

EXECUTIVE SUMMARY — PORTFOLIO BREVETTI

H2 Engineering Srls — P.IVA IT 04494830716

Allegato alle Lettere di Interesse IPCEI

VERSIONE ITALIANA

H2 Engineering Srls — Profilo Innovativo

H2 Engineering Srls (sede legale: Viale Giuseppe Di Vittorio, 145 — 71121 Foggia, Italy; P.IVA IT 04494830716) è una Startup Innovativa a Vocazione Sociale (SIAVS) attiva nella ricerca e nello sviluppo sperimentale di tecnologie per la transizione energetica pulita in due filiere complementari:

- 1. Reattori a Sali Fusi al Torio (TES-MSR) — generazione di potenza di base decarbonizzata da IV generazione nucleare;
- 2. Accumulo Elettrochimico Avanzato — supercondensatori e batterie ad alta densità energetica con materiali non critici.

Il portfolio di proprietà intellettuale comprende oltre 40 famiglie brevettuali (IT, EPO, PCT), a protezione di un vantaggio tecnologico strutturale in entrambi i settori.

PILASTRO I — Portfolio Brevetti Nucleari TES-MSR (12 famiglie)

Famiglia	Oggetto	Valore ambientale chiave
DIV-001	Barre di controllo ^{10}B su grafite, $T > 900^\circ\text{C}$ in sali cloruri fusi	Spegnimento sicuro; scorie solide a bassa radiotossicità
DIV-002	Miscela C1: $\text{Th}^{37}\text{Cl}_4/^{233}\text{U}^{37}\text{Cl}_3/^{7}\text{Li}^{37}\text{Cl}/\text{K}^{37}\text{Cl}/\text{Na}^{37}\text{Cl}$ — 480 MWth, $k_{\text{eff}}=1,000$	1000× meno attinidi vs U-Pu; decadimento scorie ~300 anni
DIV-003	Sistema CTGD Pa-231/233 → U-233 in situ (scad. 31/10/2026)	Auto-sufficienza fissile; eliminazione trasporto HEU
DIV-004	Miscela C2 circuito secondario non radioattivo (scad. 30/11/2026)	Barriera anti-contaminazione; zero consumo idrico
DIV-005	Desalinizzazione MED-TVC integrata, GOR > 12	400.000–600.000 m ³ /giorno acqua potabile per impianto
DIV-006	Ciclo completo Th-U233 con breeding BR = 1,400	100× meno Pu vs LWR; eliminazione arricchimento U
DIV-007	Componenti strutturali SiSiC/SiC-SiC in sali cloruri fusi	Zero corrosione; riduzione rifiuti radioattivi solidi
DIV-008	Scambiatore zig-zag SiSiC: sali 1200°C → He+Ar 60 bar, ciclo Brayton	$\eta > 50\%$; zero consumo idrico per raffreddamento

Famiglia	Oggetto	Valore ambientale chiave
DIV-009	Recupero ⁷ Li da sali esausti (processo MEI/celle Downs)	Economia circolare Li; riduzione estrazione mineraria
DIV-010	Stoccaggio alite radioattiva solidificata (confinamento geologico)	Soluzione permanente scorie; protezione falde acquifere
NEW-001/002	Conversione energetica Brayton avanzata + materiali ceramici ad alta T	Efficienza sistema; durabilità componenti
NEW-003/004	Monitoraggio ambientale MSR + separazione isotopica low-energy	Sorveglianza radiologica integrata; risparmio energetico

Parametri impianto TES-MSR: 480 MWth · BR = 1,400 · k_eff = 1,000 · Φ = 6,2×10¹² n/cm²/s · T_op = 900–1.200°C

PILASTRO II — Portfolio Brevetti Accumulo Elettrochimico (oltre 31 famiglie)

