elettrolizzatori a idrogeno rinnovabile nell'Unione Europea, con l'obiettivo di produrre fino a 1 milione di tonnellate di idrogeno. Questa fase mira principalmente a decarbonizzare le produzioni di idrogeno esistenti, in particolare nel settore chimico. La seconda fase, che parte dal 2030, si focalizza sulla maturazione e la diffusione su larga scala delle tecnologie legate all'idrogeno in tutti quei settori difficili da decarbonizzare (hard-to-abate). La strategia sottolinea inoltre la necessità di meccanismi di supporto finanziario, come i fondi per l'innovazione, per consentire all'idrogeno rinnovabile di diventare economicamente competitivo e facilitarne l'adozione su larga scala.

Successivamente, Il Pacchetto Fit for 55 e l'iniziativa REPowerEU hanno costituito due pilastri complementari della strategia dell'Unione Europea per la transizione energetica, con un'attenzione particolare allo sviluppo della filiera dell'idrogeno. Sebbene siano stati lanciati in momenti diversi e in risposta a contesti specifici, entrambi mirano a rafforzare la sicurezza energetica e a sostenere gli obiettivi di decarbonizzazione.

Il Pacchetto Fit for 55, pubblicato nel 2021, ha l'obiettivo di tradurre gli impegni del Green Deal europeo in un corpus normativo coerente, con l'obiettivo vincolante di ridurre le emissioni nette di gas a effetto serra di almeno il 55% entro il 2030. In questo quadro, l'idrogeno è stato integrato attraverso diverse proposte legislative, che stabiliscono i requisiti per il suo utilizzo e la sua produzione. Tra queste, la revisione della Direttiva sulle energie rinnovabili (RED III)

introduce obiettivi specifici per l'uso di combustibili rinnovabili di origine non biologica, come l'idrogeno verde, nell'industria e nei trasporti. Misure come il Regolamento ReFuelEU Aviation e FuelEU Maritime mirano a incentivare l'adozione di combustibili sostenibili, inclusi quelli a base di idrogeno, rispettivamente nei settori dell'aviazione e del trasporto marittimo. Le proposte mirano a creare un quadro normativo che garantisca la domanda di idrogeno e fornisca certezza agli investitori, definendo chiaramente le norme per la certificazione e la tracciabilità dell'idrogeno a basse emissioni di carbonio.

L'iniziativa REPowerEU, lanciata nel 2022 in risposta alla crisi energetica e alla necessità di ridurre la dipendenza dai combustibili fossili russi, ha ulteriormente accelerato gli sforzi in materia di idrogeno. Il piano ha elevato gli obiettivi di produzione e importazione di idrogeno rinnovabile a un livello più ambizioso, riconoscendo il suo ruolo fondamentale nella diversificazione delle fonti di approvvigionamento energetico. REPowerEU ha introdotto misure per snellire le procedure autorizzative per gli impianti di produzione di idrogeno, promuovendo la creazione di Hydrogen Valleys e sostenendo progetti di ricerca e sviluppo. Oltre a ciò, ha rafforzato il sostegno finanziario per le infrastrutture necessarie al trasporto e allo stoccaggio dell'idrogeno, facilitando la collaborazione tra gli Stati membri. In sostanza, mentre il Fit for 55 ha fornito il quadro normativo e gli obiettivi di lungo termine, REPowerEU ha agito come un acceleratore, mobilitando risorse e semplificando le procedure per garantire una rapida espansione della filiera dell'idrogeno, essenziale per la sicurezza e la sostenibilità energetica dell'Europa.

A complemento di questo quadro normativo, l'Unione Europea ha mobilitato una serie di strumenti di supporto economico e di finanziamento per accelerare la transizione:

- L'European Clean Hydrogen Alliance non è uno strumento di finanziamento diretto, ma funge da piattaforma strategica che riunisce le principali parti interessate, tra cui industrie, istituzioni pubbliche e la società civile. Il suo scopo è mobilitare gli investimenti e promuovere la produzione e l'uso di idrogeno pulito, facilitando la collaborazione e l'identificazione di progetti economicamente sostenibili. Attraverso questa alleanza, viene creata una pipeline di progetti che possono successivamente accedere ad altri fondi e meccanismi di supporto.
- La European Hydrogen Bank è un meccanismo competitivo di gara, gestito nell'ambito dell'Innovation Fund, che ha l'obiettivo di colmare il divario di costo tra l'idrogeno rinnovabile e i combustibili fossili. La banca eroga un premio fisso per chilogrammo di idrogeno rinnovabile prodotto per un periodo di dieci anni, fornendo un importante sostegno finanziario ai progetti in fase iniziale. Questo sistema di aste competitive è progettato per sbloccare investimenti privati e accelerare l'implementazione di progetti a livello nazionale.
- La Clean Hydrogen Partnership è un partenariato pubblico-privato che si concentra sulla ricerca e l'innovazione tecnologica. Sotto l'egida di Horizon Europe, il partenariato riceve finanziamenti dall'UE per supportare progetti che coprono l'intera catena del valore dell'idrogeno, dalla produzione al trasporto e alle applicazioni finali. Il suo obiettivo è promuovere lo sviluppo di tecnologie all'avanguardia per l'idrogeno e le celle a

combustibile, incoraggiando la collaborazione tra il mondo accademico, l'industria e gli enti di ricerca per portare sul mercato soluzioni innovative.

- Gli Important Projects of Common European Interest (IPCEI) sull'idrogeno sono iniziative che permettono agli Stati membri di fornire aiuti di Stato a progetti transnazionali di vasta portata che altrimenti non si svilupperebbero. Questi progetti, che coprono l'intera catena del valore dell'idrogeno (dalle tecnologie alla produzione e alle infrastrutture), sono considerati di interesse strategico per l'Unione Europea. Essi mirano a stimolare la ricerca, l'innovazione e la prima applicazione industriale di tecnologie innovative e ad alto rischio.
- Il Connecting Europe Facility (CEF) è uno strumento di finanziamento chiave che supporta lo sviluppo di infrastrutture strategiche europee nei settori dei trasporti, dell'energia e del digitale. Nel contesto dell'idrogeno, il CEF per l'energia finanzia progetti transfrontalieri che mirano a costruire o modernizzare le reti infrastrutturali necessarie per il trasporto e lo stoccaggio dell'idrogeno, rimuovendo così i colli di bottiglia e integrando il mercato energetico. I fondi CEF supportano sia gli studi di fattibilità che i lavori di costruzione.
- Infine, l'Innovation Fund è uno dei più grandi programmi di finanziamento al mondo per la dimostrazione di tecnologie a basse emissioni di carbonio. Finanziato dai proventi del sistema di scambio di quote di emissione dell'UE (ETS), il fondo supporta una vasta gamma di progetti, inclusi quelli legati all'idrogeno, che mirano a ridurre le emissioni di gas serra. L'Innovation Fund fornisce sovvenzioni per la costruzione e l'implementazione di progetti pilota e su larga scala, facilitando la transizione verso un'economia a impatto climatico zero e contribuendo a portare sul mercato soluzioni innovative e scalabili.

2. Il Contesto Italiano: La Strategia Nazionale e i Progetti PNRR

In linea con gli orientamenti europei, l'Italia ha definito una propria Strategia Nazionale sull'idrogeno. La strategia nazionale individua un potenziale di crescita della domanda di idrogeno, specialmente nei settori industriali hard-to-abate come la raffinazione e la chimica, che attualmente sono i principali consumatori. Il piano prevede un'espansione dell'uso dell'idrogeno anche nei trasporti, in particolare per i mezzi pesanti, come autobus, camion, navi e treni, sebbene con orizzonti temporali differenziati e, soprattutto, con una diversa convenienza economica a seconda degli specifici fattori di contesto. Per stimolare questa domanda, la strategia propone meccanismi di supporto come la creazione di una domanda vincolata per l'idrogeno rinnovabile e a basse emissioni di carbonio, favorendo l'implementazione di schemi competitivi per l'approvvigionamento. Un primo passo in questa direzione è stato l'avvio del finanziamento, tramite fondi del PNRR, di stazioni di rifornimento di idrogeno di piccola taglia per supportare il settore dei trasporti.

Per quanto riguarda l'offerta e la produzione, l'Italia si pone l'obiettivo di coprire una parte significativa del proprio fabbisogno con idrogeno verde di produzione nazionale. Il documento preliminare della strategia stima che entro il 2030, una quantità di idrogeno verde sufficiente a

coprire il 2% della domanda energetica nazionale sarà prodotta in Italia, il che richiederebbe l'installazione di circa 5 gigawatt di elettrolizzatori. La strategia riconosce la necessità di incentivare la produzione di idrogeno da fonti energetiche rinnovabili, come l'ammoniaca e il metanolo, al fine di aumentare la disponibilità di combustibili rinnovabili di origine non biologica.

La strategia nazionale enfatizza l'importanza di sviluppare l'infrastruttura necessaria per il trasporto e lo stoccaggio dell'idrogeno, considerandola un fattore chiave per l'espansione del mercato e per garantire un approvvigionamento competitivo. Si prevede di sfruttare le infrastrutture esistenti del gas naturale per il trasporto dell'idrogeno, attraverso la miscelazione o la riconversione graduale, supportata dalla pianificazione di corridoi e dorsali nazionali. L'obiettivo è creare una rete capillare che connetta i centri di produzione con i poli di consumo, includendo anche lo stoccaggio per bilanciare l'offerta e la domanda. Lo sviluppo di queste infrastrutture mira a facilitare l'integrazione di Hydrogen Valleys e a supportare la diffusione delle stazioni di rifornimento lungo le principali vie di comunicazione.

Secondo le proiezioni della strategia nazionale, l'idrogeno è destinato a giocare un ruolo primario in specifici settori per la loro decarbonizzazione. In particolare, il settore con la maggiore quota di idrogeno nei consumi finali sarà quello dell'industria, con i settori HTA come l'acciaio, le fonderie e il vetro. Ad esempio, l'idrogeno dovrebbe coprire il 18% dei consumi finali dell'industria HTA e addirittura il 77% del fabbisogno del settore chimico, dove è usato come feedstock, ovvero come materia prima.

Anche nel settore dei trasporti, l'idrogeno avrà un impatto significativo. In particolare, le previsioni indicano un utilizzo preponderante nel trasporto aereo, dove l'idrogeno potrebbe coprire fino al 71% dei consumi, e nei bus (55%) e camion (33%). Al contrario, l'utilizzo per auto e moto è previsto in una percentuale minore (5%), probabilmente a causa della concorrenza con i veicoli elettrici a batteria, e per i treni (4%), data l'elevata elettrificazione della rete ferroviaria italiana. Questi dati sottolineano come la strategia si concentri su quegli ambiti in cui l'elettrificazione diretta è meno efficiente o economicamente meno vantaggiosa, evidenziando il ruolo complementare e non sostitutivo dell'idrogeno rispetto all'elettrificazione.

Tabella 1. Consumi di idrogeno per settore produttivo

Settore	Consumi finali H2 2050 (Mtep)	Consumi finali complessivi al 2050 (Mtep)	% H2 nei consumi finali complessivi al 2050
Industria HTA	3,7	20,9	18%
Acciaio	1,1	7,2	17%
Fonderie	0,1		
Ceramica	0,3	3,5	32%
Cemento	0,2	5,7	12%
Vetro	0,5		
Feedstock - Raffinerie	0,3	0,3	100%
Feedstock - Chimica	1,2	1,5	77%
Trasporti	6,7	21,5	31%
Auto e moto	0,4	6,8	5%
Bus	0,5	1	55%
Camion	2,6	8	33%
Treni	0	0,8	4%
Aerei	3	4,2	71%
Navi e porti	0,2	0,7	30%
Civile	0,2	20,6	1%

Fonte: Strategia Nazionale Idrogeno

Già nell'ambito del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), l'Italia aveva stanziato investimenti significativi per promuovere la filiera dell'idrogeno. Le iniziative sono focalizzate su due principali aree: la produzione di idrogeno in aree industriali dismesse e l'impiego del vettore energetico in settori ad alta emissione.

Gli investimenti mirano a favorire la realizzazione di impianti per la produzione di idrogeno rinnovabile, in particolare nelle aree industriali non più utilizzate. L'obiettivo è supportare la transizione ecologica di questi siti, creando nuove opportunità economiche e lavorative. Inoltre, i fondi PNRR sono destinati a progetti che riguardano l'impiego dell'idrogeno in settori come l'industria HTA e il trasporto, inclusa la sperimentazione dell'idrogeno nel trasporto ferroviario e stradale.

Un altro filone di finanziamento del PNRR riguarda lo sviluppo della filiera nazionale dei componenti per l'idrogeno rinnovabile, con particolare attenzione alla produzione di elettrolizzatori. Questo investimento ha lo scopo di potenziare la competitività dell'industria italiana nel settore e di creare una catena di approvvigionamento strategica a livello nazionale, che contribuisca alla sicurezza energetica del Paese e all'accelerazione della transizione ecologica.

