

Ritorno al nucleare? Prospettive e sviluppi

Transizione Energetica: Il Contributo dell'Energia Nucleare

FRANCO COTANA
Amministratore Delegato di RSE



10 marzo 2026

RSE supporta il MASE nella Pianificazione Energetica Nazionale



Decarbonisation Working Group - Presidency of the Council of Ministers

2016



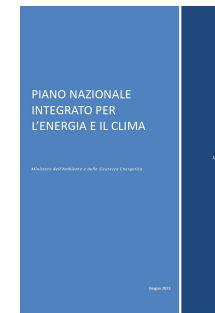
NECP 1.0

2019



- ✓ **Hydrogen National Strategy**
- ✓ **Interminist. Committee Ecological Transition**
- ✓ **Regional Burden sharing Renewable energies**

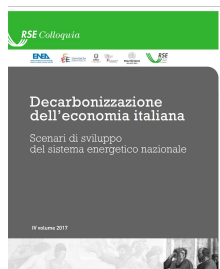
2021-2022



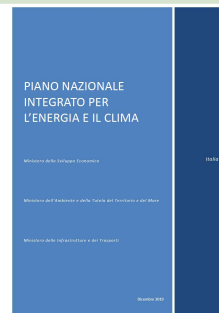
Minister of Environment and Energy Security

NECP 2.0

2024



2017 National Energy Strategy



National Energy and Climate Plan

2020 Long Term Strategy



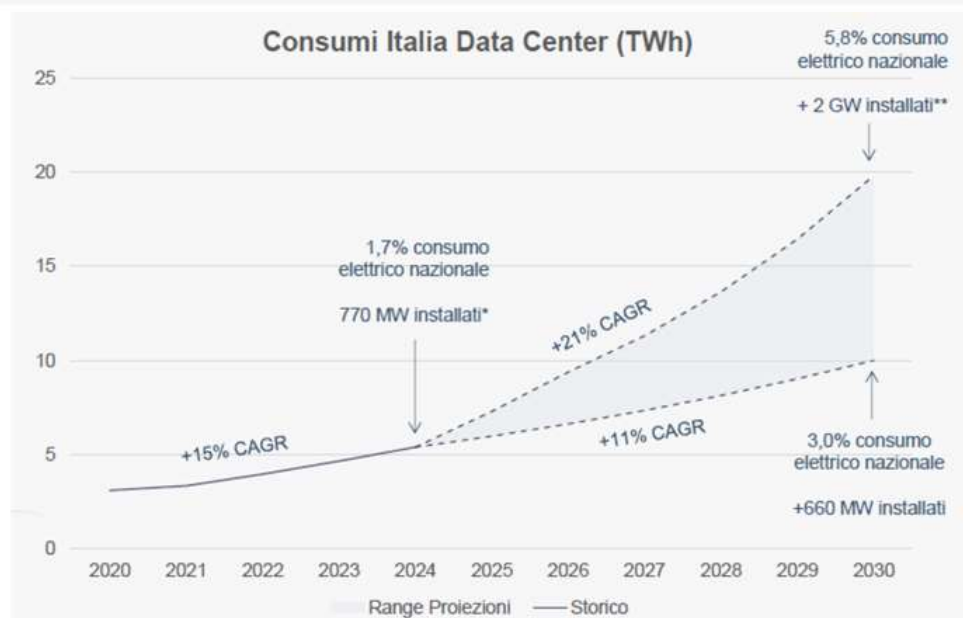
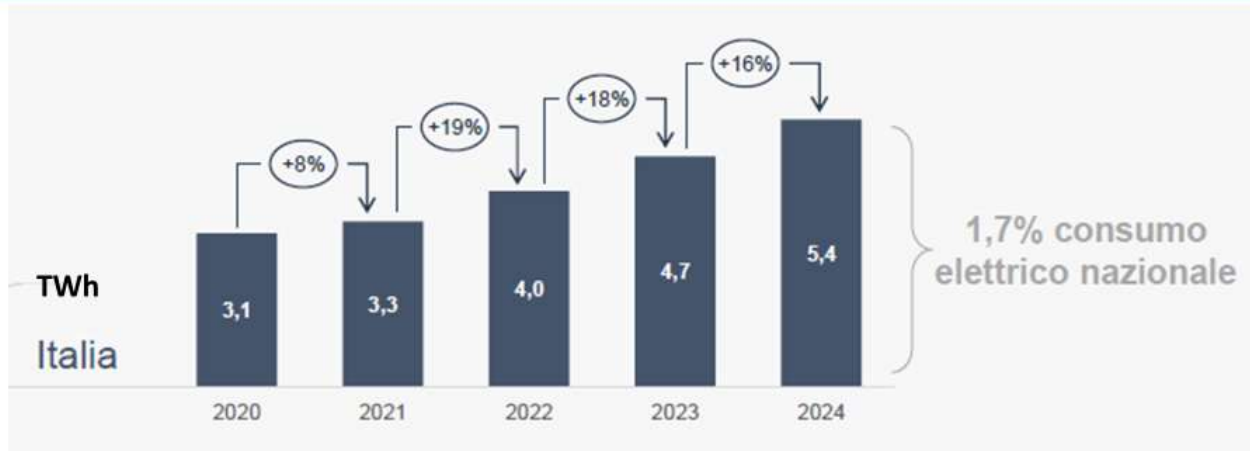
2023 NECP 2.0 (draft)

