

## ALLEGATO 6

**Oggetto: Procedura Pubblica di selezione per il conferimento di un servizio di consulenza.**

**PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR), MISSIONE 2 “RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA”, COMPONENTE 2 “ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITÀ SOSTENIBILE”, INVESTIMENTO 3.5 “RICERCA E SVILUPPO SULL’IDROGENO”, IN ATTUAZIONE DEL DECRETO DEL MINISTRO DELL’AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA DEL 13 DICEMBRE 2024, N. 438**

**Progetto di Ricerca “Biogas Electrically-Managed Membrane Assisted Reforming System For Clean Hydrogen Production - BEMARS” - RSH2C\_000010 - Cup: F59J25000420004**

### CAPITOLATO TECNICO

#### SOMMARIO

SOMMARIO .....	1
PREMESSA .....	2
OGGETTO DELLA FORNITURA .....	2
AREE TEMATICHE DI RIFERIMENTO .....	2
DESCRIZIONE DEGLI OGGETTI DI FORNITURA .....	3
TEAM .....	6

## PREMESSA

Il presente documento costituisce il Capitolato Tecnico relativo all'affidamento di servizi per lo svolgimento del Progetto BEMARS - Sistema di Reforming Assistito a Membrane e gestito Elettricamente per la produzione di idrogeno verde e pulito da Biogas/biosyngas/biometano.

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR), MISSIONE 2 "RIVOLUZIONE VERDE E TRANSIZIONE ECOLOGICA", COMPONENTE 2 "ENERGIA RINNOVABILE, IDROGENO, RETE E MOBILITÀ SOSTENIBILE", INVESTIMENTO 3.5 "RICERCA E SVILUPPO SULL'IDROGENO", IN ATTUAZIONE DEL DECRETO DEL MINISTRO DELL'AMBIENTE E DELLA SICUREZZA ENERGETICA DEL 13 DICEMBRE 2024, N. 438

Progetto di Ricerca "Biogas Electrically-Managed Membrane Assisted Reforming System For Clean Hydrogen Production - BEMARS" - RSH2C\_000010 - Cup: F59J25000420004

Nel presente Capitolato Tecnico, le caratteristiche minime e i requisiti minimi sono da intendersi obbligatori e vincolanti, da possedere quindi a pena di esclusione.

## OGGETTO DELLA FORNITURA

I servizi oggetto del presente Accordo Quadro sono i seguenti:

1. Attività relative all'OR4 di progetto
2. Attività relative all'OR9 di progetto

## AREE TEMATICHE DI RIFERIMENTO

I servizi sono dedicati allo sviluppo del progetto BEMARS, che si colloca nell'ambito della produzione di idrogeno verde mediante l'innovativo processo di reforming assistito da membrane applicato a feedstock rinnovabili quali biogas, bio-metano e bio-syngas.

L'obiettivo generale è realizzare un notevole miglioramento di processo, attraverso l'ottimizzazione di tecnologie già note (steam reforming e separazione idrogeno), ma applicate in modo nuovo e sinergico, integrando:

- Reattori a letto fluidizzato ottimizzati per conversione e separazione simultanea dell'idrogeno,
- Sistemi di membrane per la separazione selettiva dell'idrogeno ad alta temperatura,
- Sistemi di riscaldamento innovativi basati su resistenze elettriche ad alta efficienza, alimentabili da fonti rinnovabili, in sostituzione dei tradizionali bruciatori.

Il progetto si propone pertanto di:

- Aumentare l'efficienza del processo di produzione di idrogeno,
- Ridurre il costo dell'idrogeno prodotto rispetto allo stato dell'arte attuale,
- Aumentare la modularità e l'affidabilità degli impianti su scala industriale compatta (containerizzabili).

Le tecnologie applicate nel progetto sono finalizzate alla produzione di idrogeno rinnovabile ad alta purezza (>99,9%), con un miglioramento radicale dell'efficienza energetica e una riduzione dei costi rispetto ai sistemi tradizionali di reforming.