I progetti finanziati dal PNRR rappresentano un'accelerazione fondamentale per lo sviluppo della filiera. L'investimento più cospicuo, con un importo di 1 miliardo di euro, è destinato all'utilizzo dell'idrogeno nei settori hard-to-abate, sebbene la spesa effettiva sia ancora in una fase iniziale. Il progetto che ha attirato il maggior numero di iniziative (53 in totale) è quello delle Hydrogen Valleys nelle aree industriali dismesse, con un finanziamento di 500 milioni di euro. Segue il finanziamento per la ricerca e sviluppo sull'idrogeno, con 300 milioni di euro per 25

progetti, che mostra un tasso di spesa effettiva più avanzato (9,7%), a dimostrazione dell'importanza data alla base tecnologica e scientifica. Anche la sperimentazione per il trasporto stradale (230 milioni di euro per 44 progetti) e quello ferroviario (300 milioni di euro per 11 progetti) sono in corso, seppur con spese effettive ancora limitate.

Tabella 2. Stato di attuazione degli investimenti PNRR in tema di idrogeno

Tipologia	Intervento	Importo (Mln €)	N° Progetti	Stato	Spesa Effettiva (Mln €)	Spesa Effettiva (%)
Investimento	Produzione di idrogeno in aree industriali dismesse (hydrogen valleys)	500	53	In corso	26,4	5,30%
	Misura rafforzata: Produzione di idrogeno in aree industriali dismesse	90		Da avviare	0	0,00%
	Utilizzo dell'idrogeno in settori hard-to-abate	1000	3	In corso	2,2	0,20%
	Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto stradale	230	44	In corso	15,2	6,60%
	Sperimentazione dell'idrogeno per il trasporto ferroviario	300	11	In corso	4,9	1,60%
	Ricerca e sviluppo sull'idrogeno	300	25	In corso	29	9,70%
	Promozione dell'idrogeno	450		In corso	0	0,00%
Riforma	Semplificazione amministrativa e riduzione degli ostacoli normativi			Completata in ritardo		
	Misure volte a promuovere la competitività dell'idrogeno			Completata		

Fonte: OpenPolis/OpenPNRR

In questo contesto, molte altre regioni italiane si stanno muovendo in modo autonomo e strategico per non perdere l'opportunità offerta dall'idrogeno. Dal confronto con alcuni casi di benchmark possiamo ricavare alcuni elementi comuni:

- L'Emilia-Romagna ha inserito l'idrogeno verde nella sua Strategia di Specializzazione Intelligente e partecipa attivamente a partnership internazionali. Nel documento programmatico "Scenari e prospettive dell'idrogeno verde in Emilia-Romagna", realizzato da ART-ER, GreenTech e Nomisma, si delinea una roadmap per lo sviluppo delle filiere dell'idrogeno verde nella regione. L'analisi si concentra in particolare sul potenziale dell'idrogeno per la mobilità, soprattutto nel trasporto pubblico locale e nella logistica, e per gli usi industriali, con un focus sui settori HTA. Il rapporto identifica la sostenibilità economica, più che la tecnologia, come la principale criticità da superare, a causa degli ingenti costi di investimento per la produzione di idrogeno verde. L'idrogeno verde è inoltre inserito negli ambiti prioritari della Strategia di Specializzazione Intelligente regionale per il periodo 2021-2027. Questo posizionamento strategico si traduce in azioni concrete, come il bando Hydrogen Valleys del PNRR, che ha stanziato 20 milioni di euro per la realizzazione di impianti di produzione di idrogeno rinnovabile in aree industriali dismesse. La regione promuove attivamente la sperimentazione dell'idrogeno. Ad esempio, nel Modenese sono stati avviati test per immettere una miscela di gas naturale e idrogeno al 5% nella rete di

distribuzione gas a servizio di aree residenziali. La regione ha inoltre firmato un Protocollo d'intesa con SNAM per accelerare la transizione ecologica su tutto il territorio, concentrandosi su idrogeno, biometano, mobilità sostenibile ed efficienza energetica. L'approccio collaborativo della regione si estende a partnership internazionali e a progetti di innovazione tecnologica, con l'obiettivo di rafforzare l'intera filiera manifatturiera legata all'idrogeno e posizionare l'Emilia-Romagna come uno dei centri di riferimento europei per questo vettore energetico.

- La Strategia regionale dell'idrogeno per il Piemonte, approvata con delibera della Giunta Regionale n. 12-5285 del 1° luglio 2022, definisce il quadro di riferimento per le azioni e le politiche regionali nel settore. Il documento si articola in quattro aree di intervento: diversificazione produttiva, ricerca, sviluppo e innovazione; mobilità e trasporti; produzione, distribuzione e uso energetico dell'idrogeno; e azioni trasversali. L'obiettivo della strategia è valorizzare le competenze già presenti sul territorio piemontese per qualificare la regione come un'area di eccellenza per lo sviluppo delle tecnologie dell'idrogeno e per supportare le filiere industriali. Il piano mira a sostenere l'introduzione dell'idrogeno nel sistema energetico, industriale e dei trasporti, contribuendo agli obiettivi di decarbonizzazione e migliorando la competitività del territorio. La strategia intende inoltre attrarre investimenti e finanziamenti nazionali ed europei, favorendo la partecipazione a network nazionali e internazionali, come l'adesione a Hydrogen Europe. La regione ha inoltre individuato la creazione di una Hydrogen Valley come progetto bandiera nell'ambito del PNRR, in particolare nell'Investimento 3.1 della Missione 2, Componente 2. La finalità di questo progetto è promuovere la produzione locale e l'uso dell'idrogeno nell'industria e nel trasporto, sostenendo la realizzazione di impianti in aree industriali dismesse che utilizzino energia da fonti rinnovabili. A tal proposito, la Regione Piemonte ha indetto un bando per la selezione di proposte progettuali e ha avviato una fase di consultazione pubblica per definire l'avviso pubblico regionale finalizzato alla selezione dei progetti da finanziare.
- In Veneto, il Nuovo Piano Energetico Regionale (NPER) 2025 include l'idrogeno verde come uno dei quattro pilastri principali, insieme all'aumento delle fonti rinnovabili, all'efficienza energetica e alla riduzione delle emissioni. Il piano ha l'obiettivo di guidare la transizione energetica del territorio, in linea con i target europei al 2030 e al 2050, attraverso investimenti per oltre 8,7 miliardi di euro entro il 2030. L'idrogeno è considerato un elemento chiave per la decarbonizzazione e il raggiungimento dell'autonomia energetica regionale. La Regione è uno dei partner del progetto triennale INTERREG Empowering H2-ready regions in Central Europe (H2CE) 2023-2026, co-finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale (FESR). L'iniziativa mira a sviluppare e testare nuovi modelli di pianificazione per le autorità pubbliche e a creare una rete di regioni pronte per l'idrogeno (H2-ready). Il progetto coinvolge nove regioni in sette Paesi dell'Europa centrale e si pone l'obiettivo di accelerare lo sviluppo delle infrastrutture per l'idrogeno, favorendo la collaborazione transnazionale per un sistema energetico più pulito e integrato. Inoltre, nell'ambito del Programma

Regionale FESR, l'Azione 1.1.1 ha stanziato un bando da 5 milioni di euro per finanziare progetti di ricerca e sviluppo nel campo dell'idrogeno verde. Questo bando è volto a sostenere la nascita e il consolidamento di una filiera produttiva regionale dell'idrogeno, finanziando progetti di ricerca industriale e sviluppo sperimentale. Gli ambiti di intervento includono lo sviluppo di materiali e componenti, processi produttivi innovativi, sistemi per lo stoccaggio e la distribuzione e tecnologie per l'utilizzo dell'idrogeno nei settori di applicazione.

- In Puglia, la strategia per l'idrogeno, presentata nel documento Strategia per l'Idrogeno, #H2Puglia2030 e approvata con delibera n.1799 del 5 dicembre 2022, è strutturata in diverse fasi con obiettivi specifici. Una prima fase si concentra sulla produzione e il trasporto dell'idrogeno, focalizzandosi sulla mobilità a corto raggio e sugli utilizzi dell'idrogeno verde nei settori industriali HTA, come quello siderurgico di Taranto. L'obiettivo è supportare la transizione ecologica di questi comparti produttivi e del trasporto pubblico. La seconda mira a utilizzare l'idrogeno per il bilanciamento e la flessibilità del sistema energetico. In questa fase, l'idrogeno agirebbe come una forma di stoccaggio dell'energia (power-to-gas), consentendo di accumulare l'eccesso di energia prodotta da fonti rinnovabili. Infine, in una fase con orizzonte più ampio, si estendono le applicazioni dell'idrogeno al trasporto a lungo raggio, includendo il settore navale e aereo, e agli utilizzi per il riscaldamento commerciale e domestico, per una decarbonizzazione completa. La strategia pugliese ha ottenuto finanziamenti significativi nell'ambito del PNRR e degli IPCEI (Importanti Progetti di Interesse Comune Europeo). La regione ha ricevuto il massimo finanziamento a livello nazionale per le Hydrogen Valleys in aree industriali dismesse, con un totale di 5 progetti finanziati dal PNRR per circa 40 milioni di euro. Inoltre, il progetto Puglia Green Hydrogen Valley è stato selezionato nell'ambito dell'IPCEI Hy2Infra, ottenendo un finanziamento di 370 milioni di euro per la realizzazione di due impianti a Brindisi e Taranto con una capacità di elettrolisi di 160 MW. Questa iniziativa, che fa parte di 16 progetti finanziati dal PNRR e IPCEI-Hy2Infra, è sinergica con il progetto di Snam per un gasdotto dedicato al trasporto dell'idrogeno tra le due città, e contribuisce a posizionare la Puglia come un punto di riferimento per l'industria dell'idrogeno e la transizione energetica in Europa.

3. Prospettive per la Filiera Toscana

In maniera non dissimile da ciò che si muove a livello nazionale e nelle altre regioni, anche la Toscana ha da tempo avviato una fase di analisi e coinvolgimento di stakeholder per comprendere che tipo di politiche necessitano di essere introdotte per stimolare il potenziale legato alle applicazioni dell'idrogeno sul territorio regionale.

In particolare, fra dicembre 2021 ed aprile 2022, Regione Toscana ha istituito il tavolo regionale sull'idrogeno "H2-T" per avviare un confronto specifico con aziende e mondo della ricerca

sulla tematica dell'idrogeno in relazione ai primi strumenti attuativi del PNRR e nella prospettiva dei fondi strutturali europei 2021-2027.

Attraverso poi il progetto europeo HYPERION, di cui Regione Toscana è partner, il Tavolo H2-T, che rappresenta in maniera efficace i diversi soggetti attivi in regione nella filiera dell'idrogeno rinnovabile, è stato coinvolto al fine di comprendere l'attuale grado di applicazione delle tecnologie basate sull'idrogeno in settori industriali strategici e critici, al fine di favorire la decarbonizzazione sostenibile e l'adozione di soluzioni integrate fra produzione, infrastrutture e utilizzo finale

In questo contesto, è stata svolta l'analisi condotta dal Consorzio Polo Tecnologico Magona (CPTM) che ha coinvolto 56 soggetti tra aziende, enti e centri di ricerca, fornendo un quadro dettagliato della situazione attuale e delle prospettive future.

Dalla ricognizione, riportata nel dettaglio in appendice al presente report, emerge che la Toscana possiede un significativo potenziale di ricerca e sviluppo (R&S) nel settore dell'idrogeno, con un'abbondanza di centri di ricerca, sia pubblici che privati, che costituiscono circa la metà del campione esaminato. Altrettanto importante è la presenza di aziende costruttrici di componenti e impianti, tra cui player di livello mondiale come Baker Hughes e Dumaray, che possiedono sedi manifatturiere, di ingegneria e di R&S. Tuttavia, il settore presenta diverse debolezze. La tecnologia non è ancora sufficientemente matura per essere economicamente competitiva su larga scala, e la mancanza di produttori e utilizzatori finali è un chiaro indicatore di ciò. Le principali criticità emerse sono:

- Difficoltà normative e autorizzative: ostacoli burocratici che rallentano lo sviluppo della filiera.
- Carenze infrastrutturali: mancanza di infrastrutture logistiche e di produzione adeguate per l'idrogeno.
- Carenza di risorse finanziarie: l'elevato costo dell'idrogeno elettrolitico rispetto a quello grigio rende necessari maggiori incentivi.
- Mancanza di percezione sociale: una scarsa consapevolezza dell'emergenza climatica tra la popolazione italiana limita la spinta verso la transizione verde.

Per quanto concerne la domanda di idrogeno, le prospettive per la Toscana possono essere suddivise in due orizzonti temporali:

- Consumi imminenti (2025-2035): l'uso dell'idrogeno come materia prima nell'industria chimica (come nel polo di Rosignano) e nelle raffinerie (come quella di Livorno) è l'ambito di applicazione più immediato. La direttiva europea RED III impone infatti la sostituzione di una quota dell'idrogeno grigio con idrogeno rinnovabile, con scadenze già fissate al 2025 (20%) e al 2030 (42%). Altri consumi imminenti potrebbero riguardare settori di nicchia come l'oreficeria ad Arezzo e alcune vetrerie.
- Consumi potenziali futuri (2035-2050): le prospettive di maggiore impatto riguardano la produzione di e-fuels per il trasporto aereo e marittimo (e-kerosene, e-metanolo, e-ammoniaca) e l'utilizzo dell'idrogeno nel settore siderurgico. L'area della raffineria ENI di

Livorno e quella siderurgica di Piombino sono considerate strategiche per questi sviluppi. Il trasporto su strada, invece, è visto come un'applicazione a lungo termine e poco probabile, a meno di una drastica riduzione dei costi dell'idrogeno rinnovabile.