Shaping Decarbonization Scenarios 2030 -2040 -2050 With or without NUCLEAR Energy (fissionSMR-fusion)



Intelligenza artificiale e consumi di energia

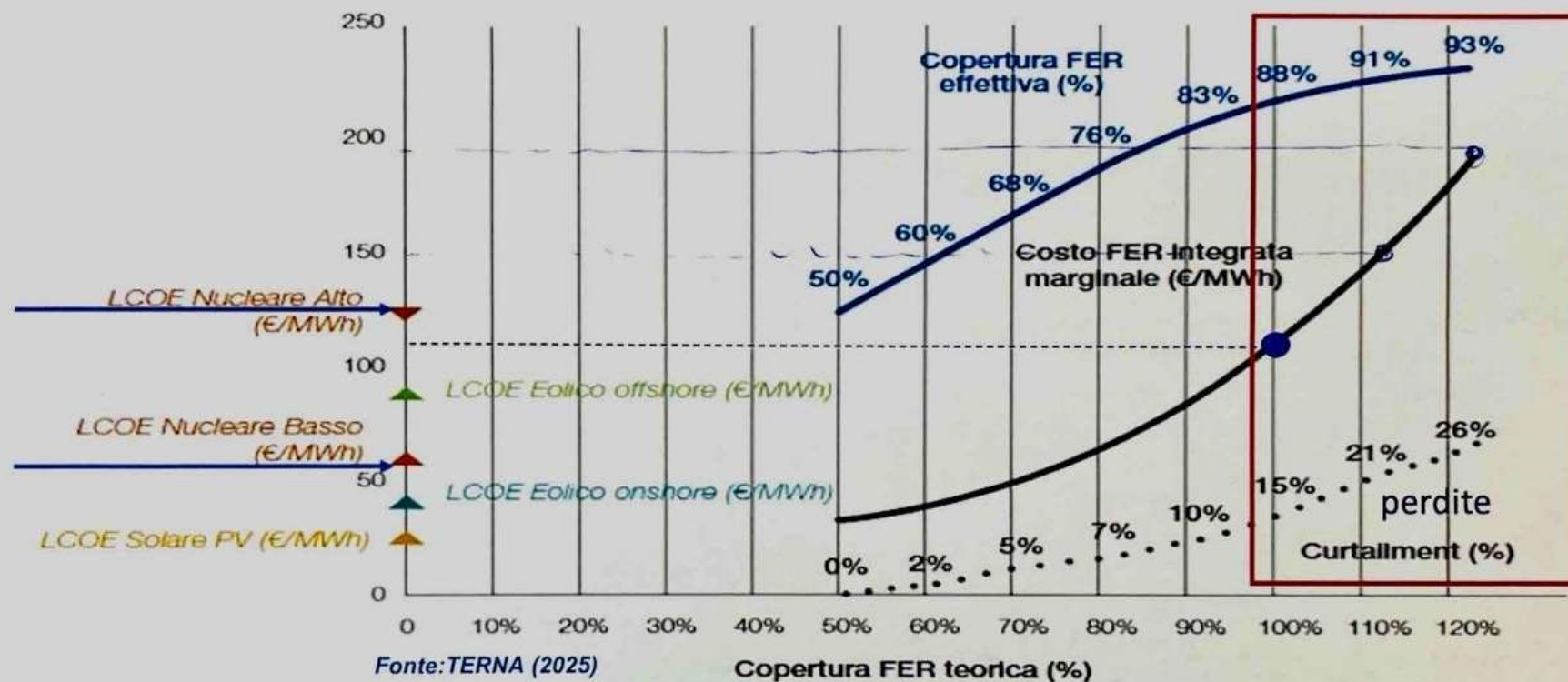
- ✓ Attualmente in Italia vi sono **770 MW** di data center, per un consumo di **5,4 TWh/anno**, pari all'**1,7%** del consumo elettrico nazionale
- ✓ TERNA a **marzo 2025** aveva ricevuto **40 GW** di richieste di connessione per data center, di cui:
 - l'**85%** nelle regioni del **Nord**
 - il **58%** in **Lombardia (23 GW)**
 - Il **30%** a Milano (**12 GW**)
- ✓ Scenari più realistici sviluppati da KeyToEnergy vedono **al 2030** una crescita compresa **tra 660 MW e 2 GW**, corrispondenti ad una quota del consumo elettrico nazionale compresa **tra il 3% ed il 5,8%**



