



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

ORGANIZZATO DA



**Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo
dell'idrogeno - 9 ottobre 2024**

Attività di ricerca finanziata dalla Comunità Europea per la messa a terra di impianti per la produzione, distribuzione ed utilizzo dell'idrogeno

Prof. Cesare Saccani

Prof. Marco Pellegrini, PhD

Dr. Alessandro Guzzini, PhD

Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Bologna

BolognaFiere 9-11 ottobre

AGENDA

INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI

PROGETTI DI RICERCA PER LA MESSA A TERRA DEL GREEN H2

THOTH2

H2FLOWTRACE

NHYRA

HYSOUTHMARMARA

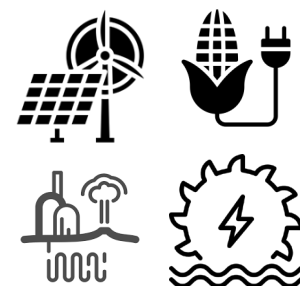
SPECTRUM

ENERGIA RINNOVABILE ED ENERGIA SOSTENIBILE

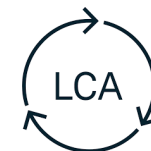
E' possibile affermare che l'energia rinnovabile sia anche sostenibile?

I due termini non sono sinonimi.

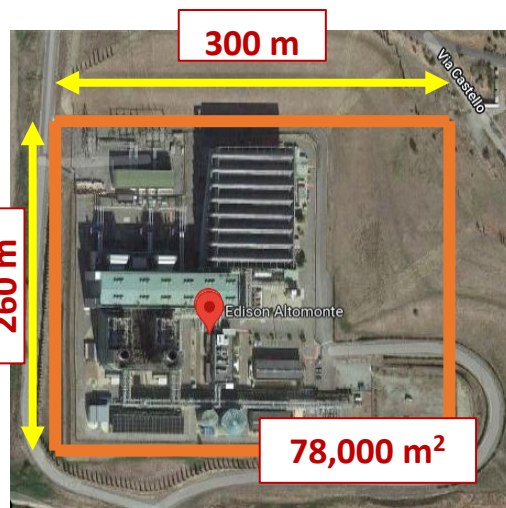
Energia rinnovabile: energia prodotta a partire da fonti che si rigenerano naturalmente ad una velocità maggiore o uguale rispetto a quella con cui vengono consumate, ovvero quando le fonti abbiano una durata praticamente illimitata rispetto al nostro orizzonte temporale. Sono universalmente riconosciute come fonti di energia rinnovabile il sole, il vento, le maree, la geotermia, le biomasse (queste ultime due scontano chiare prescrizioni per poter essere definite come rinnovabili).



Sostenibilità: misura l'impatto che l'utilizzo di una determinata risorsa ha sotto diversi punti di vista, a partire da quello ambientale (ad esempio, emissioni inquinanti, emissioni clima-alteranti, consumo di suolo e risorse), ed includendo anche tematiche di natura tecnica (ad esempio, l'efficienza nella produzione, distribuzione e utilizzo di un determinato bene), economica e sociale. Misurare la sostenibilità non è affatto semplice, e richiede un approccio complesso e multidisciplinare volto a confrontare e pesare impatti di natura differente.



ENERGIA RINNOVABILE VS FOSSILE: DENSITA' ENERGETICA



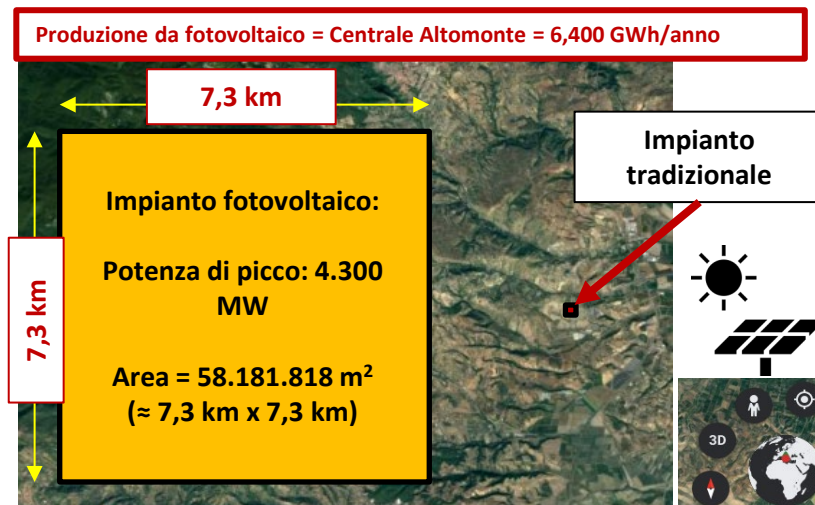
Centrale a ciclo combinato a gas naturale di Altomonte (Cosenza):