La tecnologia è caratterizzata da elementi fortemente innovativi, che derivano sia dalla integrazione di sistemi avanzati (reforming + membrane + riscaldamento elettrico), sia dalla ottimizzazione ingegneristi.

## DESCRIZIONE DEGLI OGGETTI DI FORNITURA

All'interno dell'Obiettivo realizzativo OR4 - Modularità, Scale up, stakeholders e tecnologie:

L'OR4 del progetto BEMARS si concentra sull'analisi della modularità e dello scale-up del sistema innovativo di produzione di idrogeno verde tramite reforming assistito da membrane, utilizzando feedstock rinnovabili come biogas, bio-metano e bio-syngas. L'OR4 si configura come sviluppo sperimentale, con l'obiettivo di individuare stakeholder, tecnologie e fornitori per raggiungere efficienze di sistema prossime al 60%, costi di 2-3 €/kg di idrogeno e emissioni di 1-5 kg CO<sub>2</sub>/kgH<sub>2</sub>, superando i target del 2030 già nel 2026. Per conseguire tali risultati, è essenziale identificare fornitori di componenti chiave, come membrane per la separazione selettiva dell'idrogeno ad alta temperatura (e con purezza > 99,9%) e resistenze elettriche ad alta efficienza alimentabili da fonti rinnovabili, che sostituiscano i tradizionali bruciatori. Questi componenti devono soddisfare requisiti di prestazioni e costi, e la loro integrazione nel sistema deve essere ottimizzata, ad esempio nel letto fluidizzato, o nel freeboard. L'OR4 valuta soluzioni modulari interne, come reattori con membrane integrate o configurazioni in serie, e soluzioni esterne, come la progettazione di impianti di diverse taglie (da 100 a 2500 kg/giorno di idrogeno, equivalenti a 0,2-5 MW di input energetico) o la combinazione di unità standard. Queste taglie sono compatibili con gli impianti a biogas esistenti in Italia, come quelli di SNAM, e con gli obiettivi del PNRR (M2C2I3.1), favorendo la containerizzazione per una maggiore modularità e affidabilità su scala industriale compatta.

Le consulenze prevedono le seguenti attività:

1. definizione di mercati potenziali e dei relativi stakeholders
2. definizione delle taglie e delle caratteristiche dei prodotti concorrenti diretti e indiretti nei mercati prima identificati con stima del prezzo di riserva
3. revisione delle caratteristiche di modularità e scale-up del sistema in considerazione del potenziale e delle caratteristiche dei mercati individuati
4. analisi delle supply chain per la selezione di fornitori per i componenti critici in relazione alle differenti dimensioni di impianto individuate nella precedente analisi

All'interno dell'Obiettivo realizzativo OR9 - Analisi tecno-economica e ambientale: in tale OR:

L'OR9 del progetto BEMARS si concentra sull'analisi dei KPI e all'analisi tecnica, economica e ambientale del sistema attraverso l'uso di software (e.g. SIMAPRO) che, prendendo dati dai flussi di materia ed energia della simulazione di sistema (OR1 e OR4 in ASPEN) elaborino le analisi di Life Cycle Cost e Life Cycle Assessment (in SIMAPRO). Tali analisi saranno sviluppate nel LTS di Marconi che dispone di server con SIMAPRO e ASPEN.

In particolare nella LA 9.1 Key Performance Indicator Analysis M4-M12, i Key Performance Indicator del progetto indicati nell'obiettivo finale saranno costantemente monitorati attraverso il loro calcolo in tutte le fasi del progetto:

- i) Efficienze: prossime al 60% (di sistema per impianti da 0,2-5 MW<sub>thermal</sub> input rispetto ad efficienze attuali del 40% per impianti da 10-100 MW<sub>thermal</sub> input)
- ii) Costi: 3 €/kg (rispetto agli attuali 3 €/kg da SMR e maggiori di 5 €/kg del green hydrogen).
- iii) Emissioni: 1-5 kg CO<sub>2</sub>/kgH<sub>2</sub> (rispetto agli attuali 10 kg CO<sub>2</sub>/kgH<sub>2</sub> per la produzione di idrogeno da SMR)

