

## Scheda di Programma

Per l'attivazione nell'ambito del Corso di Dottorato di ricerca in [Advanced Catalytic Processes for Using Renewable Energy Sources \(ACCESS\)](#) del seguente Programma di ricerca, a valere sulle risorse di cui al DM n. 351/2022, relativamente alla seguente Misura:

**M4C1- Inv. 3.4** "Didattica e competenze universitarie avanzate" → **Dottorati dedicati alle transizioni digitali e ambientali.**

**M4C1- Inv. 4.1** "Estensione del numero di dottorati di ricerca e dottorati innovativi per la pubblica amministrazione e il patrimonio culturale". In particolare:

**Dottorati PNRR**

**Dottorati per la Pubblica Amministrazione**

(selezionare l'area/le aree CUN di riferimento del programma tra quelle di seguito indicate)

- Area 09 – Ingegneria industriale e dell'informazione
- Area 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche e psicologiche
- Area 12 – Scienze giuridiche
- Area 13 – Scienze economiche e statistiche
- Area 14 – Scienze politiche e sociali

**Dottorati per il patrimonio culturale**

(selezionare l'area/le aree disciplinare/i e la tematica del programma tra quelle di seguito indicate)

- culturali
- Area 01 – Scienze matematiche e informatiche **Tematica** – Informatica, patrimonio e beni culturali
  - Area 02 – Scienze Fisiche **Tematica** – Fisica applicata al patrimonio culturale e ai beni culturali
  - Area 03 – Scienze chimiche **Tematica** – Chimica, ambiente, patrimonio e beni culturali
  - Area 04 Scienze della Terra **Tematica** – Georisorse minerarie per l'ambiente, il patrimonio e i beni culturali
  - Area 05 Scienze Biologiche **Tematica** - Ecologia, patrimonio e beni culturali
  - Area 08 – Ingegneria civile e Architettura **Tematiche** 1) Architettura, ambiente antropizzato, patrimonio e beni culturali 2) Architettura e paesaggio 3) storia dell'architettura; 4) Restauro; 5) Pianificazione e progettazione dell'ambiente antropizzato; 6) Design e progettazione tecnologica dell'architettura
  - Area 10 Scienze dell'antichità, filologico-letterarie e storico -artistiche **Tematiche** 1) Archeologia; 2) Storia dell'arte; 3) Media, patrimonio e beni culturali
  - Area 11 – Scienze storiche, filosofiche, pedagogiche, psicologiche **Tematiche** 1) Biblioteconomia; 2) Archivistica; 3) Storia del patrimonio e dei beni culturali 4) Paleografia; 5) Estetica; 6) Didattica dell'arte; 7) pedagogia dell'Arte
  - Area 12 - Scienze giuridiche **Tematica** Diritto del patrimonio culturale
  - Area 13 - Scienze Economiche e statistiche **Tematiche** 1) Economia della cultura e dell'arte 2) Economia e gestione delle imprese artistiche e culturali; 3) Statistica e Data Analytics per i beni culturali
  - Area 14 Scienze Politiche e sociali **Tematiche** 1) Sociologia dei beni culturali 2) sociologia dell'ambiente e del territorio



- ❖ **Titolo del Programma di ricerca:** Sviluppo di una nuova tecnologia per la produzione di H<sub>2</sub> con carbon footprint negativo per cracking catalitico di biometano attivato per plasma non termico

❖ **Descrizione** (MAX 5000 CARATTERI SPAZI ESCLUSI):

L'obiettivo del Dottorato è lo sviluppo delle basi scientifico-tecnologiche per una tecnologia innovativa, alternativa a quella per elettrolisi per produrre idrogeno con carbon footprint ultrabasso o negativo (in funzione del grado di sviluppo ed ottimizzazione del processo) attraverso il cracking di biometano a bassa temperatura (attorno a 600°C) combinando catalizzatori innovativi a base di nanocarboni difettivi e plasma non termico.

La tecnologia proposta si presenta come competitiva sia in termini di costo che di emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto alla produzione di idrogeno "verde" per elettrolisi, ed innovativa rispetto allo stato dell'arte, in quanto non sono presenti processi industriali analoghi. Sono in fase di studio presso alcune industrie, quale BASF, processi di cracking (definiti anche di pirolisi o decomposizione) di metano per produrre H<sub>2</sub>, ma che operano ad alte temperature (sopra i 1000°C) che riduce l'efficienza del processo e la produzione ottenibile di H<sub>2</sub>, in quanto quest'ultimo in parte deve essere utilizzato per produrre il calore necessario per operazioni a così elevate temperature. Vi sono inoltre problemi di materiali per operazioni a così alta temperatura. Inoltre il carbone che si ottiene dal cracking del metano risulta di bassa qualità e valore commerciale.