- Taglia nominale: ≈ 800 MW el.
- Area impianto: $\approx 260 \text{ m} \times 300 \text{ m} = 78,000 \text{ m}^2$
- Ore/anno funzionamento: 8,000 ore/anno
- Produzione annua di energia: $800 \text{ MW} \times 8,000 \text{ ore/anno} = 6,400 \text{ GWh/anno}$ (0.6 Mtep/anno)
- **Densità energetica:** $6,400 \text{ (GWh/anno)} / 78,000 \text{ m}^2 \approx 82 \text{ MWh/m}^2\text{anno}$

E SE VOLESSIMO PRODURRE L'ENERGIA EQUIVALENTE SOLO DA FOTOVOLTAICO?

Occorre un impianto da 4.3 GW (poiché l'impianto produce alla potenza di picco solo 1,500 ore all'anno) con una densità energetica stimabile in 0.11 MWh/m²anno, cioè circa 750 volte in meno dell'impianto tradizionale!

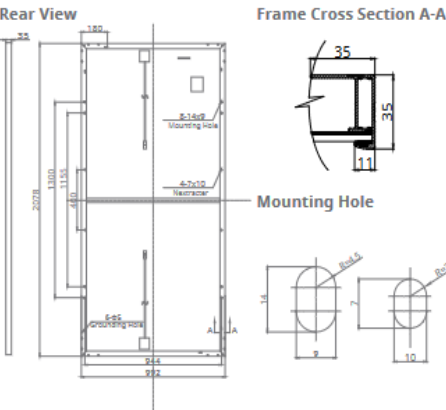
Ovvero: l'impianto fotovoltaico consuma 750 volte il suolo dell'impianto tradizionale!



Fonte: Guzzini, Pellegrini, Saccani, 2024 / Doi: 10.30682/annalesps2402e

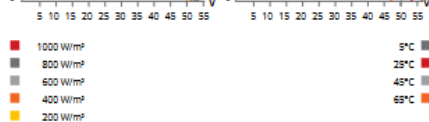
ENERGIA RINNOVABILE VS FOSSILE: CONSUMO DI MATERIE PRIME

ENGINEERING DRAWING (mm)



CS1U-405MS / I-V CURVES

Pannello fotovoltaico di ultima generazione:
Potenza: 410 W picco
Peso: 23.4 kg
Superficie: 2.06 m²



ELECTRICAL DATA | STC*

CS1U	395MS	400MS	405MS	410MS
Nominal Max. Power (Pmax)	395 W	400 W	405 W	410 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	43.9 V	44.1 V	44.3 V	44.5 V
Opt. Operating Current (Imp)	9.01 A	9.08 A	9.16 A	9.23 A
Open Circuit Voltage (Voc)	53.3 V	53.4 V	53.5 V	53.6 V
Short Circuit Current (Isc)	9.55 A	9.60 A	9.65 A	9.70 A
Module Efficiency	19.16%	19.40%	19.65%	19.89%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	20 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 5 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Mono-crystalline
Dimensions	2078 × 992 × 35 mm (81.8 × 39.1 × 1.38 in)
Weight	23.4 kg (51.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP67, 4 bypass diodes
Cable	4.0 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Connector	T4 series
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	660 pieces

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.37 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42±3 °C

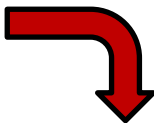
ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS1U	395MS	400MS	405MS	410MS
Nominal Max. Power (Pmax)	295 W	298 W	302 W	306 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.1 V	40.2 V	40.4 V	40.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.36 A	7.42 A	7.47 A	7.53 A
Open Circuit Voltage (Voc)	50.1 V	50.2 V	50.3 V	50.4 V
Short Circuit Current (Isc)	7.70 A	7.74 A	7.78 A	7.82 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.



