



Indagine conoscitiva in materia di energia prodotta mediante fusione nucleare

Senato della Repubblica

Commissione Ambiente, transizione ecologica, energia, lavori pubblici, comunicazioni, innovazione tecnologica

Lorenzo Mottura

Edison - EVP Strategy, Corporate Development & Innovation

9 aprile 2024

EDISON, PLAYER STRATEGICO DEL SISTEMA ENERGETICO NAZIONALE

GENERAZIONE LOW CARBON & RINNOVABILI



2,2 GW FER
(1GW da idroelettrico)

3° player nazionale per capacità installata



5,3 GW da termoelettrico
2 nuovi CCGT ad alta efficienza

GAS NATURALE & GREEN GAS



1° importatore GNL
1° player nel mercato SSLNG

- **1** deposito SSLNG in esercizio (**Ravenna**)
- **1** deposito SSLNG autorizzato, pronto ad avvio lavori (**Brindisi**)

2° player per volume gas importato (20% import nazionale) **141,5 TWh** volumi gas LT

- **3** concessioni di stoccaggio
- **1** pipeline operativa (**IGB**)
- **1** pipeline in sviluppo (**Eastmed-Poseidon**)

Progetti H2 per ca. **250 MW** con portafoglio diversificato in Regioni con maggiore domanda

Filiera biometano

- **25%** del mercato nazionale
- Interesse filiera BioGNL

RETAIL & SERVIZI ENERGETICI



3° player per vendita elettricità
2° player per vendita gas

Volumi vendite:

- **13,8 TWh** elettricità
- **49,7 TWh** (5,2 Bcm) gas

2,1M di contratti

Tra i **5 principali player** nei servizi energetici ed ambientali per territori, PA e industria

- **40** Reti di teleriscaldamento
- **2.100** impianti PA gestiti
- **~ 1.3M** punti illuminazione pubblica
- **65** impianti industriali gestiti

HIGHLIGHTS

> 6.000
Dipendenti

~ 18.4 Mld €
Fatturato 2023

1.8 Mld €
Ebitda 2023



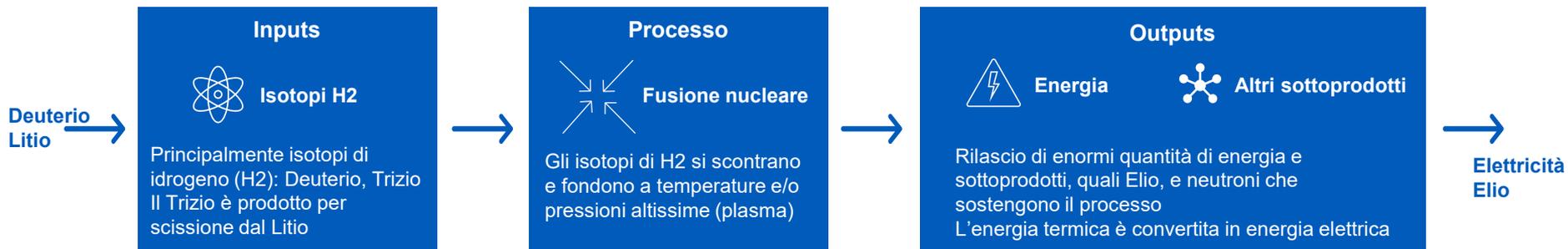
Edison in Europa

Consolidata presenza in Grecia (1° produttore indipendente di elettricità), Spagna (20 anni di esperienza come ESCo) e Polonia