I comparti industriali più difficili da decarbonizzare – fra cui chimica, cartario siderurgia e manifattura energivora – rappresentano settori in cui le applicazioni dell'idrogeno possono offrire soluzioni strategiche. In tali ambiti, l'idrogeno, anche in forma verde derivata da fonti rinnovabili, può costituire un vettore energetico a più alto contenuto tecnologico e ambientale, in grado di sostituire combustibili fossili per processi ad alta intensità energetica. Il settore dei trasporti rappresenta un ulteriore ambito in cui l'idrogeno può fornire un contributo decisivo, in particolare nelle aree portuali, nella logistica intermodale e nella mobilità pesante. In Toscana, nonostante le evidenti potenzialità, la fase attuale della filiera – produzione, trasporto e impiego finale – risulta ancora molto arretrata. Tuttavia, vi è interesse per applicazioni Power-to-Gas e utilizzo per trasporti navali, segno che emergono opportunità concrete di sviluppo in ambiti ad alta intensità logistica e infrastrutturale.

Tabella 3. Lo stato della filiera in Toscana per fase

Fase della filiera	Situazione in Toscana	Risultanze
Produzione	Molto indietro	Pochi produttori, nessun idrogeno verde. Buona conoscenza teorica.
Trasporto	Molto indietro	Solo conoscenza di base (compressione). Nessuna infrastruttura reale.
Stoccaggio	Un po' più avanti	Discreta conoscenza e ricerca su sicurezza e materiali.
Distribuzione e logistica	Molto indietro	Nessuna esperienza concreta di distribuzione.
Impiego finale	Un po' più avanti	Interesse su power-to-gas e trasporti navali, consumi attuali molto bassi.
Servizi di supporto	Relativamente avanzato	Presenza significativa di ricerca, formazione e consulenze.

Fonte: Nostre elaborazioni

Oltre alla prospettiva degli stakeholder, il potenziale di una filiera dell'idrogeno in Toscana può essere compreso anche da una prospettiva territoriale, attraverso una sorta di analisi dei divari: guardando alla presenza sul territorio di settori energivori e alle possibili sinergie locali tra produzione, consumo e distribuzione così come ai possibili fattori di ostacolo alla implementazione tecnologica, in modo da delineare i terreni più fertili per la sperimentazione e gli interventi di sostegno pubblico.

Nel settore della produzione di acciaio, la sostituzione della via altoforno-convertitore con filiere preridotte a idrogeno e forno elettrico (H-DRI/EAF) è oggi una delle traiettorie tecnologiche più citate per azzerare quasi del tutto le emissioni di processo. Nell'area di Piombino, il collegamento diretto con il porto rende plausibili sinergie logistiche per l'import di minerale, preridotti e, nel medio termine, vettori di idrogeno o elettricità rinnovabile. I contro principali riguardano l'elevata intensità di capitale e la dipendenza dal costo dell'energia e dell'idrogeno verde, che oggi rimane il fattore determinante del differenziale di costo rispetto ai percorsi tradizionali; si aggiungono esigenze stringenti di continuità e volumi di fornitura. La

letteratura internazionale conferma il ruolo dell'H-DRI/EAF nella decarbonizzazione dell'acciaio e la sensibilità dell'economia di impianto al prezzo dell'idrogeno e dell'elettricità rinnovabile. (IEA, IEEFA)

I forni per ceramica e vetro richiedono alte temperature, per le quali l'idrogeno è tecnicamente idoneo come combustibile. Nel vetro, prove industriali hanno dimostrato la fattibilità della fusione con combustione a idrogeno; nel comparto ceramico si stanno testando forni pilota alimentati al 100% H₂. I pro riguardano la compatibilità termica e la possibilità di integrazione progressiva; tra i contro emergono la necessità di riprogettare bruciatori e sistemi di controllo, la gestione delle emissioni di NOx tipicamente più elevate con fiamma a idrogeno e gli investimenti richiesti, che pesano di più in un tessuto produttivo composto da molte PMI, ad esempio nel distretto vetrario empolesse-valdelsa.

Nel settore della carta, i cicli produttivi richiedono soprattutto vapore e calore a medio-bassa temperatura (tipicamente fino a ~180 °C nelle sezioni di essiccazione). Per questo, nel breve periodo i percorsi più efficaci risultano l'elettrificazione del calore con pompe di calore ad alta temperatura, il recupero termico e, dove disponibile, biomasse/biogas, mentre l'uso estensivo di idrogeno nei generatori di vapore non è, ad oggi, la soluzione tecnologicamente ed economicamente più naturale per il settore. La specializzazione e la scala del distretto lucchese rafforzano l'interesse verso soluzioni elettriche ad alta efficienza già mature.

Le raffinerie sono tra i principali utilizzatori industriali di idrogeno come feedstock per idrotrattamenti e desolforazione; la sostituzione del cosiddetto idrogeno grigio con idrogeno a basse emissioni rappresenta una via diretta per ridurre l'impronta carbonica del sito. A Livorno è in corso la riconversione in bioraffineria con nuove unità, incluso un impianto per la produzione di idrogeno da metano a supporto dei processi di biocarburanti idrogenati; il vero salto emissivo dipenderà però dalla disponibilità di idrogeno a basse emissioni e rinnovabili coerenti con la pianificazione energetica. La vicina presenza di un grande polo chimico a Rosignano offre una base industriale ad alta intensità energetica e con diversi impieghi potenziali dell'idrogeno come materia prima e combustibile di processo. I vantaggi sono la densità di domanda concentrata e la disponibilità di infrastrutture e competenze; tra i contro vanno considerati i costi di investimento e di approvvigionamento di idrogeno a basse emissioni, che la stessa analisi internazionale colloca tra i principali colli di bottiglia per una diffusione su larga scala.

Sempre in ambito produttivo, una interessante esperienza vede già nel 2008 la realizzazione dell'idrogenodotto urbano di San Zeno, pensato per servire le imprese del distretto orafino aretino con un'infrastruttura di distribuzione locale a bassa pressione. Questa scelta nasceva dall'esigenza di garantire una fornitura stabile e sicura di un gas strategico per alcune lavorazioni di precisione, in particolare saldature e trattamenti termici, e resta ancora oggi un esempio di applicazione avanzata in ambito industriale. Sul piano applicativo, l'idrogeno trova impieghi consolidati nella filiera orafa. Nei laboratori viene utilizzato in torce ossi-idrogeno, che forniscono una fiamma estremamente calda e pulita, capace di saldare o brasare metalli preziosi come oro, argento, platino e palladio. Questa tecnologia, alternativa a combustibili

fossili come GPL o acetilene, garantisce vantaggi in termini di precisione e di qualità della superficie, riducendo ossidazioni e residui sul manufatto.

Sul versante dei trasporti, l'idrogeno può risultare competitivo nelle missioni pesanti a medio-lunga percorrenza e con elevato utilizzo del mezzo, grazie ai tempi di rifornimento rapidi e alla maggiore autonomia, specialmente laddove la ricarica ad alta potenza sia logisticamente complessa. Sul fronte dei contro, le analisi di costo totale di possesso indicano che i veicoli elettrici a batteria saranno la soluzione a minor costo per la maggior parte delle classi di camion entro il 2030, con l'idrogeno che può presidiare nicchie specifiche; rimane inoltre la necessità di una rete di rifornimento dedicata. L'UE ha fissato obiettivi vincolanti con l'AFIR (Alternative Fuels Infrastructure Regulation): una stazione H₂ pubblicamente accessibile almeno ogni 200 km sulla rete TEN-T entro il 2030, oltre ad almeno una stazione in ogni nodo urbano. Allo stesso modo, i bus fuel-cell sono particolarmente interessanti su linee extraurbane con turni lunghi, profili altimetrici impegnativi o dove i tempi e gli spazi per la ricarica non consentono il mantenimento dell'orario con autobus a batteria. Il progetto europeo JIVE individua appunto queste nicchie come campo di applicazione iniziale; permane la concorrenza dei bus elettrici a batteria, che hanno oggi costi d'acquisto e di esercizio mediamente inferiori e una diffusione già prevalente in Europa.

Sul versante ferroviario, in Toscana la rete è già ampiamente elettrificata, con alcune tratte residue dove alternative al diesel sono in valutazione. La cosiddetta Faentina è stata inserita tra le linee candidate alla sperimentazione a idrogeno nell'ambito degli interventi nazionali, a conferma dell'interesse per soluzioni non elettrificate laddove l'elettrificazione integrale sia complessa o antieconomica; la fattibilità andrà comunque confrontata con i programmi di elettrificazione in corso.

L'uso diretto di idrogeno in aeronautica richiede infrastrutture aeroportuali dedicate per produzione, liquefazione, stoccaggio e rifornimento, investimenti che un aeroporto di dimensioni medie deve pianificare con anticipo e in coerenza con l'evoluzione dei velivoli. Airbus mantiene un impegno strategico sul tema ma ha rivisto le tempistiche del programma ZEROe, spostando in avanti l'entrata in servizio; nel frattempo la decarbonizzazione a breve-medio termine rimane guidata da SAF e misure di efficienza. Questo contesto rende la soluzione a idrogeno una prospettiva di più lungo periodo per gli scali toscani.

In ambito portuale, l'evoluzione regolatoria europea (FuelEU Maritime) impone una riduzione progressiva dell'intensità di gas serra dei carburanti navali, incentivando combustibili a basse emissioni. Le principali prospettive vedono una crescita di metanolo e ammoniaca di origine rinnovabile, entrambi derivati dell'idrogeno, con conseguente domanda di produzione, importazione, stoccaggio e bunkeraggio portuale. I porti toscani possono posizionarsi come hub multimodali per rifornire la flotta e servire i retroporti, integrando catene logistiche e impiantistiche; il nodo critico è l'allineamento con la pianificazione energetica e la disponibilità di input rinnovabili.

L'efficacia di tutte le applicazioni dipende dalla disponibilità di idrogeno a basse emissioni e dalla presenza di infrastrutture di produzione, stoccaggio e distribuzione, oggi ancora limitate

a livello europeo e italiano rispetto ai volumi necessari. La creazione di domanda certa in usi industriali concentrati, come la raffinazione, è spesso indicata come leva per sostenere gli investimenti in produzione e rete.

Tabella 4. Usi potenziali dell'idrogeno nel sistema economico toscano

Settore	Utilizzo dell'idrogeno	Territorio	Pro/Contro
Industria			
Acciaio	Fonte energetica + Feedstock (DRI/EAF)	Piombino	Sinergia con Porto Costi elevati
Ceramica/Vetro	Fonte energetica	Area Fiorentina	Buona corrispondenza tecnologica Frammentazione aziendale
Carta	Fonte energetica	Distretto di Lucca	Scarsa corrispondenza tecnologica (almeno attualmente)
Raffinerie	Feedstock	Livorno	Sinergia con contesto territoriale Necessità di produzione da FER (compatibilità con pianificazione)
Chimica	Fonte energetica + Feedstock	Rosignano	Sinergia con contesto territoriale Alti costi di investimento
Oreficeria	Fonte energetica	Arezzo	Metanodotto già realizzato nel distretto Aretino, in area urbana
Trasporti			
Stradale	Fonte energetica	Diffuso	Sensato solo per i mezzi pesanti Necessità di infrastruttura di rifornimento Concorrenza con full electric
Bus	Fonte energetica	Aree extraurbane	Necessità di infrastruttura di rifornimento Concorrenza con full electric
Treni	Fonte energetica	Linee non elettrificate	In Toscana rete già molto elettrificata Sperimentazione linea Faentina
Aerei	Fonte energetica	Pisa, Firenze	Aeroporti di dimensioni medie Concorrenza di altre soluzioni tecnologiche più sostenibili economicamente
Navi e porti	Fonte energetica + Feedstock	Livorno, Piombino, Carrara	Non solo come combustibile, ma anche come feedstock per la produzione di ammoniaca o metanolo destinati alla propulsione navale Necessità di produzione da FER (compatibilità con pianificazione)

Fonte: nostre elaborazioni

Dal punto di vista delle infrastrutture, il know-how più avanzato in regione riguarda servizi di supporto, formazione e consulenza su sicurezza e materiali, mentre le effettive infrastrutture di produzione, trasporto e distribuzione risultano ancora limitate. Fra le potenzialità locali, spicca l'opportunità di valorizzare le risorse geotermiche presenti sul territorio per generare idrogeno, aprendo una prospettiva sinergica, pionieristica e strategica per la produzione sostenibile nel medio-lungo termine.

4. Suggerimenti di Policy per la Toscana

Alla luce delle analisi condotte, il report fornisce una serie di suggerimenti strategici per la politica regionale. È fondamentale individuare aree di intervento che favoriscano la sinergia tra una pluralità di soggetti interessati, dalla ricerca alla produzione e al consumo, per creare un ecosistema coeso. In una prima fase, il ruolo delle istituzioni pubbliche dovrebbe essere quello di agevolare le connessioni tra la ricerca tecnologica e le applicazioni industriali, in particolare per i progetti ad alto costo e con un orizzonte a medio-lungo periodo.