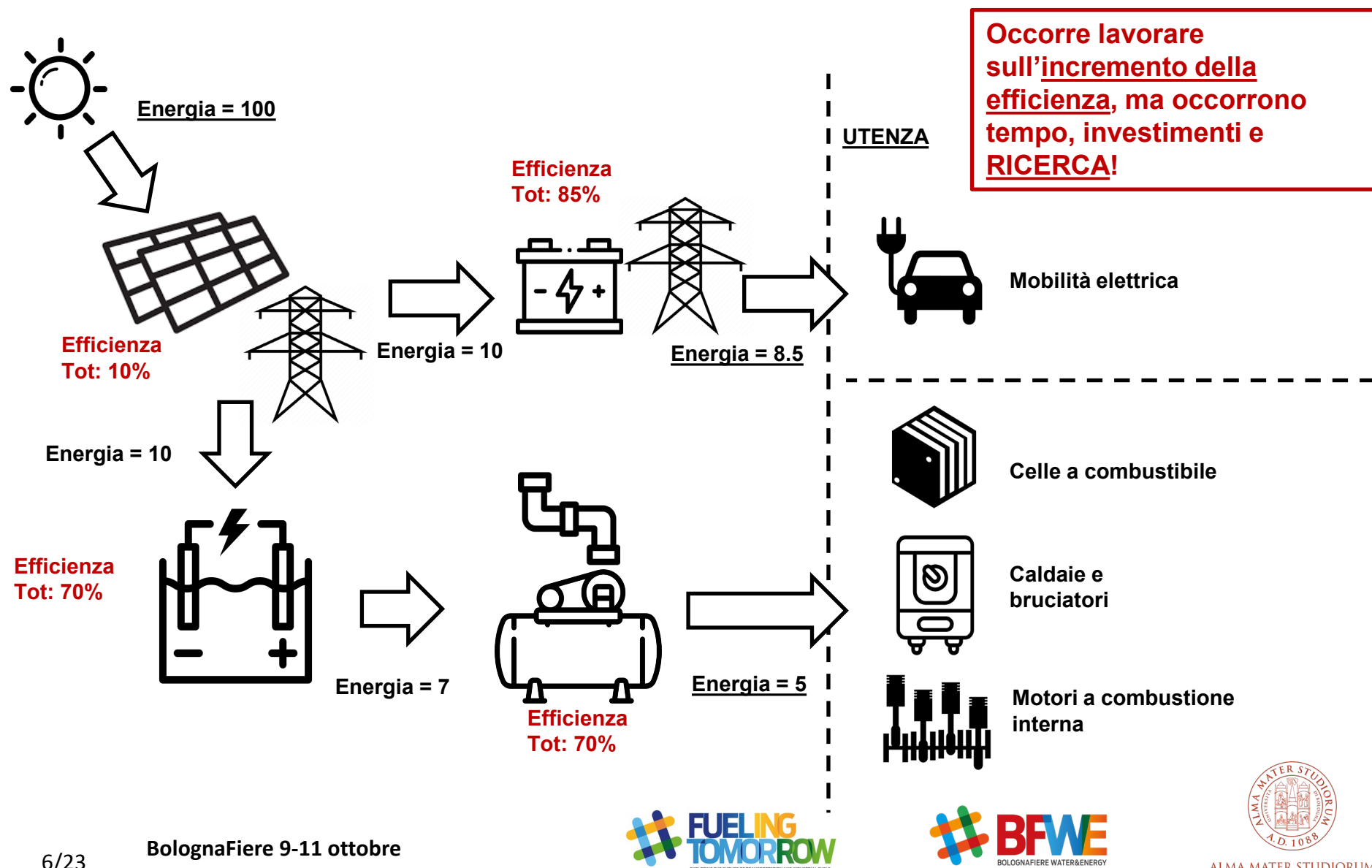
Per installare 250 GW di fotovoltaico occorrono (al 2050, obiettivo del Piano Transizione Ecologica)
610 milioni di pannelli per costruire i quali occorrono:



Materiale	% in peso	Peso (ton)	Capacità produttiva (ton/anno)	
			Italia	Mondiale
Silicio	2,40%	342,188	1,000	8,800,000
Argento	0,04%	5,886	0	25,500
Rame	5,47%	780,189	0	22,000,000
Alluminio	14,39%	2,053,130	200,000	67,000,000
Vetro	69,07%	9,855,022	4,800,000	209,000,000
Junction Box	1,92%	273,751	-	-
Polimeri (EVA,PVF)	6,72%	958,127	-	-
Totale	100%	14,268,293	-	-

+ una superficie di soli pannelli equivalente ad un quadrato 35 km x 35 km

ENERGIA RINNOVABILE ED ENERGIA SOSTENIBILE



AGENDA

INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI

PROGETTI DI RICERCA PER LA MESSA A TERRA DEL GREEN H2

THOTH2

H2FLOWTRACE

NHYRA

HYSOUTHMARMARA

SPECTRUM

AGENDA

INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI

PROGETTI DI RICERCA PER LA MESSA A TERRA DEL GREEN H2

THOTH2

H2FLOWTRACE

NHYRA

HYSOUTHMARMARA

SPECTRUM

THOTH2: NOVEL METHODS OF TESTING FOR MEASUREMENT OF NATURAL GAS AND HYDROGEN MIXTURES

Coprire le lacune normative relative a metodologie e protocolli per dispositivi di misura con miscele di H₂NG o H₂ puro.

Gas meters

Pressure transmitters

Sviluppare metodologie dedicate per testare diverse tipologie di dispositivi di misura in diverse condizioni operative

Dew Point analyzers

Leak detectors

Fornire raccomandazioni agli organismi tecnici internazionali, ai TSO e ai DSO del gas), ai produttori di dispositivi di misura e alla comunità scientifica.

Volume converters



Co-funded by
the European Union



This project has received funding from the Clean Hydrogen Partnership under Grant Agreement No 101101540. This Partnership receives support from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation program, Hydrogen Europe and Hydrogen Europe Research.

THOTH2: Partenariato, budget e timeline



Budget complessivo: ≈ 2 M€

Timeline: 2023-2025 (richiesta di proroga in corso per svolgimento test)

Coordinatore: SNAM



Co-funded by
the European Union



THOTH2: STATO ATTIVITA'

✓ Analisi dello stato dell'arte (UNIBO-DIN):

- ✓ Identificazione degli strumenti attualmente installati nelle reti gas
- ✓ Identificazione delle barriere alla misura di H2NG
- ✓ Identificazione delle barriere normative

✓ Sviluppo di protocolli di prova e scelta degli strumenti da testare

□ Attività di testing

Pubblicazioni:

Gislon, P., Cerone, N., Cigolotti, V., Guzzini, A., Pellegrini, M., Saccani, C., Robino, M., Carrubba, T., Cigni, A., Enescu, D., Fernicola, V., Dudek, A., Gajec, M., Kulaga, P., Maury, R., & Ben Rayana, F. (2024). Hydrogen blending effect on fiscal and metrological instrumentation: A review. International Journal of Hydrogen Energy, 67, 1295-1307. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.02.227>

Guzzini, A., Pellegrini, M., Saccani, C., Dudek, A., Gajec, M., Król, A., Kulaga, P., Gislon, P., Cigolotti, V., Robino, M., Enescu, D., Fernicola, V. C., Smorgon, D., Maury, R., Gaiardo, A., Valt, M., Polak, D., & Bissig, H. (2024). Hydrogen in natural gas grids: Prospects and recommendations about gas flow meters. International Journal of Hydrogen Energy, 86, 343-362. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2024.08.344>

Robino, M., Fici, S., Guzzini, A., Pellegrini, M., Saccani, C., Maury, R., Soumare, H., Mazzocco, L., Kulaga, P., Dudek, A., Gajec, M., Holewa-Rataj, J., Fernicola, V.C., Enescu, D., Smorgon, D., Gaiardo, A., Valt, M. (2024). Development of testing protocols for the measurement of pure and blended hydrogen in natural gas grids: an outlook from the THOTH2 project. IMEKO Conference, XXIV World Congress. 26-29 August 2024, Hamburg, Germany.