Fonte:
KeyToEnergy



COSTI INTEGRAZIONE FRNP Scenario al 2050



All'aumentare della quota di FER intermittenti nel mix elettrico aumenta il costo marginale di «integrazione» nel sistema dovuto ad investimenti aggiuntivi in sistemi di accumulo (escluso investimenti in reti)

La Piattaforma Nazionale per un Nucleare Sostenibile (PNNS)

Composizione e Numeri della Piattaforma

ISTITUZIONE MASE PNNS
DM 16 novembre 2023

100 esperti in 7 GdL

20 atenei, associazioni scientifiche e professionali

31 imprese principali del settore nucleare

Coordinatore Piattaforma

Capo della Segreteria Tecnica del Ministro – **Dott.ssa Francesca Salvemini**,
Segretariato ci supporto 4 esperti

Coordinamento Gruppi di Lavoro

Amministratore delegato RSE – **Prof. Franco Cotana**
Presidente ENEA – **Ing. Gilberto Dialuce**

N.7 Gruppi di Lavoro

GdL 1 “*Contesto, scenari e prospettive*”;

GdL 2 “*Tecnologie di fissione*”;

GdL 3 “*Tecnologie di fusione*”;

GdL 4 “*Sicurezza e prevenzione, quadro normativo, certificazione*”;

GdL 5 “*Rifiuti e decommissioning*”;

GdL 6 “*Formazione ed educazione*”;

GdL 7 “*Aspetti trasversali (Ambiente, accettabilità sociale, comunicazione, altro)*”

Relazioni finali dei 7 gruppi disponibili nel sito MASE a link

<https://www.mase.gov.it/>

I Gruppi di Lavoro sono gestiti attraverso dei Responsabili e Co-Responsabili RSE e ENEA