Ad esempio si valuteranno al mese 6 per il sistema non ottimizzato, si valuteranno durante le ottimizzazioni analizzate e validate sul prototipo e si valuteranno alla fine del progetto per il prodotto

su scala industriale progettato. Tale valutazione è svolta in OR1 e OR4 per quanto riguarda l'efficienza e nelle LA9.2 e LA9.3 per quanto riguarda i costi e le emissioni.

Nella LA9.2 Analisi Ambientale M4-M12, l'impatto ambientale della tecnologia sviluppata in BEMARS sarà analizzato mediante un'analisi del ciclo di vita (in inglese Life Cycle Assessment - LCA). Il LCA sarà conforme alla metodologia delle norme ISO 14040 e 14044. Sarà effettuata un'identificazione e quantificazione degli input e output del processo per la costruzione dell'inventario del ciclo di vita (in inglese Life Cycle Inventory - LCI). I dati primari necessari per la definizione del LCI saranno raccolti negli OR1 e OR5 per il sistema base e OR4 e OR6-OR8 per il sistema ottimizzato. Le categorie d'impatto incluse nello studio saranno selezionate con attenzione, al fine di evitare che impatti ambientali rilevanti (ad esempio, cambiamenti climatici, tossicità per l'uomo, ecc.) vengano esclusi dall'ambito dell'analisi. L'impatto ambientale sarà calcolato utilizzando modelli di caratterizzazione ampiamente riconosciuti, come quelli raccomandati dal Joint Research Centre nel documento "International Reference Life Cycle Data System (ILCD) Handbook – Recommendations for Life Cycle Impact Assessment in the European context", e in linea con le raccomandazioni del metodo Product Environmental Footprint (PEF).

Nella LA9.3 Analisi economica M4-M12, la valutazione delle implicazioni economiche sarà basata su un'analisi completa dei costi lungo il ciclo di vita (Life Cycle Costing – LCC) e verrà costruita a partire dalla definizione dell'obiettivo e campo di applicazione (Goal and Scope) e dall'inventario del ciclo di vita (LCI) sviluppati nell'ambito della LA 9.2 per la valutazione ambientale (LCA). Questa valutazione prenderà in considerazione tutti i costi fissi e variabili sostenuti durante l'intero ciclo di vita della tecnologia.

Le consulenze prevedono le seguenti attività:

1. In considerazione delle analisi svolte in OR4 revisione della market analysis per i mercati potenziali giudicati di interesse tenendo conto dei risultati tecnici di progetto
2. sviluppo di un business model legato all'innovazione basato sull'analisi strategica del mercato e dei competitor e delle tecnologie in via di sviluppo.

Tali consulenze hanno il fine di individuare competitor e prospettive di mercato, ed elaborare un modello di business basato sull'innovazione, delineando una mappatura dei principali competitor a livello nazionale e internazionale ed elaborando una Analisi strategica della capacità di assorbimento delle tecnologie sviluppate da parte del mercato. Saranno definite le priorità di investimento e lo sviluppo della business innovation in relazione alle nuove soluzioni ideate. Sarà valutato l'impatto dei progetti di innovazione a livello di modello di business attraverso una analisi di diversi scenari possibili.