Co-funded by
the European Union



AGENDA

INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI

PROGETTI DI RICERCA PER LA MESSA A TERRA DEL GREEN H2

THOTH2

NHyRA

HYSOUTHMARMARA

H2FlowTrace

SPECTRUM

NHyRA: OBIETTIVI

1. Creazione di un database contenente dati utili alla stima delle emissioni di idrogeno lungo la supply chain ([UNIBO-DIN](#))

2. Sviluppo e validazione di metodologie per misurare e quantificare le emissioni di H₂

3. Sviluppo di scenari per la stima delle emissioni di H₂ in diversi orizzonti temporali (es. 2030, 2050)

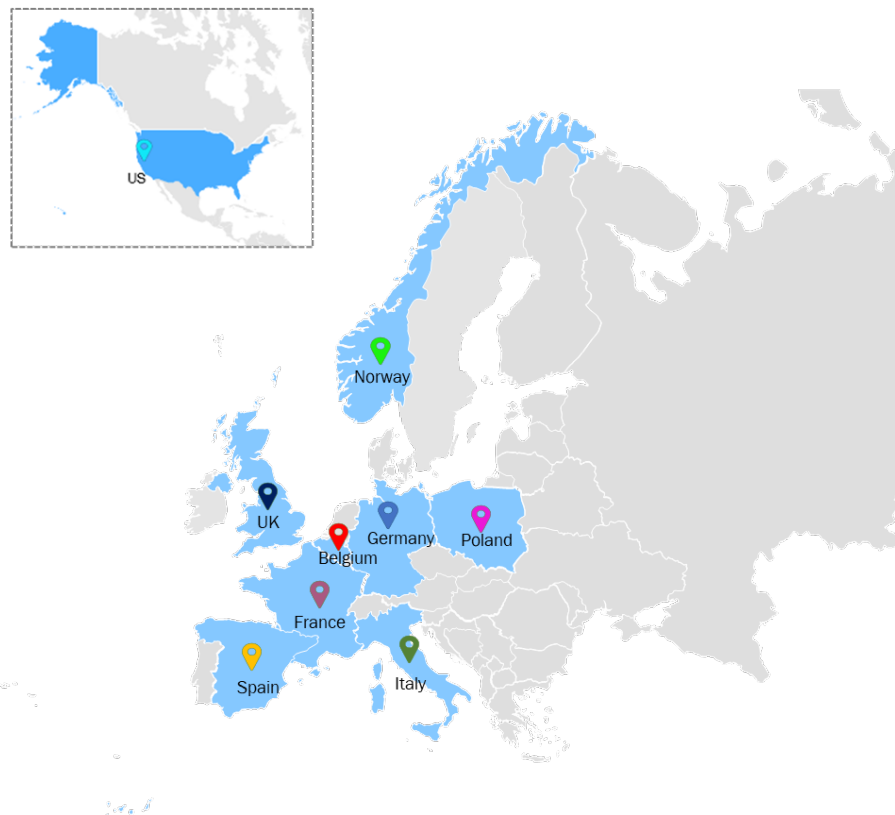
4. Fornire raccomandazioni agli organismi normativi e **strategie di mitigazione agli stakeholders** per ridurre le emissioni di H₂.



Co-funded by
the European Union



NHyRA: Partenariato, budget e timeline



Budget complessivo: $\approx 3,5$ M€

Timeline: 2024-2026

Coordinatore: SNAM



AGENDA

INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI

PROGETTI DI RICERCA PER LA MESSA A TERRA DEL GREEN H2

THOTH2

NHyRA

HYSOUTHMARMARA

H2FlowTrace

SPECTRUM

HySouthMarmara

- L' H2 valley nel sud della **regione di Marmara** (Turchia) aspira a **sostituire l'uso del gas naturale e l'idrogeno da fonte fossile con idrogeno rinnovabile** in industrie ad alta intensità energetica del settore ceramico, chimico e del vetro.
- Il progetto prevede l'installazione e l'esercizio di un impianto di elettrolisi dell'acqua da **4 MW** nominale con una **produzione stimata di 500 tonnellate di idrogeno verde all'anno**.