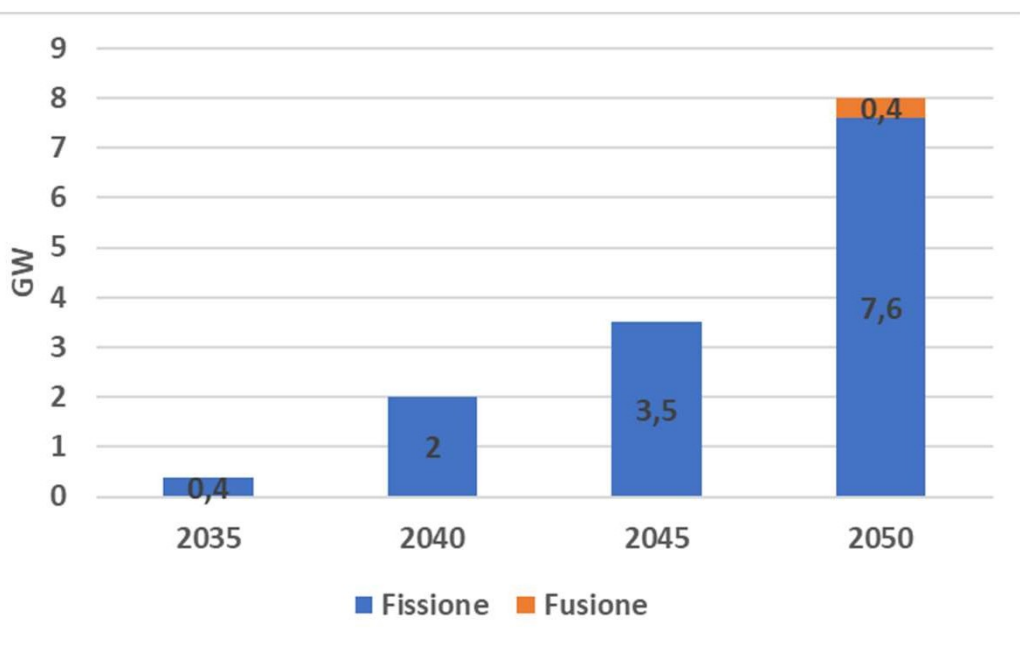
Ai GdL partecipano diversi componenti (Aziende, Enti, Autorità, ecc.) i quali nominano un rappresentante nel GdL.

LEGGE DELEGA AL GOVERNO (approvata dal CdM ottobre 2025) AC 2669 calendarizzate le audizioni commiss. 8 Amb.e 10 Att.Produit



Sviluppo della capacità nucleare

Capacità installata al 2050 di circa 245 GW di fotovoltaico e circa 51 GW di eolico



NOTA: degli 8 GW di capacità di generazione nucleare al 2050, circa 1,3 GW funzionano in modalità cogenerativa, fornendo al settore industriale calore per un ammontare pari a 16 TWh termici. Nello scenario senza nucleare questa domanda di calore industriale è generata da impianti alimentati a bioenergie.

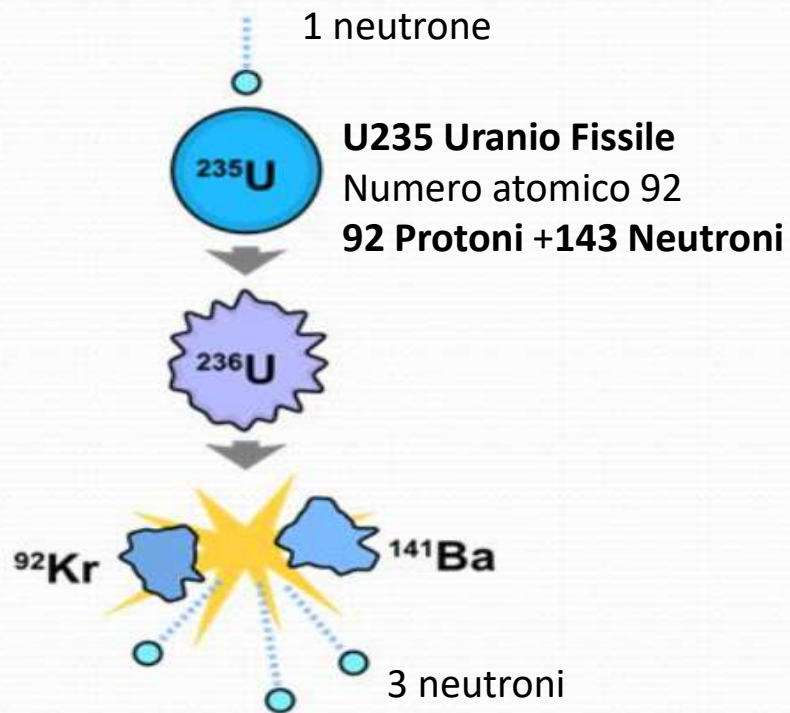
Il modello energetico, dati gli obiettivi, individua la **traiettoria ottimale di minimo costo complessivo del sistema energetico** per raggiungerli.