Gruppo	Famiglie	Tecnologia	Prestazione record
I — Materiali attivi	A, B, C, D, E, F	Fe-β-Al ₂ O ₃ , schiume Cu:Zn e Cu:Zn:Ni, WiS ternario, sep. PVDF-HFP/SiO ₂	Csp ≥ 400 F/g · ESW ≥ 4,0 V
II — Elettroliti WiS	G, G-D/H, H-bis, I	WiS senario→decenario, schiuma quad-metallica Cu/Zn/Ni/Li, SEI-LiF	850 F/g · 238 Wh/kg · >1M cicli
III — ASC ibridi	J, K, L, M, N, O, P, Q	ASC Config I–VII: C//MnO ₂ //NiMH//rGO//MXene Ti ₃ C ₂ T _x + WiS-HY	378 Wh/kg · 38,8 kWh/pack · ESW 5,8 V
IV — Elettroliti solidi/gel + Si	R, S, T, U, U-bis, U-tris, MEA-9	Gel PVA/LiTFSI → LLZO ceramico → Si nanoporoso MACE → MEA 41 layer	1.011,6 Wh/kg · 148,6 kWh · 912 km · >2M cicli
V — Materiali avanzati + Na-free	MXeni, MAX, V, T-Na, U-Na, MEA-9 Na	Ti ₃ C ₂ Cl ₂ HF-free in sali fusi · Ti ₃ SiC ₂ 18–32 €/kg · varianti Na-free –92% costo	Csp ≥ 1900 F/g (MXeni) · 801 Wh/kg (MEA-9 Na) · LCOE ~5×10⁻⁴ €/kWh

INDICATORI CHIAVE DI IMPATTO (KPI)

Indicatore	Valore
Famiglie brevettuali totali (nucleare + batterie)	> 40
CO ₂ evitate per impianto TES-MSR (vita 60 anni)	36,4 Mt CO₂
Riduzione volume scorie nucleari vs LWR	> 90%

Indicatore	Valore
Tempo decadimento scorie alla radiotossicità naturale	~300 anni (vs >100.000 LWR)
Acqua potabile producibile (MED-TVC)	400.000–600.000 m ³ /giorno/impianto
Densità energetica massima batterie H2E (MEA-9)	1.011,6 Wh/kg (record mondiale)
Autonomia EV (pack MEA-9, berlina)	912 km
Cicli di vita batterie (Config U/MEA-9)	> 2.000.000 cicli
LCOE accumulo (MEA-9 Na-free)	~5×10 ⁻⁴ €/kWh
Investimento IPCEI totale consortile	€ 201.500.000 (16 partner, IT-FR-BE)

Contatti: Ferdinando Ponziano COSTANTINO · CF: CSTFDN58A22A643Q
 H2 Engineering Srls · Viale Giuseppe Di Vittorio, 145 · 71121 Foggia (FG) · Italy · P.IVA IT 04494830716

EXECUTIVE SUMMARY — PATENT PORTFOLIO

H2 Engineering Srls — VAT No. IT 04494830716

Attachment to IPCEI Letters of Interest

ENGLISH VERSION

H2 Engineering Srls — Innovative Profile

H2 Engineering Srls (registered office: Viale Giuseppe Di Vittorio, 145 — 71121 Foggia, Italy; VAT No. IT 04494830716) is an Innovative Start-up with Social Vocation (SIAVS) active in research and experimental development of technologies for the clean energy transition across two complementary sectors:

1. Thorium Molten Salt Reactors (TES-MSR) — decarbonised baseload power generation from fourth-generation nuclear;
2. Advanced Electrochemical Storage — high-energy-density supercapacitors and batteries using non-critical materials.

The intellectual property portfolio comprises over 40 patent families (IT, EPO, PCT), protecting a structural technological advantage in both sectors.

PILLAR I — TES-MSR Nuclear Patent Portfolio (12 families)