L'area costiera (con i suoi porti, l'industria chimica e le acciaierie) sembra presentare le condizioni più favorevoli per l'avvio della filiera, ma ciò richiede un'attenta pianificazione in materia di Fonti Energetiche Rinnovabili (FER). Un'idea da esplorare è la possibile integrazione con la produzione geotermica per la produzione di idrogeno. Infine, è cruciale considerare gli attuali elevati costi dell'idrogeno verde che, rendendolo vulnerabile alla concorrenza di tecnologie alternative, aumentano il rischio di investimenti con rapida obsolescenza. Per questo, la strategia regionale deve essere agile e pronta ad adattarsi all'evoluzione tecnologica e di mercato, al fine di garantire un investimento efficace e duraturo.

APPENDICE

Premessa

In attuazione delle azioni e degli obiettivi previsti dal progetto Europeo HYPERION “Hydrogen uptake in European regions” (INTERREG EUROPE 2021-2027, call II°, <https://www.interregeurope.eu/hyperion>) Regione Toscana e ASEV collaborano per svolgere un’attività di analisi e mappatura dello stato della filiera H2 in Toscana funzionale allo studio sulle prospettive di sviluppo dell’idrogeno in Toscana e alla definizione o aggiornamento degli strumenti di policy regionali.

A tal fine ASEV ha proceduto, attraverso un’indagine di mercato, all’affidamento del “Servizio di supporto tecnico esterno qualificato per attività di analisi e mappatura dello stato dell’arte della filiera dell’idrogeno in Toscana” per la mappatura regionale di tutte le attività connesse all’idrogeno, in termini di ricerca, sviluppo di infrastrutture, applicazioni nell’industria, sicurezza e governance, al CPTM con contratto sottoscritto in data 23 dicembre 2024.

Nell’ambito del suddetto contratto CPTM è stato inizialmente incaricato da ASEV di svolgere le seguenti attività:

- attività di contatto e confronto con gli stakeholders attivi lungo la filiera dell’idrogeno in Toscana;
- predisposizione di un documento finale (report) di analisi e mappatura delle iniziative e degli stakeholders attivi lungo la filiera dell’idrogeno in Toscana, già emesso da CPTM il 29 maggio 2025 con l’identificativo ASEV_191224_Rel01_Rev01.

Per completare l’implementazione delle attività previste nel progetto Hyperion, Regione Toscana, Direzione Competitività Territoriale della Toscana e Autorità di Gestione ha poi provveduto ad incaricare CPTM di fornire le proprie competenze per un servizio di **analisi sulle prospettive di sviluppo dell’idrogeno in Toscana**, che sia di aiuto nella definizione e aggiornamento degli strumenti di policy regionali.

La presente relazione finale redatta con il supporto di Regione Toscana e IRPET (Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana) costituisce il sunto dell’analisi sulle prospettive dell’idrogeno in Toscana, svolta da CPTM.

1. Metodologia

Il presente studio ha preso avvio dai risultati del questionario sulle prospettive delle filiere dell’idrogeno verde in Toscana, così come sintetizzate nella relazione “ASEV_191224_Rel01_Rev01” prodotto da CPTM. Il suddetto questionario oltre ad elencare i principali soggetti toscani attivi nella filiera dell’idrogeno riporta una descrizione dello stato attuale delle iniziative attualmente presenti, declinato in relazione a produzione, trasporto, impiego e attività di ricerca e sviluppo. Il questionario è stato compilato da 56 soggetti, distribuiti tra aziende, enti pubblici e centri di ricerca. Le domande del questionario differenziate a seconda del soggetto rispondente riguardavano il livello di conoscenza delle tecnologie dell’idrogeno, le prospettive di investimento e le collaborazioni in essere, oltreché una valutazione dei punti di forza e di debolezza rispetto al mercato. Si riporta in allegato al presente documento il modulo completo con le domande del questionario.

Per ciascuna categoria individuata nel questionario sono quindi stati individuati i soggetti più rilevanti sulla base del potenziale fatturato o incremento dello stesso, che ha dichiarato di poter ricavare nei prossimi cinque anni attraverso attività riconducibili alla filiera dell’idrogeno verde. Con tali soggetti rilevanti si è proceduto a fissare incontri per interviste dirette nelle quali condividere in via preliminare i risultati del questionario e delineare la specifica visione dell’ente o azienda in merito alle potenziali

direzioni di crescita della filiera dell'idrogeno verde in Toscana ed in particolare l'esame delle iniziative che possono radicare e rafforzare la presenza di una filiera dell'idrogeno verde in Toscana.

Oltre alle aziende toscane il confronto è stato esteso anche a Direzione Energia ed Economia Verde della Regione Emilia-Romagna, che ha svolto un equivalente lavoro di mappatura e valutazione dello stato della filiera nella sua regione.

2. I portatori di interesse intervistati

I principali portatori di interesse relativi alla filiera dell'idrogeno in Toscana selezionati tra quelli già oggetto di questionario nella fase 1 del presente lavoro sono stati intervistati con incontri uno a uno e quando non possibile attraverso tavoli tematici ristretti specifici del segmento della filiera occupato, ovvero:

- Centri di ricerca
- Produttori di macchinari o impianti
- Consumatori o produttori di idrogeno

La tabella seguente elenca in modo dettagliato tutti i soggetti, che sono stati intervistati.

Tabella 1: elenco dei soggetti intervistati in relazione alle prospettive dell'idrogeno in Toscana.

Azienda, ente	Persona intervistata	Persona intervistata
ALSTOM FERROVIARIA SPA	Dir. sviluppo commerciale	Alessandria, dir. sviluppo commerciale
Asev	Resp. Area R&D	Sabatini
Aut. Portuale Alto Tirreno	Dir. Demanio	Marilli, dir. Demanio
AUTOLINEE TOSCANE	Dir. Operation AT sud	Gaianigo, dir. Operation AT sud
AUTOLINEE TOSCANE	Referente aziendale idrogeno	Ottone
AUTOLINEE TOSCANE	Referente aziendale idrogeno	Mensuali
Baker Hughes	persona intervistata	Cirielli
CNR	Dir. sviluppo commerciale	Fontani
Confindustria Toscana Centro	Resp. Area R&D	Civalleri
DUMAREY	Dir. Demanio	Formoso
ENI rewind	Dir. Operation AT sud	Baldarelli, capo sviluppo mercato
ENI	Referente aziendale idrogeno	Maiolo
ERREDUE	Referente aziendale idrogeno	Bollino
Gas and Heat	Sara Evangelisti	Sara Evangelisti
Inovyn	Dir. Italia Innovyn	Madessis, dir. Italia Innovyn
Nemesys	Referente aziendale idrogeno	Matteini
P-ENG	Referente aziendale idrogeno	Pennesi
Pontlab	Direttore	Gamenets
Scuola superiore Sant'Anna	R&D	Colla
SestaLab	Direttore	Grossi
Solvay	Dir. Gen. Solvay Italia	Dugenetay, dir. Gen. Solvay Italia
Solvay	Resp. idrogeno	Ulivari
Unifi	R&D	Ferrara
Unifi	R&D	Carcassi
Unipi	R&D	Desideri
Unipi	R&D	Galletti

3. Le filiere dell'idrogeno

Ad oggi l'idrogeno ha un uso quasi esclusivamente come materia prima, impiegata prevalentemente in applicazioni settoriali molto specifiche, quali:

- Trattamenti di raffineria utili alla produzione di carburanti
- Produzione di fertilizzanti di chimici, in primo luogo urea
- O più in generale processi dell'industria chimica dove viene consumato come reagente

Le politiche per il contenimento dell'effetto serra hanno invece fatto emergere le potenzialità dell'idrogeno per lo sfruttamento delle energie rinnovabili in sostituzione di quelle fossili. L'idrogeno è emerso quindi con un nuovo ruolo, ovvero quello di vettore energetico in grado di rendere più facilmente fruibili le energie rinnovabili. Si tratta di un cambiamento di paradigma industriale: l'idrogeno da gas tecnico usato come materia prima a vettore energetico. Tale prospettiva di cambiamento ha generato e genera molte incertezze sulla trasformazione economica-industriale, che si profila nel prossimo futuro. Si potrebbe parlare in termini potenziali non di una singola filiera dell'idrogeno, ma di una molteplicità di potenziali filiere dell'idrogeno, distinte tra loro dalla fonte energetica rinnovabile di partenza e dall'impiego finale dell'idrogeno stesso.

Tuttavia, per l'analisi degli scenari applicativi dell'idrogeno è utile classificare il suo impiego in due macrocategorie:

- Impiego come materia prima non energetica (feedstock)
- Impiego come vettore energetico

L'uso dell'idrogeno come feedstock ha prospettive di una rapida diffusione superiori a quelle dell'uso come vettore energetico, perché non soffre la concorrenza di tecnologie alternative ed in primo luogo dell'elettrificazione. L'idrogeno come feedstock va infatti ad individuare un insieme di applicazioni, che spesso rientrano nel novero delle tecnologie "hard to abate", dove la dipendenza dall'uso di materiali di fonte fossile è molto difficile da superare.

La natura articolata delle possibili filiere dell'idrogeno è presente non solo a valle, ma anche a monte, ovvero nell'individuazione delle fonti energetiche primarie e nella modalità con cui vengono usate per trasformarle in idrogeno. Sul lato monte della filiera possiamo distinguere quattro modalità produttive principali:

- Elettrolisi che usa energia elettrica rinnovabile
- Pirolisi e gassificazione di biomasse rinnovabili
- Reforming di metano fossile con cattura della CO₂
- Importazione di idrogeno certificato da paesi terzi

Le prime due modalità producono idrogeno verde, il reforming con cattura di CO₂ produce idrogeno blu, mentre l'importazione di idrogeno certificato, pur non essendo una modalità di produzione, nei fatti ha delle implicazioni nella filiera dell'idrogeno da costruire in Toscana di così vasta portata, che necessita di essere analizzata con attenzione.

4. Idrogeno, Una filiera policy driven

In maniera unanime tutti i portatori di interesse riconoscono che l'idrogeno verde o blu non possa che avere un futuro, se non subordinato a delle politiche pubbliche che impongano un piano di decarbonizzazione certo a tutti i livelli dall'industria ai trasporti fino ai consumi domestici. Tuttavia, le politiche di decarbonizzazione sono e saranno orientate verso la "neutralità" tecnologica, ovvero varie tecnologie alternative potranno competere economicamente nel rispetto del criterio di zero emissioni di CO₂. Tutto questo implica che anche l'impiego dell'idrogeno non potrà far a meno di competere con tecnologie alternative con prezzi più competitivi. Unica eccezione sono i settori difficili da decarbonizzare, dove l'idrogeno non ha ad oggi delle alternative praticabili, come è il caso in cui venga impiegato come materia prima.

In maniera emblematica di quanto l'idrogeno rinnovabile sia strettamente legato all'indirizzo politico va fatto riferimento alla **Direttiva (UE) 2023/2413** (RED III), pubblicata il 31 ottobre 2023, che all'articolo 22a, "Promozione dell'uso dell'idrogeno rinnovabile nell'industria", raccomanda di sostituire almeno un 20% dell'idrogeno grigio con idrogeno rinnovabile entro il 2025 e rende **obbligatorio sostituire almeno il 42% dell'idrogeno non rinnovabile consumato con risorse**

rinnovabili entro il 2030. Le ripercussioni di questa direttiva sono state immediate sul sistema produttivo ed hanno avuto due conseguenze:

- Esigenza dei consumatori di idrogeno grigio di assicurarsi un approvvigionamento di idrogeno rinnovabile
- Esigenza per i produttori di idrogeno grigio di riconvertire parte della loro produzione verso idrogeno rinnovabile

Oltre alle implicazioni immediate sull'uso dell'idrogeno come materia prima, la direttiva RED III esplica la sua azione anche sui potenziali impieghi dell'idrogeno rinnovabile come vettore energetico per i trasporti. Infatti, agli artt. 25 e 27 la Direttiva pone l'obbligo di inserire nei carburanti per il trasporto entro il 2030 una quota minima del 5,5% di combustibili rinnovabili, di cui almeno un 1% deve essere idrogeno rinnovabile o RFNBO (Renewable Fuels of Non-Biological Origin). Da notare che sostanzialmente in gran parte gli RFNBO sono e-fuels, ovvero combustibili prodotti da idrogeno verde e CO₂ di origine non biologica, come ad esempio e-kerosene o e-ammoniaca. Da notare che la Direttiva RED III delinea un ruolo marginale all'idrogeno e agli e-fuels per il trasporto terrestre e questa constatazione è stata riconosciuta dalla maggior parte dei portatori di interesse intervistati.

D'altra parte, si riconosce anche che nel trasporto marittimo e aeronautico, l'elettrificazione con batterie è tecnicamente impraticabile. Su tali settori la legislazione europea è intervenuta in maniera netta attraverso due regolamenti specifici:

- ReFuelEU Aviation, Reg. UE 2023/2405
- FuelEU Maritime, Reg. UE 2023/1805

Entrambi i Regolamenti introducono un obbligo progressivo per l'impiego di energie rinnovabili, il primo un 10% entro il 2035 e il 35% entro il 2040, mentre il secondo impone un uso incrementale del 2% annuo di rinnovabili fino ad arrivare al 80% nel 2050. In questo ambito l'impiego di idrogeno rinnovabile sotto forma di e-fuels soffrirà comunque la concorrenza di biocarburanti avanzati, ottenuti da biomasse di scarto o da coltivazioni dedicate non ambientalmente impattanti.