Il risultato dell'esercizio scenaristico ha mostrato che il **potenziale stimato di sviluppo degli impianti nucleari (definito dalla PNNS)** verrebbe completamente utilizzato in tutti gli anni considerati: ciò significa che **il modello ha ritenuto le tecnologie nucleari sia economicamente che energeticamente convenienti per il raggiungimento degli obiettivi di neutralità climatica al 2050.**

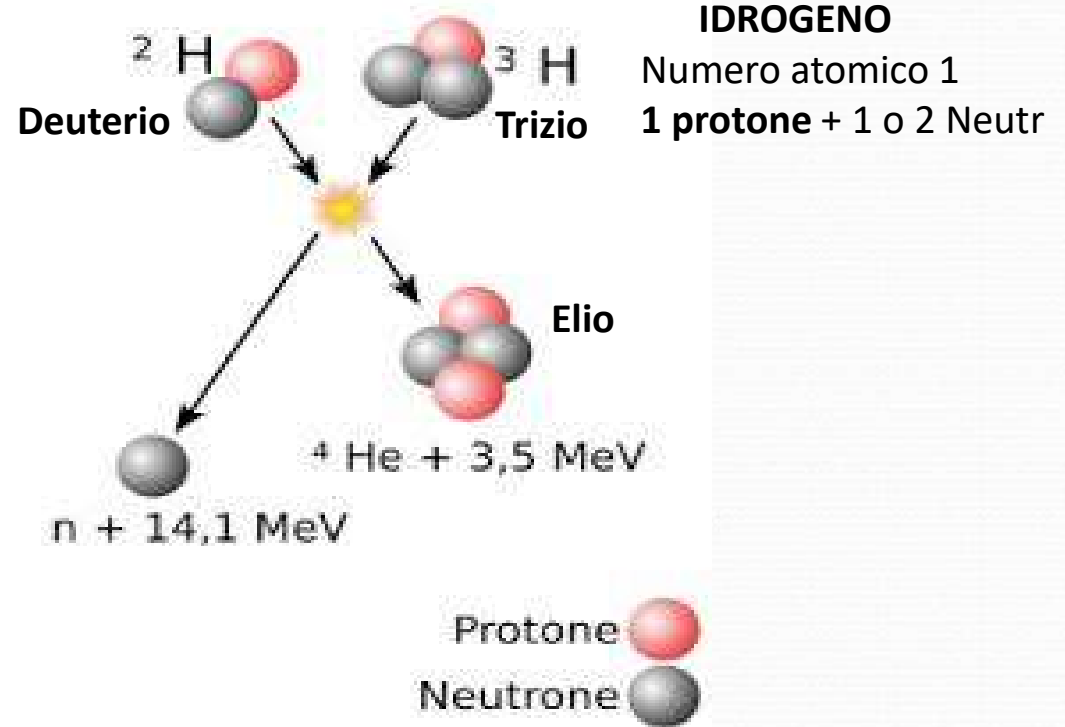
Accertata in tal modo la convenienza del ricorso alle tecnologie nucleari, si è proseguito, con un **approccio maggiormente concreto**, a concentrare l'analisi su uno **scenario nucleare "conservativo"**, caratterizzato da uno sviluppo di impianti nucleari dell'ordine della **metà del potenziale massimo installabile**, ossia **ALMENO fino a 8 GW al 2050** come mostrato nella **figura**. (fino... a 16 GW)