FUSIONE NUCLEARE

FUNZIONAMENTO DEL PROCESSO IN BREVE

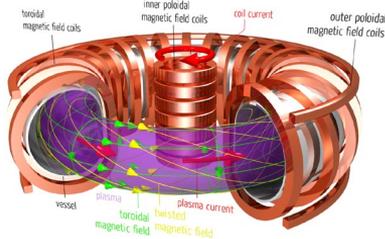
- La fusione nucleare **imita i processi fisici del sole** attraverso la fusione degli isotopi dell'idrogeno, che rilascia enormi quantità di energia
- La ricerca va avanti dagli anni 40 del secolo scorso; realizzate fusioni controllate in laboratorio, **nessuna applicazione commerciale ad oggi**
- **La fusione nucleare potrà rivoluzionare il settore energetico**: emissioni zero, pochi rifiuti, alta intensità energetica in confronto alle altre tecnologie
- Tuttavia, rimangono da superare **ostacoli scientifici e tecnici enormi** legati al controllo e al mantenimento delle condizioni di fusione, oltre all'ottenimento di resa energetica complessiva economicamente sostenibile, **prima dello sviluppo su scala industriale** per la produzione di energia elettrica



LE PRINCIPALI TECNOLOGIE DI FUSIONE

INVESTIMENTI PRIVATI CONCENTRATI IN USA E UK

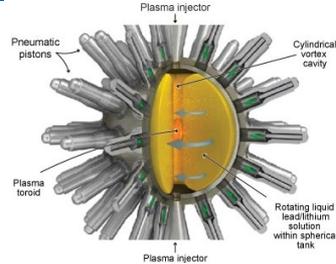
Magnetic Confinement Fusion (MCF)



Confinamento magnetico del combustibile in un **Tokamak** e avvio della fusione per riscaldamento

- Prototipo annunciato in 2040-50
- Tecnologia più avanzata (>60 anni di ricerca nel mondo, maggiore allocazione di capitali)
- Maggiore efficienza nel mantenere calore ed energia

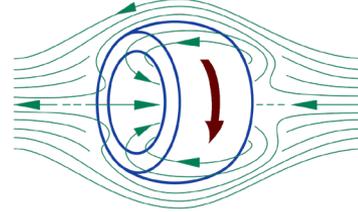
Magnetized Target Fusion (MTF)



Sfera contenente metallo liquido (Pb+Li) in rotazione, plasma confinato magneticamente e compresso per avviare la fusione

- Progettazione più semplice
- Migliore prevenzione dei danni al reattore, utilizzo di migliori metodi di protezione delle pareti del vessel

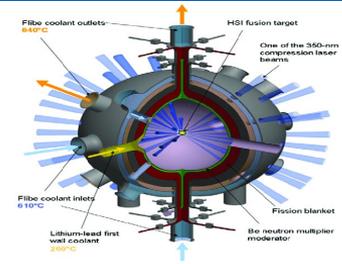
Field-reversed Configuration (FRC)



Due masse di combustibile confinate e poi accelerate l'una verso l'altra per formare un "anello" di combustibile, poi riscaldato per avviare la fusione

- Resa energetica migliore, in teoria energia catturata senza conversione termica
- Condizioni da dimostrare, plasma non ancora stabilizzato in laboratorio

Inertial Confinement Fusion (ICF)



Un pellet di combustibile viene colpito con raggi che lo comprimono a densità estremamente elevate ed avviano la fusione

- Non c'è utilizzo di magneti, quindi migliore stabilità e controllo del combustibile
- Altamente energivoro per l'utilizzo di laser

Principali tecnologie

Funzionamento e principali innovazioni

Principali player

Maturità tecnologica



generalfusion



Spin-off MIT (settore privato, >3 B\$)
Già realizzato campo magnetico da 20 Tesla, il più alto mai creato nei materiali superconduttori. Step successivi: SPARC (impianto a fusione 50MWth con Q>2), ARC (impianto di produzione a dimensione completa da 200MW)

TRL¹ 4-5

Programma a lungo termine di ricerca pubblica (35 Nazioni, >15 B€)
Principale progetto di fusione al crocevia degli sviluppi globali sui Tokamak, il progetto è una prima tappa di DEMO. Tra gli obiettivi, dimostrare la fattibilità della tecnologia producendo 500 MWth su 400 s con Q=10, esplorare il regime stazionario con Q=5, dimostrare la tenuta dei componenti essenziali e la sicurezza operativa

TRL¹ ~3

1) TRL : Technology Readiness Level, scala 1-9, fonte ENEA

TECNOLOGIA CON GRANDI POTENZIALITÀ ...