Introducendo un'attivazione del metano per plasma non termico, e catalizzatori a base nanocarboni difettivi l'obiettivo è di abbassare le temperature di operazione attorno a 600°C, permettendo notevoli vantaggi dal punto di vista del processo industriale: i) si può operare il processo utilizzando solo energia rinnovabile, ii) il carbone che si ottiene dalla decomposizione del metano cresce in forma di nanofilamenti su nanocatalizzatore, permettendo di ottenere un materiale che può essere usato come additivo per produrre materiali avanzati quali polimeri rinforzati, iii) si può operare con un processo continuo, iv) si riduce la sensibilità ad impurezze permettendo quindi di operare con biometano. Si può quindi ottenere un processo con ridotto carbon footprint, minori costi e maggiore produttività rispetto alla tecnologie di cracking del metano in fase di sviluppo, e che risulta una alternativa competitiva all'elettrolisi per produrre H<sub>2</sub> in processi distribuiti.

Il Dottorato è perfettamente coerente con gli obiettivi dei Dottorati PNRR, in quanto la tematica della produzione di H<sub>2</sub> a basso carbon footprint è tra quelle prioritarie presenti nel PNRR per il miglioramento della sostenibilità ambientale, la riduzione delle emissioni di gas ad effetto serra e relativo impatto sui cambiamenti climatici, lo sviluppo di tecnologie sostenibili per un miglioramento dell'integrazione con le risorse del territorio (impianti di biogas, energia rinnovabile) che ne aumentino la resilienza.

Le attività previste per il Dottorando sono in relazione allo sviluppo delle conoscenze fondamentali per la dimostrazione della fattibilità (proof-of-the-concept - PoC) della tecnologia. Saranno quindi centrate sui seguenti aspetti: i) sintesi, caratterizzazione e valutazione di nanocarboni difettivi in relazione alla loro attività nel cracking del metano, ii) sviluppo di microreattori tipo jet plasma per l'attivazione del metano, e loro integrazione in un reattore a letto circolante contenente il catalizzatore, iii) valutazione delle caratteristiche del carbone che si accresce sul catalizzatore a seguito del cracking del metano, ed effetto delle condizioni di reazione ed attivazione del metano per plasma non-termico, iv) sviluppo di un dispositivo per il PoC della tecnologia e valutazione preliminare in termini di costo ed emissioni di CO<sub>2</sub> rispetto a produzione di H<sub>2</sub> per elettrolisi.

L'attività principale del Dottorando sarà presso il Laboratorio CASPE (Catalysis for Sustainable Production and Energy) dell'Università di Messina, che sarà integrata da due periodi di formazione del Dottorando, uno all'estero (6 mesi) presso la Technische University of Eindhoven (Olanda) per un miglioramento delle conoscenze relative al plasma non-termico e progettazione di reattori per plasma-catalisi, ed uno presso l'Impresa Snam (6 mesi) per la valutazione della fattibilità tecnico-economica della tecnologia sviluppata.

L'attività di disseminazione e comunicazione dei risultati sarà nell'ottica di una valorizzazione dei risultati della ricerca e della tutela della proprietà intellettuale che assicuri accesso aperto al pubblico, ai risultati della ricerca e ai relativi dati nel minor tempo e con il minor numero di limitazioni possibile, secondo i principi "Open science" e "Fair data".

❖ **PERIODO IN IMPRESA – CENTRI DI RICERCA – P.A.:**

Il Programma di ricerca sarà svolto in collaborazione con il seguente soggetto:

Ragione sociale: SNAM Spa

Sede legale: San Donato Milanese (MI), Piazza Santa Barbara 7, 20097

Rappresentante legale: Marco Alverà

L'ente sopra citato ospiterà il dottorando beneficiario della borsa finanziata sulle risorse del DM 351/2022 per n. 6 mesi (**min 6 max 12**) nel corso del dottorato.

❖ **PERIODO ALL'ESTERO:**

Il Programma di ricerca prevede un periodo all'estero di n. 6 mesi (**min 6 max 18**) presso la seguente istituzione:

Technische Universitat of Eindhoven (Olanda)

Si dichiara inoltre che il presente programma è conforme al principio "di non arrecare un danno significativo" (DHS) ai sensi dell'art. 17 del regolamento (UE) 2020/852 in coerenza con gli orientamenti tecnici predisposti dalla Commissione Europea (Comunicazione della Commissione Europea 2021/C58/01) e garantisce il rispetto dei principi orizzontali del PNRR (contributo all'obiettivo climatico e digitale c.d. tagging, il principio della parità di genere e l'obbligo di protezione e valorizzazione dei giovani).