In sintesi, l'impiego più certo a breve termine dell'idrogeno rinnovabile guidato dalle politiche europee resta quello come materia prima nell'industria di processo o per settori di nicchia, dove adesso è impiegato idrogeno grigio. Ulteriori quote di richiesta di idrogeno rinnovabile potranno prodursi in tempi più lunghi per il trasporto aereo e navale, dove tuttavia dovranno fronteggiare la concorrenza economica dei combustibili avanzati da biomasse.

5. Sintesi dell'indagine svolta

Regione Toscana ha istituito, fra dicembre 2021 ed aprile 2022, il tavolo regionale sull'idrogeno H₂-T per avviare un confronto specifico con aziende e mondo della ricerca sulla tematica dell'idrogeno in relazione ai primi strumenti attuativi del PNRR e nella prospettiva dei fondi strutturali europei 2021-2027.

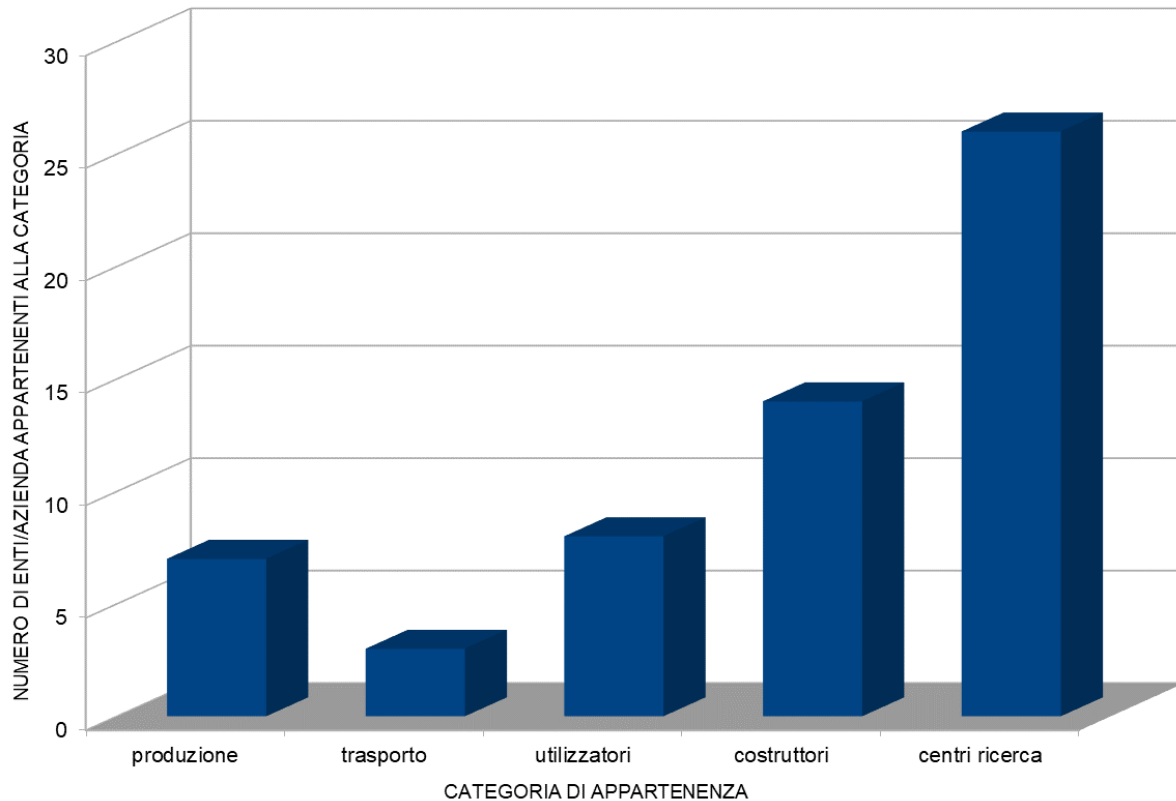
Il tavolo di confronto H₂-T rappresenta in maniera efficace i diversi soggetti attivi in regione nella filiera dell'idrogeno rinnovabile. Come già richiamato nella Metodologia nella prima fase del presente studio sono stati intervistati 56 soggetti mediante apposito questionario sulle tematiche della filiera H₂, costituendo così una base conoscitiva significativa dell'intera filiera regionale.

Nella Tabella 1 è mostrata la distribuzione dei portatori di interesse partecipanti al questionario sulla base di cinque categorie, definite a seconda del ruolo attuale o potenziale del soggetto all'interno della filiera. In particolare, le cinque categorie sono:

- Produttore di idrogeno rinnovabile
- Soggetto della logistica dell'idrogeno rinnovabile (trasporto)

- Utente consumatore di idrogeno
- Costruttore di componentistica o impianti specificatamente dedicati all'idrogeno rinnovabile
- Centri di Ricerca e Sviluppo impegnati sull'idrogeno rinnovabile

Figura 1: distribuzione dei partecipanti al questionario in base al ruolo attuale o potenziale nella filiera dell'idrogeno rinnovabile

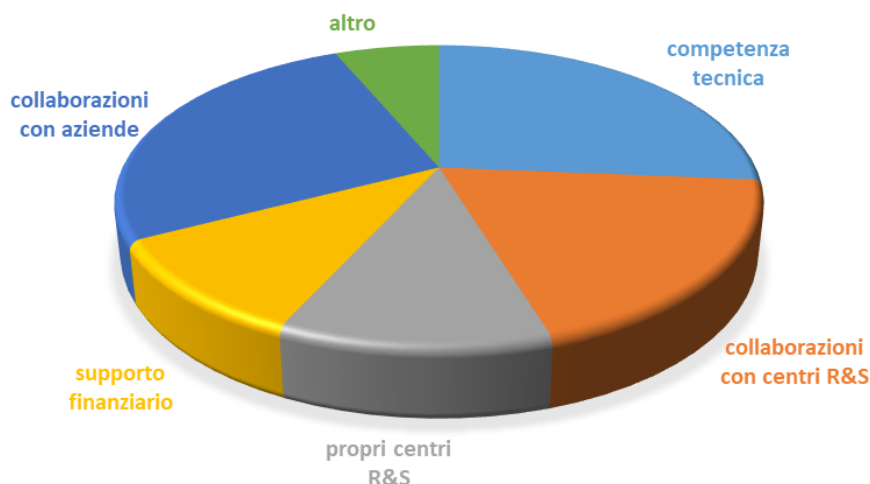


Dalla figura emerge chiaramente come in Toscana i centri di ricerca siano numericamente abbondanti nell'insieme esaminato, circa la metà dei soggetti analizzati, così come ci sia una presenza importante di aziende costruttrici di componentistica o impianti. Fanalino di coda sono invece produttori, logistica e utilizzatori finali.

Si può osservare come questa distribuzione dei portatori di interesse nella filiera dell'idrogeno rinnovabile rispecchi sostanzialmente un settore in sviluppo, dove la tecnologia non è ancora matura e richieda ancora sostanziali sforzi di sviluppo per raggiungere livelli di ritorno economico appetibili per produttori e consumatori. I fornitori commerciali delle tecnologie (costruttori) sono presenti, ma languono i clienti lato produzione e consumo.

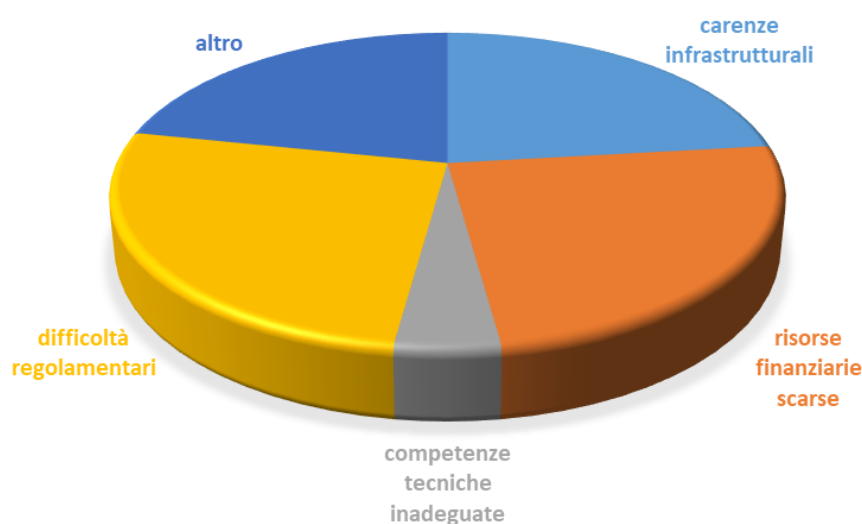
Di rilievo è anche l'autovalutazione che gli intervistati hanno dato di sé individuando i propri punti di forza e di debolezza in relazione al mercato dell'idrogeno rinnovabile. Le figure 2 e 3 mostrano rispettivamente i punti di forza e debolezza, che i soggetti partecipanti all'indagine hanno segnalato. Tra i punti di forza prevale la competenza tecnica e le collaborazioni strategica con altre aziende, che insieme ammontano ad oltre il 50% delle indicazioni. Di rilievo è poi anche la collaborazione con i centri di R&S oltreché le risorse interne di R&S.

Figura 2: punti di forza della filiera toscana dell'idrogeno rinnovabile così come indicati dal campione esaminato



Nell'individuazione dei punti di debolezza la prevalenza è data dalle difficoltà regolamentari e autorizzative, che possono essere più marcate per una tecnologia in fase di sviluppo. Di assoluto rilievo anche le carenze infrastrutturali a contorno e la carenza di risorse finanziarie.

Figura 3: punti di debolezza della filiera toscana dell'idrogeno rinnovabile così come indicati dal campione esaminato



Per un'analisi dettagliata dello stato attuale della filiera toscana dell'idrogeno rinnovabile così come emersa dai questionari si rimanda alla relazione di sintesi della fase 1.

6. La domanda di idrogeno rinnovabile in Toscana

Nel paragrafo 0 si è sottolineata l'opportunità di parlare di filiere dell'idrogeno rinnovabile, volendo sottolineare la molteplicità delle applicazioni possibili ed anche il diverso grado di maturità tecnica ed economica specifica per ciascuna delle applicazioni possibili. Volendo classificare le applicazioni dell'idrogeno rinnovabile (e della domanda di mercato associata) sulla base proprio delle prospettive temporali di diffusione, potremo distinguere due grandi archi temporali:

- Diffusione del consumo di H₂ dal 2025 al 2035, "consumi imminenti"
- Diffusione dei consumi dal 2035 al 2050, "consumi potenziali futuri"

È ovvio che nell'individuazioni dei consumi imminenti la traiettoria tecnologica ha molte più certezze, che non quella associata ai consumi potenziali futuri.

6.1 Consumi imminenti

Dai colloqui con i portatori di interesse sono stati evidenziati alcuni ambiti territoriali e industriali, dove la domanda imminente di idrogeno ha prospettive maggiormente rilevanti:

- Impiego industriale come materia prima di processo nell'industria chimica del polo di Rosignano e della raffineria di Livorno
- Impieghi di nicchia nel settore orafo prevalentemente nell'area di Arezzo
- Impiego in alcune vetrerie come vettore energetico

Questi consumi di idrogeno sono già ad oggi coperti da idrogeno grigio o da metano nel caso delle vetrerie, ma come visto nel paragrafo 0 hanno un obbligo normativo di transizione verso la decarbonizzazione immediato (prime scadenze al 2030), che li ha spinti a pianificare per tempo la transizione. A Rosignano lo stabilimento Solvay con fondi PNRR ha in corso di completamento il progetto toscano più economicamente rilevante, che gli consentirà di decarbonizzare la propria produzione di acqua ossigenata attraverso un sistema locale fotovoltaico con elettrolisi. Su una scala molto più piccola anche alcune aziende orafe hanno scelto di investire su un sistema integrato di produzione fotovoltaico con elettrolisi. Questi primi esempi di decarbonizzazione sono quindi stati orientati ad un modello di produzione ed autoconsumo.

6.2 Consumi potenziali futuri

Il campione dei soggetti intervistati ha evidenziato poi i consumi che si potrebbero creare al 2050. Tali consumi sono legati a due nuovi fondamentali ambiti applicativi specifici:

- Produzione di e-fuels, come e-kerosene per il trasporto aereo e e-metanolo ed e-ammoniaca per il trasporto navale (cargo)
- Siderurgia ed in particolare modo da una siderurgia a ciclo integrale, che parta dal minerale e sfrutti l'idrogeno in sostituzione del coke per l'alto forno

Questi due nuovi ambiti applicativi dell'idrogeno sono coerenti con quanto individuato anche dalla strategia nazionale idrogeno, che ne stima in uno scenario base il primo e secondo maggior consumo futuro di idrogeno a livello nazionale, con valori pari a 1'085'000 T/anno (54% del consumo totale) quasi tutti per il trasporto aereo, e con valori pari a 280'000 T/anno (14% del totale) per quello siderurgico. Queste prospettive declinate in relazione alla Toscana portano ad individuare come aree di maggior interesse per progettualità di idrogeno rinnovabile in due aree:

- La raffineria ENI di Livorno per una riconversione non solo verso biocarburanti, ma anche e-fuels
- L'area siderurgica di Piombino per un orientamento verso nuove produzioni di acciai decarbonizzati

Le prospettive dell'area della raffineria di Livorno sono rafforzate anche dal recente accordo tra ENI e Banca Europea degli investimenti (BEI) per un finanziamento da 500 mln di euro finalizzato alla conversione in bio-raffineria e che riporta "Tra le caratteristiche distintive del progetto, oltre all'uso di tecnologie avanzate, c'è la futura possibilità di adattare l'impianto per produrre anche 'Sustainable Aviation Fuel' ", così come pubblicato dall'agenzia Reuters il 25 luglio 2025.