... MA CON SFIDE TECNICHE E SCIENTIFICHE IMPORTANTI



Potenzialità

- + Utilizzo di **combustibili**, come deuterio e litio (utilizzati per ottenere il trizio), **abbondanti in natura** e geograficamente diffusi
- + Tecnologia **sicura**
- + Produzione di **energia costante** con processo **altamente energetico**
- + Ridotta produzione di scorie
- + Produzione di energia **senza emissioni di gas climalteranti** e con basso impatto ambientale



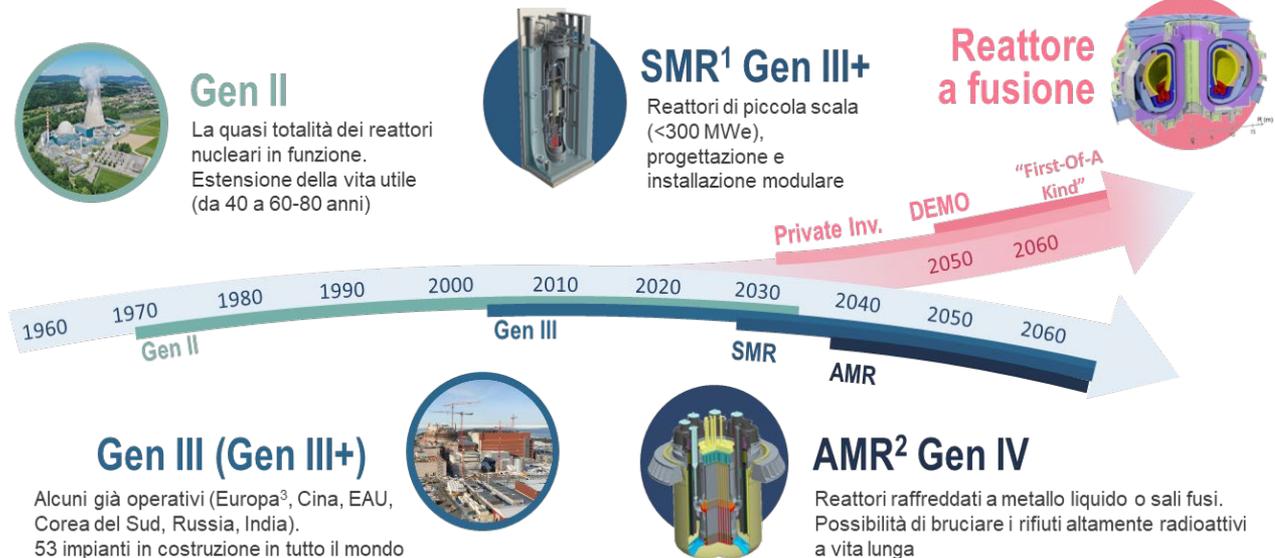
Sfide

- **Controllo della stabilità del plasma:** confinamento magnetico con temperature $> 10x$ il centro del sole
- **Ricerca di materiali** che supportino nel tempo condizioni operative severe, quali flusso neutronico e alte temperature. In particolare: pareti reattore e bobine magneti superconduttori
- **Autoproduzione e gestione del trizio**
- Progettazione di una macchina che permetta un buon rendimento, sfide di natura ingegneristica nel **rapporto tra energia prodotta ed energia consumata** (target $Q^1 > 20$ per la commercializzazione sul mercato)
- **Mantenimento del processo nel tempo** (stabilità, efficienza)

La fusione nucleare è una tecnologia promettente per sicurezza, disponibilità combustibile e quantità energia prodotta, ma per abilitarla è necessario risolvere alcune sfide tecniche e scientifiche importanti quali stabilità del confinamento magnetico, ricerca di nuovi materiali ed efficienza complessiva