Energia nucleare

Fissione



Fusione





N. 62 siti nucleari in Italia tra cui 4 centrali :

1. Latina 1958, 220 MWe raff. CO2
All'epoca il reattore più potente d'Europa
2. Garigliano 1959
3. Trino Vercellese 1961
4. Caorso 1970



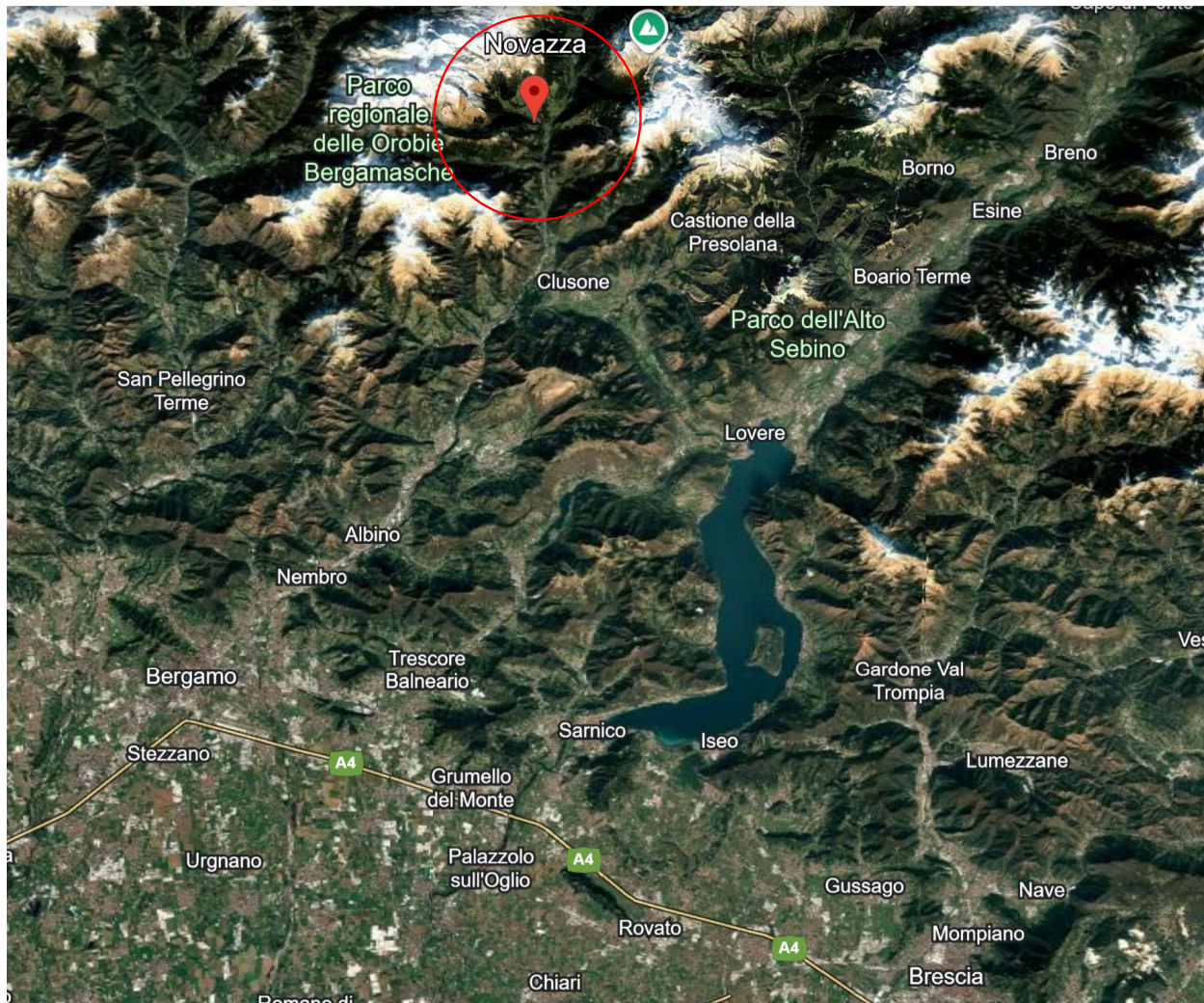
Società Italiana Meridionale per l'Energia Atomica (abbreviato SIMEA)
Fondata da Mattei nel **1957** per la costruzione della centrale di **Latina**