Family	Subject	Key environmental value
DIV-001	^{10}B control rods on graphite, $T > 900^\circ\text{C}$ in molten chloride salts	Safe shutdown; low-radiotoxicity solid waste
DIV-002	C1 mixture: $\text{Th}^{37}\text{Cl}_4/^{233}\text{U}^{37}\text{Cl}_3/^{7}\text{Li}^{37}\text{Cl}/\text{K}^{37}\text{Cl}/\text{Na}^{37}\text{Cl}$ — 480 MWth, $k_{\text{eff}}=1.000$	1,000× fewer actinides vs U-Pu; waste decay ~300 years
DIV-003	CTGD system $\text{Pa-231}/^{233}\text{U} \rightarrow \text{U-233}$ in situ (deadline 31/10/2026)	Fissile self-sufficiency; elimination of HEU transport
DIV-004	C2 non-radioactive secondary circuit mixture (deadline 30/11/2026)	Anti-contamination barrier; zero water consumption
DIV-005	Integrated MED-TVC desalination, $\text{GOR} > 12$	400,000–600,000 m^3/day drinking water per plant
DIV-006	Complete Th-U233 cycle with breeding $\text{BR} = 1.400$	100× less Pu vs LWR; elimination of U enrichment
DIV-007	SiSiC/SiC-SiC structural components in molten chloride salts	Zero corrosion; reduced solid radioactive waste
DIV-008	SiSiC zig-zag exchanger: salts $1200^\circ\text{C} \rightarrow \text{He+Ar}$ 60 bar, Brayton cycle	$\eta > 50\%$; zero water consumption for cooling
DIV-009	^7Li recovery from spent salts (MEI/Downs cell process)	Li circular economy; reduced mining extraction

Family	Subject	Key environmental value
DIV-010	Solidified radioactive halite storage (geological confinement)	Permanent waste solution; groundwater protection
NEW-001/002	Advanced Brayton energy conversion + high-T ceramic materials	System efficiency; component durability
NEW-003/004	MSR environmental monitoring + low-energy isotopic separation	Integrated radiological surveillance; energy savings

TES-MSR plant parameters: 480 MWth · BR = 1.400 · k_eff = 1.000 · Φ = 6.2×10¹² n/cm²/s · T_op = 900–1,200°C

PILLAR II — Electrochemical Storage Patent Portfolio (over 31 families)

Group	Families	Technology	Record performance
I — Active materials	A, B, C, D, E, F	Fe-β-Al ₂ O ₃ , Cu:Zn and Cu:Zn:Ni foams, ternary WiS, PVDF-HFP/SiO ₂ separator	Csp ≥ 400 F/g · ESW ≥ 4.0 V
II — WiS electrolytes	G, G-D/H, H-bis, I	Senary→decenary WiS, quad-metal Cu/Zn/Ni/Li foam, SEI-LiF	850 F/g · 238 Wh/kg · >1M cycles
III — Hybrid ASC	J, K, L, M, N, O, P, Q	ASC Config I–VII: C//MnO ₂ //NiMH//rGO//MXene Ti ₃ C ₂ T _x + WiS-HY	378 Wh/kg · 38.8 kWh/pack · ESW 5.8 V
IV — Solid/gel electrolytes + Si	R, S, T, U, U-bis, U-tris, MEA-9	PVA/LiTFSI gel → LLZO ceramic → MACE nanoporous Si → MEA 41 layers	1,011.6 Wh/kg · 148.6 kWh · 912 km · >2M cycles
V — Advanced materials + Na-free	MXenes, MAX, V, T-Na, U-Na, MEA-9 Na	HF-free Ti ₃ C ₂ Cl ₂ in molten salts · Ti ₃ SiC ₂ 18–32 €/kg · Na-free variants –92% cost	Csp ≥ 1,900 F/g (MXenes) · 801 Wh/kg (MEA-9 Na) · LCOE ~5×10⁻⁴ €/kWh

KEY IMPACT INDICATORS (KPIs)

Indicator	Value
Total patent families (nuclear + batteries)	> 40
CO ₂ avoided per TES-MSR plant (60-year lifetime)	36.4 Mt CO₂
Nuclear waste volume reduction vs LWR	> 90%
Waste decay time to natural radiotoxicity	~300 years (vs >100,000 LWR)

Indicator	Value
Drinking water producible (MED-TVC)	400,000–600,000 m ³ /day/plant
Maximum H2E battery energy density (MEA-9)	1,011.6 Wh/kg (world record)
EV range (MEA-9 pack, saloon car)	912 km
Battery cycle life (Config U/MEA-9)	> 2,000,000 cycles
Storage LCOE (MEA-9 Na-free)	~5×10 ⁻⁴ €/kWh
Total IPCEI consortium investment	€ 201,500,000 (16 partners, IT-FR-BE)

Contact: Ferdinando Ponziano COSTANTINO · Tax ID: CSTFDN58A22A643Q
H2 Engineering Srls · Viale Giuseppe Di Vittorio, 145 · 71121 Foggia (FG) · Italy · VAT No. IT 04494830716