NUOVE TECNOLOGIE NUCLEARI

NUOVE TECNOLOGIE DI FISSIONE DAL 2030, FUSIONE NUCLEARE POST 2050



Raggiungimento obiettivi di decarbonizzazione

Per garantire la **decarbonizzazione del sistema elettrico italiano entro il 2050** è necessario abilitare il nucleare nei tempi più stretti possibili

Il nuovo nucleare a fissione supporta l'Italia nella **transizione energetica** e sarà affiancato dalla fusione quando sarà commercialmente disponibile



Staffetta tecnologica tra fissione e fusione

È fondamentale **riabilitare l'intero percorso del nucleare in Italia** (framework regolatorio, ricerca, competenze e mansioni, ...)

Le nuove tecnologie di fissione fungono da apripista per la futura introduzione della fusione



Ricaduta positiva sulla supply chain italiana

Nonostante l'uscita del nucleare dal mix elettrico, numerose **aziende italiane** hanno mantenuto **posizioni di leadership nell'export di componenti** di alta rilevanza tecnologica in Europa

La supply chain italiana sta contribuendo alla ricerca per la fusione e in attuali progetti Gen 3 in costruzione

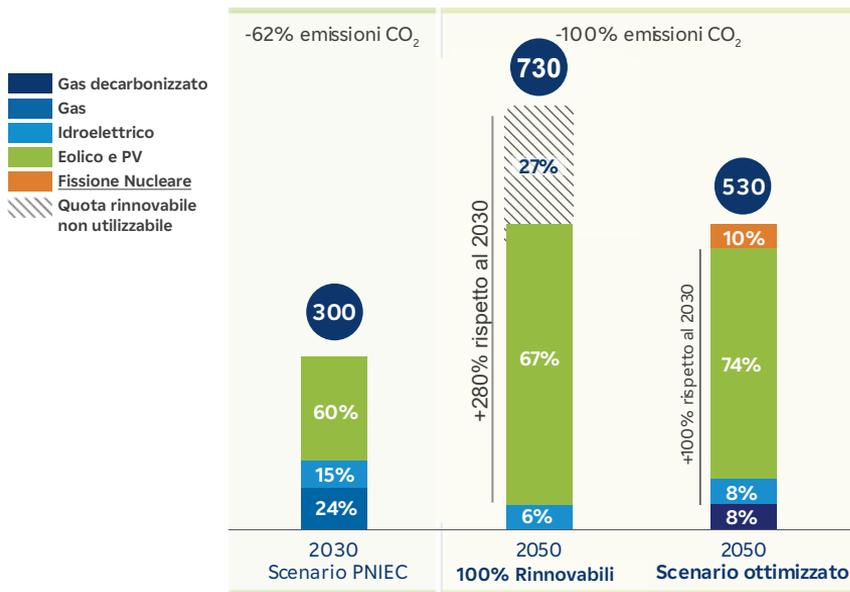
Le tempistiche per la commercializzazione della fusione non sono ad oggi note, affidarsi esclusivamente a questa tecnologia esporrebbe il sistema paese ad un rischio molto elevato



IL NUOVO NUCLEARE NELLO SCENARIO ITALIANO

CONTRIBUTO DELLA FISSIONE ALLA NEUTRALITÀ CARBONICA AL 2050

Evoluzione Italiana del mix di produzione¹ (TWh)



- Le rinnovabili sono fonti di energia verde non programmabile
 - **Produzione concentrata** in particolari momenti della giornata, non coincidenti con la richiesta di carico elettrico (24h)
 - **Localizzazione nelle zone con maggiore disponibilità di risorse naturali** (es. Sud) e lontane dai principali centri di consumo (es. Nord)
- Un sistema **100% Rinnovabili richiede importanti investimenti**
 - 150 GW di accumulo e 70 GW di rete aggiuntivi
 - sovradimensionamento dell'energia prodotta da RES di oltre il 40%
- **Small Modular Reactors (SMR) e Advanced Modular Reactors (AMR) possono contribuire alla decarbonizzazione, affiancando la produzione rinnovabile**
 - installando 1 impianto all'anno dal 2030-2035, si arriverebbe a 15-20 impianti al 2050, **contribuendo al 10% della produzione nazionale**
- Lo **Scenario Ottimizzato**, con 80% rinnovabili, 10% nucleare a fissione e 10% produzione a gas decarbonizzata, consente il raggiungimento dei target di decarbonizzazione al 2050 con una **riduzione significativa degli investimenti di sistema**