Official website: <https://hysouthmarmara.org/>



Co-funded by
the European Union



This project has received funding from the Clean Hydrogen Partnership under Grant Agreement No 101112054. This Joint Undertaking receives support from the European Union's Horizon Europe Research and Innovation program, Hydrogen Europe and Hydrogen Europe Research.

HySouthMarmara: Partenariato, budget e timeline



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



BANDIRMA
ONYEDİ EYLÜL
ÜNİVERSİTESİ



Budget complessivo: ≈ 8 M€

Timeline: 2023-2028

Coordinatore: Güney Marmara
Kalkınma Ajansı (GMKA)



Co-funded by
the European Union



HySouthMarmara: OBIETTIVI

1. Produzione di almeno **500 ton/anno di idrogeno verde** da energia eolica e solare utilizzando acqua di mare nella regione di Marmara

2. **Utilizzo dell'idrogeno verde** prodotto in **tre settori industriali hard to abate** differenti (chimico, ceramico e del vetro)

3. **Studio di fattibilità** di impianti per la produzione di ammoniaca e metanolo da idrogeno verde

4. **Analisi e verifica della replicabilità del concept** in aree differenti fra cui l'**Emilia Romagna** ([UNIBO-DIN](#))



Co-funded by
the European Union



AGENDA

INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI

PROGETTI DI RICERCA PER LA MESSA A TERRA DEL GREEN H2

THOTH2

NHyRA

HYSOUTHMARMARA

H2FlowTrace

SPECTRUM

H2FlowTrace: Flow measurement traceability for hydrogen in gas networks

- **Per verificare le prestazioni dei contatori gas** nelle reti gas in presenza di idrogeno sono necessari **impianti di prova dedicati e complessi**.
- Il progetto **svilupperà e realizzerà tre banchi prova portatili** per miscele di idrometano con diverse condizioni operative di pressione e portata. Inoltre svolgerà **calibrazioni per contatori gas domestici e industriali**.
- **Timeline:** settembre 2024-2027
- **Budget:** $\approx 2,7$ M€
- **Coordinatore:** Cesame Exadebit
- **Consortium:** 17 partners

The H2FlowTrace project has received funding from the European Partnership on Metrology, co-financed by European Union Horizon Europe Research and Innovation Programme and from the Participating States.

AGENDA

INTRODUZIONE E MOTIVAZIONI

PROGETTI DI RICERCA PER LA MESSA A TERRA DEL GREEN H2

THOTH2

NHyRA

HYSOUTHMARMARA

H2FlowTrace

SPECTRUM

SPECTRUM: Solar polygeneration collector for combined heat, power, hydrogen fuel and wastewater treatment

- Per sviluppare **soluzioni innovative** (TRL-4 a fine progetto) in grado di sfruttare al meglio l'energia solare e ampliarne i campi di applicazione.
- Il progetto **svilupperà e realizzerà due prototipi** di dispositivo a concentrazione (operanti a media e alta temperatura) in grado di sviluppare **calore ed energia elettrica** e, allo stesso tempo, **trattare acque reflue** con **processi fotocatalitici** in grado di generare come sottoprodotto **idrogeno**.
- **Timeline:** ottobre 2024-aprile 2028
- **Budget:** \approx 3,0 M€
- **Coordinatore:** LNEG (Portogallo)
- **Consortium:** 10 partners

SPECTRUM has received funding from the European Union's Horizon Europe research and innovation programme under grant agreement no. 101172891





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Bologna: un hub di ricerca per lo sviluppo dell'idrogeno - 9 ottobre 2024

Credits:

Prof. Ing. Cesare Saccani

Prof. Ing. Marco Pellegrini, PhD

Dott. Ing. Alessandro Guzzini, PhD

Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Bologna

cesare.saccani@unibo.it

marco.pellegrini3@unibo.it

alessandro.guzzini2@unibo.it

BolognaFiere 9-11 ottobre

www.unibo.it