Da notare poi anche la prospettiva di poter impiegare la CO₂ oggi dispersa nelle aree geotermiche ad alta entalpia (ovvero quelle impiegate per la produzione di energia elettrica in centrali da oltre 20 MW) in sinergia per la produzione di e-fuels.

La maggior parte dei soggetti intervistati ritiene poi la prospettiva di impiegare idrogeno rinnovabile direttamente per il trasporto privato su strada una prospettiva più lontana e che potrebbe verificarsi

solo nel caso in cui il costo dell'idrogeno rinnovabile sul mercato abbia un calo di costo relevantissimo e non prevedibile allo stato delle tecnologie attuali.

Discorso a parte merita, infine, la possibilità di impiegare idrogeno elettrolitico per accumulare energia rinnovabile in eccesso, prodotta occasionalmente da fotovoltaico o eolico. Questa possibilità tecnologica, che appariva fino a qualche anno fa di interesse, anche per attivare investimenti su fonti rinnovabili di taglia piccola e media, appare oggi alla maggior parte dei portatori di interesse intervistati come di minor rilievo: l'idea che si potessero diffondere elettrolizzatori, compressori e celle a combustibile per un uso quasi "domestico" appare in declino, superata dalle scarse efficienze energetiche delle varie trasformazioni necessarie e dalle impossibili economie di scala.

7. L'offerta di idrogeno rinnovabile in Toscana

L'idrogeno rinnovabile è prodotto quasi esclusivamente per elettrolisi dell'acqua utilizzando energia elettrica da fotovoltaico o eolico. Due sole tecnologie si possono porre come alternative complementari sul lungo periodo: quella dell'idrogeno biogenico da pirolisi e gassificazione e quella dell'elettrolisi ad alta temperatura combinata con i reattori nucleari modulari di IV generazione. Tuttavia, l'immatunità tecnologica di queste due ultime tecnologie non ne consente di stimare una diffusione né nel breve, né nel lungo periodo.

Dalla rilevazione fatta nella prima fase di questo studio ad oggi in Toscana se la richiesta di idrogeno rinnovabile langue, l'offerta di idrogeno rinnovabile è nulla. Non è stata rilevata ad oggi alcuna offerta di idrogeno rinnovabile prodotta in Toscana. D'altra parte, anche nell'immediato futuro questa offerta resterà molto bassa, perché quasi tutti i progetti avviati con fondi pubblici di finanziamento hanno mirato all'autoconsumo dell'idrogeno prodotto, piuttosto che all'immissione su un mercato aperto.

Le ragioni di questa carenza estrema di idrogeno rinnovabile sono sostanzialmente da ricercarsi nel costo elevato dell'idrogeno elettrolitico in confronto a quello grigio. Tuttavia, il progressivo irrigidimento degli obblighi normativi UE nelle applicazioni "hard to abate" genererà una domanda specifica di idrogeno rinnovabile, che renderà attrattiva la produzione e la commercializzazione di idrogeno rinnovabile anche se a costi più elevati di quello grigio.

L'opinione di alcuni portatori di interesse di estrazione industriale è che la Toscana potrebbe partecipare alla creazione di un'offerta di idrogeno ampliando la sua produzione elettrica da fonte rinnovabile, così da creare quell'eccesso di produzione vantaggiosamente convertibile in produzione di idrogeno. Ad oggi il ritardo nazionale nella diffusione della produzione di elettricità da rinnovabili ha portato il costo dell'elettricità a 110 €/MWh contro i circa 50 di Spagna e Germania e ci ha privato della sovrapproduzione utile alla produzione di idrogeno.

Altri portatori di interesse hanno evidenziato inoltre che la Toscana potrebbe inserirsi nel futuro mercato dell'idrogeno rinnovabile come fornitore di infrastrutture per l'importazione via nave dell'idrogeno rinnovabile prodotto in nord Africa e in Medio Oriente. Varie stime fatte da agenzie internazionali supportano questa prospettiva in ragione del minor costo di questo idrogeno d'importazione rispetto a quello prodotto in Italia. Infatti, si possono prevedere per questo idrogeno d'importazione investimenti di scala molto maggiore di quelli nazionali grazie ai minori vincoli sulle installazioni, una disponibilità di aree e di ore di illuminazione maggiori, oltreché il minor costo degli elettrolizzatori di grande taglia (maggiore di 50 MW). La Toscana potrebbe beneficiare di questo idrogeno d'importazione attrezzando ad hub uno dei suoi maggiori porti (Livorno o Piombino), oltreché come fornitore di macchinari, impiantistica e cantieristica navale, in cordate imprenditoriali nazionali. In merito a quale tecnologia possa avere una diffusione più prossima, molti dei soggetti intervistati ritengono che sia e-ammoniaca, ovvero ammoniaca prodotta con idrogeno rinnovabile, perché le navi cisterna per portare ammoniaca sono già una tecnologia consolidata, così come quella per produrla dall'idrogeno rinnovabile. Al contrario il trasporto dell'idrogeno liquefatto, pur essendo un tema di

ricerca e sviluppo interessante pone anche dei problemi di realizzazione tecnologica, che ne allontanano nel tempo l'adozione.

Infine, alcuni centri di ricerca regionali evidenziano che nel lungo periodo creando l'esigenza di decarbonizzare il trasporto aereo e navale, non potrà non farsi strada la produzione di e-fuels, stante il fatto che in quell'ambito non sono alla vista alternative credibili. In tale direzione potrà essere d'interesse incentivare l'evoluzione della raffineria di Livorno verso la produzione di questi nuovi carburanti ad alto valore ambientale e tecnologico.

8. L'offerta di componenti e impiantistica in Toscana

In un panorama nazionale delle filiere H2 frastagliato e con carenze settoriali di rilievo, la Toscana ha al suo attivo importanti soggetti attivi nell'offerta di tecnologia. Primo fra tutti Baker Hughes, che opera nel mercato mondiale dell'energia, ponendosi nel ruolo di potenziale fornitore di tutta la tecnologia necessaria per realizzazione di impiantistica di idrogeno rinnovabile di grossa taglia. Da evidenziare anche che Baker Hughes ha in Toscana non solo sedi manifatturiere, ma anche e soprattutto molto importanti sedi di ingegneria e di ricerca e sviluppo. Il centro di ricerca Baker Hughes in Toscana costituisce un caso emblematico di come il sostegno allo sviluppo tecnologico possa avere ricadute importanti nella creazione di posti di lavoro altamente qualificati. Le prospettive di ricerca di Baker Hughes sono orientate verso l'impiego di idrogeno direttamente in turbina, ma anche nello sviluppo di turbine a e-ammoniaca adatte per generazione elettrica, così come per propulsione di grosse navi. Ulteriore presenza di rilievo mondiale è Dumarey. Essa opera nella produzione di componentistica per i motori endotermici ed ha confermato la visione che l'impiego dell'idrogeno nei motori a scoppio è un tema di ricerca di interesse, ma con applicazioni industriali non nel breve periodo.

La Toscana ospita poi aziende, che sviluppano e producono elettrolizzatori di taglia piccola e media, mentre non sono apparsi nelle interviste aziende con produzioni di elettrolizzatori di taglia grande (oltre i 20 MW). Di rilievo anche la produzione di serbatoi per trasporti criogenici di gas liquefatti, come e-ammoniaca ed idrogeno liquefatto.

9. Il potenziale della R&S toscana

Come visto nei paragrafi precedenti i centri di R&S in Toscana sono numericamente prevalenti tra i portatori di interesse che hanno risposto ai questionari (oltre il 50%). Questo fatto è coerente con l'abbondanza di offerta di R&S sia pubblica che privata, basta ricordare le tre Università, il CNR e i vari centri specialistici privati sparsi sul territorio. L'abbondanza numerica deve poi essere abbinata all'esigenza di R&S, che l'adozione delle nuove tecnologie dell'idrogeno rinnovabile portano con sé.

I centri di ricerca sono stati intervistati oltreché con apposita sezione del questionario, anche con una tavola rotonda dedicata. Dal questionario sono emerse tre competenze tecnologiche prevalenti:

- Valutazione dell'idoneità dei materiali all'impiego con idrogeno
- Analisi del ciclo di vita
- R&S su elettrolizzatori

In relazione poi al grado di prontezza tecnologica la R&S toscana si pone prevalentemente su un valore intermedio tra la ricerca di base e quella pronta alla commercializzazione, dichiarando infatti oltre il 70% dei centri un TRL compreso tra 4 e 6. Questo dato è confermato anche dalla relativa scarsità di proprietà intellettuale o spin-off detenuti dai centri; infatti, oltre un 80% dei centri dichiara di averne.

I centri di ricerca hanno fornito con abbondanza indicazioni sulle prospettive future dell'idrogeno rinnovabile in Toscana e a livello UE.

I centri hanno rilevato un insieme di punti di debolezza che possono essere riassunti con:

- Mancata percezione sociale dell'emergenza climatica
- Attuale sistema di incentivazione inadeguato
- Carenza di idrogeno rinnovabile e di infrastrutture

La mancanza di una percezione sociale diffusa dell'emergenza climatica si manifesta nella lentezza con cui la transizione "green" si sta sviluppando in particolare in Italia. La mancanza di tale percezione si manifesta ad esempio nella mancanza di progetti per grosse capacità di produzione di idrogeno rinnovabile.

Il sistema di incentivazione attuale guidato principalmente dai fondi PNRR ha privilegiato il finanziamento dei capex su opere con finalità dimostrative della tecnologia. In futuro si ritiene preferibile un sistema che vada ad incentivare gli opex della produzione nazionale, così da lasciare al mercato lo sforzo per ridurre i capex attraverso lo sviluppo della tecnologia. Si è evidenziato quindi che il finanziamento dei capex comporta il rischio di non aiutare la ricerca dell'efficienza della tecnologia. Infine, ad oggi si identifica nella mancanza di produzione di idrogeno rinnovabile o di infrastrutture logistiche atte ad importarlo un possibile ostacolo, che potrà in futuro limitare la diffusione dell'uso dell'idrogeno specialmente quale vettore energetico, che costituisce l'applicazione più lontana dall'essere attuata.

D'altra parte, i centri di R&S hanno sottolineato, confermando la visione già espressa dalle aziende, come sia l'ambito dei settori "hard to abate" quello su cui la diffusione dell'idrogeno rinnovabile è più imminente a partire da dove l'idrogeno è oggi materia prima ed a seguire nel tempo in siderurgia e produzione di e-fuels.

10. Conclusioni

Tutti i portatori di interesse intervistati hanno mostrato prospettive per l'idrogeno rinnovabile in Toscana tra loro concordi.

L'idrogeno rinnovabile necessita ancora di attività di R&S per poter essere diffuso, ma la tecnologia è pronta per avviare i primi investimenti industriali dimostrativi.

L'impiego dell'idrogeno rinnovabile è e sarà per il prossimo futuro una tecnologia "policy driven", che necessita di opportuni sostegni finanziari pubblici per non penalizzare la competitività delle aziende. Dovrà essere compensato l'elevato costo attuale dell'idrogeno rinnovabile anche attraverso il finanziamento degli opex ed il superamento dell'attuale sistema di valorizzazione del PUN elettrico.

La prima diffusione della tecnologia sta avvenendo con la sostituzione dell'idrogeno grigio come materia prima nell'industria chimica, in raffineria così come in altre applicazioni di nicchia. La diffusione al settore dei trasporti è prospettabile in un futuro più lontano (2050) e orientato alla produzione di e-fuels per il trasporto aereo e navale (e-kerosene, e-ammoniaca) oltretutto per la siderurgia a ciclo integrale.

Per affrontare le sfide della transizione la Toscana ha al suo attivo numerosi centri di ricerca pubblici e privati, oltre alla presenza di aziende di componentistica ed impianti di rilievo nazionale e globale, come Baker Hughes e Dumarey, con sperimentazioni avanzate e prime produzioni commerciali (ad es. turbine ad ammoniaca BH). Di rilievo inoltre è la presenza di gruppi industriali di rilievo internazionale

già oggi produttori/utilizzatori di H2 grigio con ampie competenze e capacità di investimento, che sono tra i primi a dover intervenire per ottemperare agli obblighi normativi UE per la decarbonizzazione.