SMALL MODULAR REACTOR: CARATTERISTICHE

GENERAZIONE FLESSIBILE PER UN AMPIO SPETTRO DI APPLICAZIONI



**Impianti nucleari a fissione piccoli, modulari e sicuri
(Small Modular Reactor), disponibili dal 2030**

LA SUPPLY CHAIN NUCLEARE ITALIANA

STAFFETTA TECNOLOGICA TRA FISSIONE E FUSIONE

Dimensionamento filiera nucleare Italiana esistente

- Nell'attuale filiera italiana sono già **coperte tutte le fasi** per la realizzazione di SMR/AMR
- Nel complesso **~50 aziende italiane** in attività legate a fissione e/o fusione nucleare
- Più della metà di queste aziende hanno **dimensioni medio-grandi** (fatturato medio >50M€/anno), e sono presenti sul mercato con una strategia diversificata

Resilienza, eccellenza e posizionamento strategico in Europa

- Forte resilienza della filiera nel tempo, dimostrata **dopo il 1986**. Attualmente queste aziende stanno **fornendo parti e componenti** fondamentali e di alta rilevanza tecnologica **in tutta Europa**
- Nella maggior parte dei casi, le imprese italiane agiscono come **prime contractors** e sono divenute un polo di attrazione e di aggregazione verticale, a livello locale e internazionale
- La supply chain italiana sta **contribuendo agli attuali progetti di nuova costruzione** (EPR Hinkley Point in Regno Unito, EPR Flamanville in Francia) e alla flotta attiva di generazione francese

Il nuovo nucleare a fissione contribuirà allo sviluppo dell'industria nucleare italiana (localizzazione in Italia di una parte significativa della catena di fornitura degli impianti italiani, con rilevanti opportunità di export) ed abiliterà lo sviluppo dell'industria per la fusione quando la tecnologia sarà disponibile (staffetta tecnologica)

I BENEFICI PER L'ITALIA DEL NUOVO NUCLEARE

CONTRIBUTO NUOVE TECNOLOGIE A FISSIONE GIÀ DAI PRIMI ANNI TRENTA



Decarbonizzare il mix elettrico

- Programmabilità e modulabilità: complementarietà con rinnovabili
- Riduzione costi di sistema: minori stoccaggi di energia e reti trasmissione



Decarbonizzare la fornitura di calore

- Fornitura diretta di calore a clienti industriali / teleriscaldamento
- Produzione di H2 ad alta efficienza per settori hard-to-abate



Contribuire alla sicurezza energetica e alla competitività

- Contribuito alla riduzione della dipendenza dalle importazioni di gas
- Riduzione della volatilità dei prezzi dell'energia elettrica



Contribuire allo sviluppo industriale del paese

- Valorizzazione della supply chain nucleare esistente, per l'export e per l'Italia
- Contributo alla crescita del PIL e del livello occupazionale

PRINCIPALI DIREZIONI SU CUI AGIRE

PROSSIMI PASSI



Ricostruzione del quadro normativo e regolatorio abilitante il nucleare



Istruzione e formazione



Collaborazione tra le autorità di sicurezza Europee



Rafforzamento dei Technical and Scientific support Organization (ENEA, ...)



Supporto a partnerships europee con utilities e industriali



Rafforzamento dell'eccellenza della filiera italiana

BACK-UP

TECHNOLOGY READINESS LEVEL

Fase iniziativa