## REQUISITI E MODALITÀ DI EROGAZIONE DEL SERVIZIO

### Requisiti Tecnici

Le attività previste dovranno rispettare i seguenti requisiti tecnici:

- Utilizzo di database per scouting di mercato industriale e fornitori.
- Impiego piattaforme per business modeling.
- Impiego database per analisi di mercato

### Modalità di Erogazione

Il servizio sarà erogato tramite la consulenza specializzata di figure professionali adeguate all'indirizzamento delle seguenti fasi operative:

1. OR4
  - Analisi desk dei mercati applicativi rilevanti (attuali e potenziali).

- Segmentazione dei mercati per area geografica, settore industriale e casi d'uso.
- Valutazione delle dimensioni di mercato (TAM, SAM, SOM) e dei trend di crescita.
- Identificazione e classificazione degli stakeholder chiave (clienti finali, integratori, OEM, enti regolatori, partner strategici).
- Analisi dei driver di adozione e delle principali barriere all'ingresso (tecniche, normative, economiche).
- Mappatura dei competitor diretti e indiretti per ciascun mercato target.
- Raccolta e confronto delle caratteristiche tecniche, prestazionali e funzionali delle soluzioni concorrenti.
- Analisi delle taglie e delle configurazioni di impianto offerte dai competitor.
- Benchmarking dei modelli di pricing e delle strutture di costo.
- Stima del prezzo di riserva e definizione di un primo posizionamento competitivo della soluzione in esame.
- Analisi dell'architettura del sistema e dei suoi moduli funzionali.
- Valutazione delle opzioni di modularizzazione in funzione dei diversi mercati e casi d'uso.
- Definizione degli scenari di scale-up (taglie di impianto, configurazioni standard e custom).
- Analisi degli impatti tecnici ed economici delle diverse opzioni di scala.
- Verifica della coerenza tra roadmap tecnologica e opportunità di mercato individuate.
- Identificazione dei componenti critici del sistema e delle relative specifiche.
- Analisi delle alternative tecnologiche e produttive per ciascun componente.
- Mappatura dei potenziali fornitori per le diverse taglie e configurazioni di impianto.
- Valutazione dei fornitori in termini di costi, affidabilità, capacità produttiva e scalabilità.
- Analisi dei rischi di supply chain e definizione di strategie di mitigazione (multi-sourcing, make or buy).
- Stima preliminare dei costi di approvvigionamento per i diversi scenari di impianto.

## 2. OR9

- Consolidamento dei risultati delle analisi tecniche e tecnologiche di progetto.
- Aggiornamento e validazione dei mercati target selezionati.
- Analisi della domanda potenziale e dei casi d'uso più rilevanti.
- Valutazione della capacità del mercato di assorbire le tecnologie sviluppate.
- Analisi delle dinamiche competitive e delle barriere all'adozione.
- Analisi strategica del posizionamento competitivo della soluzione.
- Identificazione delle proposizioni di valore distintive.

- Definizione delle principali opzioni di modello di business.
- Analisi delle tecnologie in via di sviluppo e del loro impatto sul modello di business.
- Definizione delle priorità di investimento e delle traiettorie di business innovation.
- Valutazione dell'impatto delle innovazioni sul modello di business esistente.
- Elaborazione di scenari alternativi di mercato e di adozione tecnologica.
- Analisi comparativa degli scenari in termini di rischi, opportunità e ritorni attesi.
- Valutazione dell'impatto dei progetti di innovazione sul modello di business nei diversi scenari.
- Supporto alla definizione di una roadmap strategica di sviluppo e investimento.

#### Figure Professionali Coinvolte

L'incarico sarà svolto da un team di specialisti con competenze avanzate in:

- Analisi di mercato
- Valutazione filiera
- Business management
- Business model

### **TEAM**

Di seguito sono evidenziate le principali figure e competenze del team che dovrà essere impiegato dal Fornitore per l'esecuzione della fornitura.

#### **Esperti in Innovazione Tecnologica**

Figura destinata a analisi della filiera, analisi delle caratteristiche tecniche dei sistemi e delle componenti tecnologiche

#### **Esperti in Ricerca di Mercato**

Figura destinata alla analisi della filiera, individuazione fornitori

#### **Manager dell'Innovazione**

Figura professionale con competenze sia in ambito industriale che in gestione aziendale per individuazione caratteristiche tecnologiche dei sistemi e applicazioni industriali.

#### **Esperti in business modeling**

Figura professionale con competenze sia in ambito industriale che in gestione aziendale per la modellazione del modello di business.