In prospettiva il territorio toscano ha aree specificatamente idonee ad investire nell'idrogeno rinnovabile. Tra queste sono sicuramente di rilievo:

- L'area industriale di Piombino, che potrebbe riqualificarsi per una produzione di acciaio decarbonizzato a ciclo integrale con H2 rinnovabile seguendo gli esempi pilota CNR in Italia e i primi impianti reali in Germania e Svezia
- L'area della raffineria di Livorno e l'area industriale di Rosignano orientabili verso e-fuels come e-kerosene, per la propulsione degli aerei, in potenziale abbinamento con la CO2 in eccesso della geotermia toscana
- Le aree portuali di Livorno e Piombino per le opportunità di bunkeraggio dei nuovi combustibili decarbonizzati, come ad esempio (e-ammoniaca) per il trasporto navale.

Allegato

INDAGINE SUI PORTATORI DI INTERESSE PER LA FILIERA TOSCANA DELL'IDROGENO

PREMESSA

Nell'ambito delle azioni del **tavolo regionale sull'idrogeno H2-T** ed in **coerenza** linea con la [Strategia di Specializzazione Intelligente della Toscana](#) (S3), la Regione Toscana insieme alla Agenzia per lo Sviluppo Empolese Valdelsa (ASEV) intendono realizzare e **promuovere** un'attività di **analisi, studio e mappatura dello stato della filiera H2 in Toscana** funzionale allo sviluppo di un successivo studio ragionato sulle prospettive di sviluppo dell'idrogeno in Toscana anche in vista della stesura del prossimo work programme 2026-27 della S3 Toscana, concorrendone alla miglior definizione o aggiornamento delle roadmap tecnologiche.

L'attività sarà coordinata da ASEV, con il supporto tecnico del Consorzio Polo Tecnologico Magona, nell'ottica di **aprire un canale di dialogo con il territorio**, mediante web ed interviste, sui temi progettuali inerenti alla filiera cominciando da:

- I soggetti pubblico-privati che hanno aderito alla iniziativa del **tavolo regionale per l'idrogeno H2-T**.
- Le proposte raccolte nell'autunno 2022 attraverso una apposita [call for proposal](#) promossa dal tavolo stesso ed aggiornandone lo stadio di sviluppo.

CONTESTO

L'attività di mappatura fa parte di una delle azioni del progetto europeo [HYPERION](#) "Hydrogen uptake in European regions", finanziato da INTERREG Europe, che vede ASEV in qualità di coordinatore e la Regione Toscana partner del progetto. L'obiettivo è favorire la cooperazione fra le regioni nel processo di costruzione di ecosistemi regionali per una transizione industriale sostenibile basata sulla filiera dell'idrogeno ed in sinergia con le S3 locali. Al progetto partecipano 11 partner in rappresentanza di 8 diverse regioni europee oltre alla [Hydrogen Europe Research](#) nella veste di *advisory partner*.

Autorizzazione al trattamento dei dati nel rispetto della legislazione sulla Privacy

Informativa agli interessati ex art. 13 Regolamento UE n. 679/2016 "Regolamento Generale sulla protezione dei dati".
Ai sensi dell'articolo 13 del Reg. UE/679/2016 La informiamo che i suoi dati personali, che raccogliamo al fine di promuovere una attività di analisi, studio e mappatura dello stato della filiera H2 in Toscana, saranno trattati in modo lecito, corretto e trasparente.

A tal fine le facciamo presente che:

1. Agenzia per lo Sviluppo dell'Empolese Valdelsa s.cons.per azioni è il titolare del trattamento (sede legale in Via delle Fiascaie, 12 Empoli (FI); e-mail) e tratta i suoi dati personali ai sensi dell'art. 6 del GDPR 2016/679, in quanto il trattamento è necessario per l'esecuzione di un compito di interesse pubblico di cui è investito il Titolare del trattamento.
2. Il trattamento, posto in essere dal personale autorizzato del Titolare e da collaboratori del titolare e dai soggetti espressamente nominati come responsabili del trattamento, sarà effettuato con strumenti sia manuali che informatici e telematici, con logiche di organizzazione ed elaborazione strettamente correlate alle finalità stesse e comunque in modo da garantire la sicurezza, l'integrità e la riservatezza dei dati stessi nel rispetto delle misure organizzative, fisiche e logiche previste dalle disposizioni vigenti.
3. Il conferimento dei suoi dati è facoltativo e il loro mancato conferimento preclude alla compilazione del questionario. I dati raccolti saranno comunicati a Consorzio Polo Tecnologico Magona, Via Magona, Cecina (LI), e ad I.R.P.E.T. - Istituto Regionale Programmazione Economica della Toscana, Via Pietro Dazzi, 1, Firenze e non saranno oggetto di diffusione, se non in forma aggregata ed anonima.
4. I suoi dati saranno conservati presso gli uffici del Titolare del trattamento per il tempo necessario alla conclusione del procedimento stesso, saranno poi conservati in conformità alle norme sulla conservazione della documentazione amministrativa, se previsto.
5. Lei ha il diritto di accedere ai dati personali che la riguardano, di chiederne la rettifica, la limitazione o la cancellazione se incompleti, erronei o raccolti in violazione della legge, nonché di opporsi al loro trattamento per motivi legittimi rivolgendo le richieste al Responsabile della protezione dei dati (dott. Lorenzo Sabatini, ASEV).
6. Può inoltre proporre reclamo al Garante per la protezione dei dati personali, come previsto dall'art. 77 del Regolamento stesso, o adire le opportune sedi giudiziarie ai sensi dell'art. 79 del Regolamento.



Regione Toscana



* Indica una domanda obbligatoria

1. **E-mail ***

.....

INFORMAZIONI GENERALI

2. **Nome dell'azienda o ente ***

.....

.....

3. **Settore specifico di riferimento / attività principale ***

.....

.....

4. **Nome del compilatore del questionario ***

.....

5. **Ruolo del compilatore ***

.....

.....

6. **Partecipazione alla manifestazione di interesse H2T ***

Il soggetto aveva già partecipato alla call della Regione Toscana “Avviso Pubblico per la presentazione di manifestazioni di interesse alla realizzazione di idee progettuali nell’ambito della produzione, distribuzione e usi finali dell’idrogeno in Toscana, pubblicato dalla Regione nel settembre 2022”,

Contrassegna solo un ovale.

☐ SI

Passa alla domanda 7.

☐ NO

Passa alla domanda 9.

L'AZIENDA O L'ENTE HA PRESENTATO UNA MANIFESTAZIONE DI INTERESSE NEL BANDO H2T

7. Titolo della proposta *

.....

8. Stato di avanzamento della proposta *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Progetto completato
- ☐ Progetto in corso di realizzazione e già realizzato oltre il 50% dei costi previsti
- ☐ Progetto in corso di realizzazione e già realizzato con meno del 50% dei costi previsti
- ☐ In attesa di finanziamento
- ☐ Altro:

Passa alla domanda 10.

L'AZIENDA O L'ENTE NON HA PRESENTATO MANIFESTAZIONI DI INTERESSE SU H2T

9. Principale causa della mancata partecipazione alla call della Regione Toscana: *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Incertezza sui tempi e modi di attuazione
- ☐ Cambiamento delle prospettive di investimento dell'ente/azienda mancanza di risorse finanziarie certe
- ☐ Altro:

Passa alla domanda 10.

ALTRI PROGETTI IN CORSO

Oltre alla manifestazione di interesse H2T l'azienda o l'ente hanno presentato altri progetti sull'idrogeno?
Se sì, specificare nei campi sotto descritti le caratteristiche del principale progetto in corso o previsto.

10. Nome del progetto

.....

11. Link al progetto (se disponibile)

.....

12. Fonte di finanziamento

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Cofinanziamento pubblico regionale / nazionale
- ☐ Cofinanziamento pubblico Unione Europea Integralmente
- ☐ Privato
- ☐ Altro: _____

COLLABORAZIONI STABILI CON ALTRI SOGGETTI

Si prega di specificare se esistano collaborazioni stabili pluriennali con altri soggetti pubblici o privati nell'ambito della filiera dell'idrogeno.

13. Avete una collaborazione consolidata con altri soggetti della filiera dell'idrogeno? *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ SI *Passa alla domanda 14.*
- ☐ NO *Passa alla domanda 15.*

ESISTENZA DI COLLABORAZIONI STABILI

14. Con che tipologia di partner collaborate? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Produttori di idrogeno
- ☐ Aziende energetiche
- ☐ Utilizzatori industriali finali
- ☐ Governo, Autorità pubbliche, Enti territoriali
- ☐ Università

PARTENARIATI EUROPEI / INTERNAZIONALI

15. **Siete coinvolti o interessati a partenariati europei / internazionali nel settore dell'idrogeno? ***

Contrassegna solo un ovale.

☐

SI, già coinvolti

Passa alla domanda 16.

☐

SI, interessati, ma non ancora coinvolti

Passa alla domanda 17.

☐

NO

Passa alla domanda 17.

GIÀ COINVOLTI IN PARTENARIATI INTERNAZIONALI

16. **Descrivere di che tipo di partenariato si tratta ***

.....

.....

.....

.....

.....

Passa alla domanda 17.

LIVELLO DI CONOSCENZA DELL'IDROGENO VERDE

Autovalutazione delle conoscenze generali sull'argomento da parte del proprio ente/impresa.

(valutazione da 1 stella molto scarsa a 5 stelle ottima)

17. **Come valutate la vs. conoscenza di queste tecnologie di produzione dell'idrogeno in prospettiva delle attività da svolgere nei prossimi 5 anni ***

1 2 3 4 5



18. **Elettrolisi ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

19. **Reforming di metano da biogas ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

20. **Reforming diretto di biometano ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

Come valutate la vs. conoscenza di queste tecnologie di stoccaggio dell'idrogeno in prospettiva delle attività da svolgere nei prossimi 5 anni:

21. **Idrogeno compresso ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

22. **Idrogeno liquefatto ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

23. **Idrogeno disciolto in ammoniaca ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

24. **Idrogeno immagazzinato in un composto organico**

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

Come valutate la vs. conoscenza di queste tecnologie per l'impiego dell'idrogeno in prospettiva delle attività da svolgere nei prossimi 5 anni

25. **Celle a combustibile per alimentazione della rete elettrica ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

26. **Trasporto privato di persone ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

27. **Bus ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

28. **Treni ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

29. **Nautica da diporto ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

30. **Trasporto navale ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

31. **Produzione di acciaio ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

32. **Bruciatori industriali a idrogeno ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

OSTACOLI ALLA DIFFUSIONE DELL'IDROGENO VERDE

Quali pensate siano i maggiori ostacoli ad oggi presenti contro la diffusione dell'idrogeno, relativamente alle seguenti voci.

(1 stella ostacolo non di rilievo, 5 stelle ostacolo molto elevato)

33. **Rischi per la sicurezza delle persone ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

34. **Alti costi di investimento ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

35. **Insufficiente ritorno economico prevedibile ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

36. **Insufficienza di informazione o formazione ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

37. **Disinteresse verso le politiche di protezione ambientale ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

38. **Presenza di regole chiare e standard ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

39. **Continuità delle strategie e delle politiche EU e nazionali ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

40. **Insufficienza delle opportunità di finanziamento ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

41. **Insufficiente domanda di mercato ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

42. **Insufficiente maturità della tecnologia ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

43. **Limitazioni dell'infrastruttura e della catena di fornitura ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

44. **Problematiche legate alla proprietà intellettuale ***

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

45. **Altro** (*specificare*)

.....

46. **Quali politiche o incentivi contribuirebbero ad accelerare la R&S sull'idrogeno? ***

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Maggiori finanziamenti governativi per la R&S
- ☐ Programmi di collaborazione industria università più forti
- ☐ Sostegno ai progetti pilota e dimostrativi
- ☐ Partenariati di ricerca internazionali
- ☐ Altro:

CATEGORIA REFERENTE

Per consentire la specificità del questionario il compilatore è pregato di specificare a quale categoria societaria appartiene tra quelle elencate sotto.

47. Categoria di appartenenza del referente *

Contrassegna solo un ovale.

- | | |
|--|-------------------------------|
| ☐ Istituzione pubblica territoriale-amministrativa o Azienda Privata | <i>Passa alla domanda 58.</i> |
| ☐ Ente o centro di ricerca tecnico scientifica pubblico o privato | <i>Passa alla domanda 48.</i> |

PROSPETTIVE DELLA RICERCA

48. A quali ambiti tematici appartiene la ricerca tecnico/scientifica da voi condotta negli ultimi 10 anni *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Efficientamento di elettrolizzatori
- ☐ Produzione di idrogeno da processi di pirolisi innovativi
- ☐ Catalizzatori innovativi per il processo produttivo dell'idrogeno
- ☐ Produzione di bio-idrogeno da microorganismi
- ☐ Liquefazione efficiente dell'idrogeno
- ☐ Metodi di immagazzinamento per adsorbimento
- ☐ Materiali ad alta resistenza per idrogeno in pressione
- ☐ Ottimizzazione delle infrastrutture di trasporto dell'idrogeno
- ☐ Celle a combustibile
- ☐ Analisi del ciclo di vita di prodotti/processi appartenenti alla filiera dell'idrogeno
- ☐ Altro:

.....

49. Livello di preparazione tecnologica (TRL) della ricerca fino ad oggi da voi svolta: *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ TRL 1 - 3, ricerca di base
- ☐ TRL 4 - 6, laboratorio e test pilota
- ☐ TRL 7 - 9, pre-commerciale e commercializzazione

50. A quali infrastrutture di ricerca sull'idrogeno ha accesso il vostro centro? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Strutture per la produzione di idrogeno
- ☐ Sistemi di stoccaggio e distribuzione dell'idrogeno
- ☐ Strutture per il collaudo di celle a combustibile
- ☐ Laboratori di prova della sicurezza dell'idrogeno
- ☐ Strumenti di calcolo e simulazione avanzati specifici per le tematiche dell'idrogeno
- ☐ Altro:

51. Date una breve descrizione delle attività di ricerca da voi finora svolte in ambito filiera idrogeno e delle prospettive di ricerche future di interesse per i prossimi 5 anni

.....

.....

.....

.....

.....

52. L'istituzione dispone di servizi utili alle aziende della filiera H2 *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ SI *Passa alla domanda 53.*
- ☐ NO *Passa alla domanda 54.*

SERVIZI PER LE AZIENDE

53. Quali sono i servizi offerti alle aziende per l'idrogeno? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Laboratori di caratterizzazione chimica
- ☐ Laboratori di caratterizzazione meccanica
- ☐ Personale per consulenza di processo
- ☐ Personale per consulenza sui materiali
- ☐ Personale di consulenza per accedere alle fonti di finanziamento pubbliche o private
- ☐ Altro:

ATTIVITÀ FORMATIVE PER L'IDROGENO

54. Il centro dispone di attività formative per le aziende della filiera dell'idrogeno? *

Contrassegna solo un ovale.

☐ SI *Passa alla domanda 55.*

☐ NO *Passa alla domanda 56.*

ATTIVITÀ FORMATIVE PER IDROGENO

55. Quali sono e a chi sono rivolte le attività formative (disoccupati, diplomati, laureati) *

.....

.....

BREVETTI

56. L'istituzione dispone di diritti di proprietà intellettuale e /o spin-off nell'ambito delle tecnologie H2, SI/NO *

Contrassegna solo un ovale.

☐ SI *Passa alla domanda 57.*

☐ NO *Passa alla domanda 91.*

ISTITUZIONE CON BREVETTI o SPINOFF

57. Dare una breve descrizione di brevetti o spinoff della ricerca. *

.....

.....

.....

.....

.....

Passa alla domanda 91.

POSIZIONAMENTO NELLA FILIERA DELL'IDROGENO

58. L'azienda/ente ha già prodotti, servizi commerciali o necessità di consumo inerenti la filiera dell'idrogeno: *

Contrassegna solo un ovale.

☐ SI Passa alla domanda 59.

☐ NO Passa alla domanda 67.

RUOLO NELLA FILIERA

59. Quale ruolo ricopre attualmente la vostra azienda/ente nella filiera dell'idrogeno? (Selezionare tutte le opzioni applicabili) *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Produttore di attrezzature per la produzione
- ☐ Produttore di attrezzature per lo stoccaggio
- ☐ Produttore di attrezzature per l'impiego
- ☐ Trasportatore a mezzo bombole
- ☐ Trasportatore a mezzo gasdotto
- ☐ Stoccaggio superiore a 500 Nm³
- ☐ Fornitore di servizi di ingegneria
- ☐ Fornitore di servizi di R&S
- ☐ Installatore
- ☐ Intermediario commerciale
- ☐ Altro:

PRODUTTORE DI IDROGENO

60. Siete produttori di idrogeno? *

Contrassegna solo un ovale.

☐ SI Passa alla domanda 61.

☐ NO Passa alla domanda 65.

PRODUTTORI ATTIVI DI IDROGENO

61. **Quale è la vostra potenzialità produttiva di idrogeno? ***

 Dropdown

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Fino a 1000 ton/anno
- ☐ Da 1000 a 10'000
- ☐ Da 10'000 a 100'000
- ☐ Oltre 100'000 ton/anno

62. **Che tipo di idrogeno producite? ***

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Idrogeno verde (elettrolisi con energia esclusivamente da fonte rinnovabile)
- ☐ Idrogeno blu (con cattura CO2)
- ☐ Idrogeno grigio
- ☐ Altro:

63. **Quale percentuale del vostro idrogeno prodotto è verde? ***

.....

64. **Chi sono i principali utilizzatori finali del vostro idrogeno? ***

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Industria autoconsumo per il processo
- ☐ Industria autoconsumo per generazione di energia
- ☐ Industria (vendita ad altri soggetti industriali)
- ☐ Trasporti autoconsumo
- ☐ Trasporti (vendita)
- ☐ Altro:

CONSUMATORI DI IDROGENO

65. **Siete attualmente consumatori di idrogeno? ***

Contrassegna solo un ovale.

☐ SI *Passa alla domanda 66.*

☐ NO

CONSUMATORI ATTIVI DI IDROGENO

66. **Quale è il vostro consumo nominale di idrogeno? ***

 Dropdown

Contrassegna solo un ovale.

☐ Fino a 1000 ton/anno

☐ Da 1000 a 10'000

☐ Da 10'000 a 100'000

☐ Oltre 100'000 ton/anno

☐ Dropdown

Passa alla domanda 69.

AZIENDE / ENTI NON ATTUALMENTE PRESENTI NELLA FILIERA

67. **Quale ruolo intende ricoprire la vostra azienda in futuro nella filiera dell'idrogeno? (Selezionare tutte le opzioni applicabili) ***

Seleziona tutte le voci applicabili.

☐ Produttore di idrogeno

☐ Produttore di attrezzature

☐ Installatore

☐ Intermediario

☐ Consumatore di idrogeno

☐ Trasportatore

☐ Altro:

68. Quali sono le ragioni che spingono l'azienda/ente ad avere un potenziale interesse ad entrare nella filiera dell'idrogeno: *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Accoglimento dell'indirizzo politico UE dato dal Green Deal e sancito dal Regolamento UE 2021/1119
- ☐ Implementare una politica di rispetto ambientale propria dell'ente/azienda
- ☐ Investire in vettore energetico alternativo economico e/o efficiente (in questo caso, specificare sotto il settore di interesse)
- ☐ Impiegare l'idrogeno per realizzare nuovi prodotti/processi (in questo specificare ambito)
- ☐ Aumentare il proprio grado di autosufficienza energetica, svincolandosi dalle fluttuazioni di mercato
- ☐ Altro:

Passa alla domanda 69.

PUNTI DI FORZA E PUNTI DI DEBOLEZZA

69. Quali sono attualmente i principali punti di forza della vostra azienda/ente nel contesto della filiera dell'idrogeno? (Selezionare tutte le opzioni applicabili) *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Competenza tecnica del proprio personale
- ☐ Collaborazioni attive con centri di ricerca con competenze specifiche sull'idrogeno
- ☐ Infrastrutture avanzate interne
- ☐ Supporto finanziario solido
- ☐ Collaborazioni strategiche con aziende/enti già attivi nella filiera
- ☐ Altro:

70. Quali sono le principali debolezze o sfide che la vostra azienda/ente deve affrontare nella filiera dell'idrogeno? (Selezionare tutte le opzioni applicabili) *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Carenze infrastrutturali
- ☐ Risorse finanziarie limitate
- ☐ Competenze tecniche inadeguate
- ☐ Difficoltà regolamentari
- ☐ Altro:

PROSPETTIVE FUTURE E INVESTIMENTI

71. Quali investimenti sono previsti dal vostro ente/azienda nel settore dell'idrogeno nei prossimi 5 anni? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Nuove tecnologie
- ☐ Espansione delle infrastrutture
- ☐ Integrazione idrogeno come vettore energetico
- ☐ Formazione del personale
- ☐ Altro:

72. Come vede il vostro ente / azienda l'evoluzione del mercato dell'idrogeno nei prossimi 10 anni? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Crescita rapida
- ☐ Crescita moderata
- ☐ Stabilità
- ☐ Declino

ENTE PUBBLICO O AZIENDA PRIVATA

Per consentire la specificità del questionario il compilatore è pregato di specificare a quale categoria societaria appartiene tra quelle elencate sotto.

73. Categoria di appartenenza del referente *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Istituzione pubblica territoriale-amministrativa
Vai alla sezione 31 (ISTITUZIONI / ENTI PUBBLICI).
- ☐ Azienda privata *Passa alla domanda 74.*

INFORMAZIONI AZIENDALI

74. Anno di costituzione: *

.....

75. **Numero di dipendenti:** *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ <10
- ☐ Fra 10 e 50
- ☐ Fra 50 e 250
- ☐ >250
- ☐ Altro:

76. **Fatturato annuo medio degli ultimi anni correlato alla filiera dell'idrogeno:** *

.....

77. **Sito Web:** *

.....

SFRUTTAMENTO ECONOMICO

78. **Quale percentuale del vostro fatturato degli ultimi due anni è derivante o, comunque, ricollegabile alla filiera dell'idrogeno verde?** *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ <10%
- ☐ Fra il 10 e il 25%
- ☐ Fra il 25 e il 50%
- ☐ >50%

79. **Prevedete un aumento della quota di fatturato riconducibile all'idrogeno verde nei prossimi 5 anni? Se sì, di quanto?** *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Sì, aumento significativo
- ☐ Sì, aumento moderato
- ☐ No, rimarranno stabili
- ☐ No, potrebbero diminuire
- ☐ Altro:

80. Quali sono i margini economici attuali della vostra azienda nel contesto dell'idrogeno? *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Elevati
- ☐ Moderati
- ☐ Bassi
- ☐ Non applicabile
- ☐ Altro:

81. Prevedete un aumento dei margini economici nei prossimi 5 anni? Se sì, di quanto? *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Sì, aumento significativo
- ☐ Sì, aumento moderato
- ☐ No, rimarranno stabili
- ☐ No, potrebbero diminuire
- ☐ Altro:

Passa alla domanda 91.

ISTITUZIONI / ENTI PUBBLICI

Le domande delle pagine successive sono specifiche per Istituzioni ed Enti Pubblici

POLITICA DELL'IDROGENO E QUADRO NORMATIVO

82. La vostra istituzione o ente ha una strategia o una roadmap dedicata all'idrogeno? *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ Sì
- ☐ No, ma in fase di sviluppo
- ☐ No, e non è prevista

83. Se alla precedente domanda avete risposto Sì, si prega di fornire un link o una sintesi.

.....

.....

.....

.....

84. Quali strumenti politici sono attualmente utilizzati per lo sviluppo dell'idrogeno? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Strategia nazionale sull'idrogeno
- ☐ Sussidi e incentivi fiscali per i progetti sull'idrogeno
- ☐ Fondi europei o risorse proprie per progetti sull'idrogeno
- ☐ Nessuno

85. Quali strumenti/politiche per l'incentivazione dell'idrogeno sono previsti per il futuro? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Leggi e regolamenti dedicati all'idrogeno
- ☐ Partenariati pubblico-privati (PPP)
- ☐ Politiche per gli acquisti verdi
- ☐ Altro:

PIANIFICAZIONE DELLE INFRASTRUTTURE PER L'IDROGENO

86. La vostra istituzione è coinvolta nella pianificazione delle infrastrutture per l'idrogeno? *

Contrassegna solo un ovale.

- ☐ SÌ *Passa alla domanda 87.*
- ☐ NO *Passa alla domanda 88.*

ISTITUZIONE ENTE COINVOLTO NELLA PIANIFICAZIONE DI INFRASTRUTTURE H2

87. Quali progetti di infrastrutture per l'idrogeno sono attualmente sostenuti o pianificati? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Impianti di produzione di idrogeno
- ☐ Condotte e reti di trasporto per l'idrogeno
- ☐ Impianti di stoccaggio dell'idrogeno
- ☐ Stazioni di rifornimento di idrogeno
- ☐ Altro:

AREE GEOGRAFICHE PRIORITARIE PER L'IDROGENO

88. Ci sono regioni geografiche specifiche che hanno la priorità per la diffusione dell'idrogeno? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Poli industriali e porti
- ☐ Aree urbane per applicazioni di trasporto
- ☐ Aree remote per la sicurezza energetica
- ☐ Corridoi di esportazione
- ☐ Altro:

FINANZIAMENTI E INCENTIVI

89. La vostra istituzione fornisce un sostegno finanziario ai progetti sull'idrogeno? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Sì, attraverso sovvenzioni e contributi
- ☐ Sì, attraverso incentivi fiscali
- ☐ Sì, attraverso garanzie sui prestiti o finanziamenti pubblici
- ☐ No, ma previsto in futuro
- ☐ No, e non previsto

90. **Quali meccanismi di finanziamento contribuirebbero ad accelerare l'adozione dell'idrogeno?** *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- ☐ Aumento degli investimenti pubblici
- ☐ Condivisione del rischio con il settore privato
- ☐ Fondi dedicati all'innovazione nell'idrogeno
- ☐ Collaborazione internazionale e programmi di finanziamento congiunto
- ☐ Altro:

COMMENTI AGGIUNTIVI

91. **Ulteriori commenti o suggerimenti sulla vostra posizione e sulle prospettive nella filiera produttiva dell'idrogeno:**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

CONCLUSIONE

Grazie per aver partecipato al nostro questionario. Le vostre risposte saranno fondamentali per comprendere meglio la capacità di offerta e le dinamiche del settore dell'idrogeno in Toscana.