Mattei. Posa prima pietra centrale termonucleare di Latina

Immagine 27 di 54



MINERALI RADIOATTIVI NATURALI ITALIA



- In Italia, la **radioattività naturale** è dovuta alla presenza di vari materiali: **uranio, torio, potassio-40, radon.**

- **Miniere di Uranio Naturale:**

Il sito più noto è **Novazza**, in provincia di Sondrio, dove Eni aveva iniziato le ricerche e l'estrazione negli anni '60, per alimentare la **centrale di Latina** (centrale a gas CO₂ moderata a grafite) 200 MW.

N:B L'uranio naturale è composto principalmente da uranio-238 (circa il 99,28% fertile) e una piccola quantità di Uranio-235 (circa lo 0,71% fissile)



**Centrali Nucleari a FISSIONE
in Europa (sono 186)**

*n. 443 operativi nel Mondo
n.64 attualmente in costruzione*

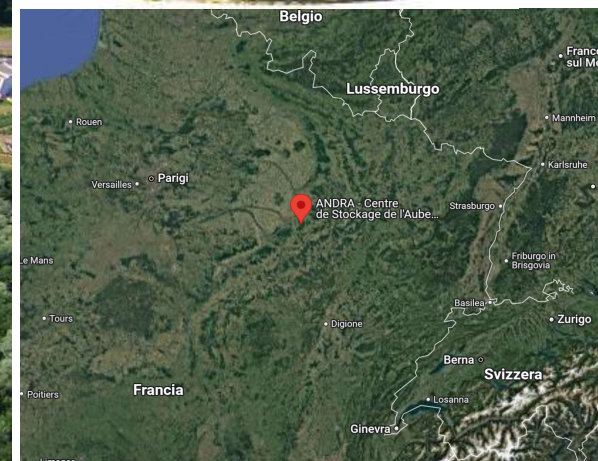
**In Cina sono in costruzione
29 reattori nucleari**





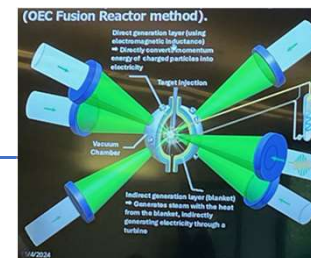
FRANCIA

L' AUBE disposal facility, 100 Ettari
low- and intermediate-level, short-lived
radioactive waste (LILW-SL), France





TECNOLOGIE NUCLEARI



Fissione

Standard



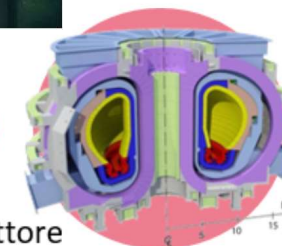
Quasi tutti i reattori oggi in funzione. Estensione della vita operativa (da 40 a 60-80 anni)



Small Modular Reactors

Piccola taglia (< 300 MWe), progettazione e costruzione modulari.

Fusione



Primo reattore (commerciale) a fusione

DEMO & FOAK

2050 2060

1960

1970

1980

1990

2000

2010

2020

2030

2040

2050

2060

Gen II

Gen III

SMR

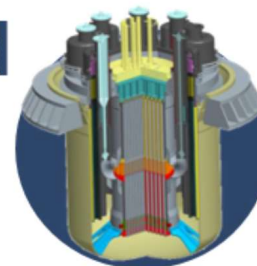
Gen IV

Evolutivi

Alcuni già operativi (Cina, UAE, Corea Sud, Russia, India).
 La maggioranza dei 58 reattori in costruzione nel Mondo



Advanced Modular Reactors



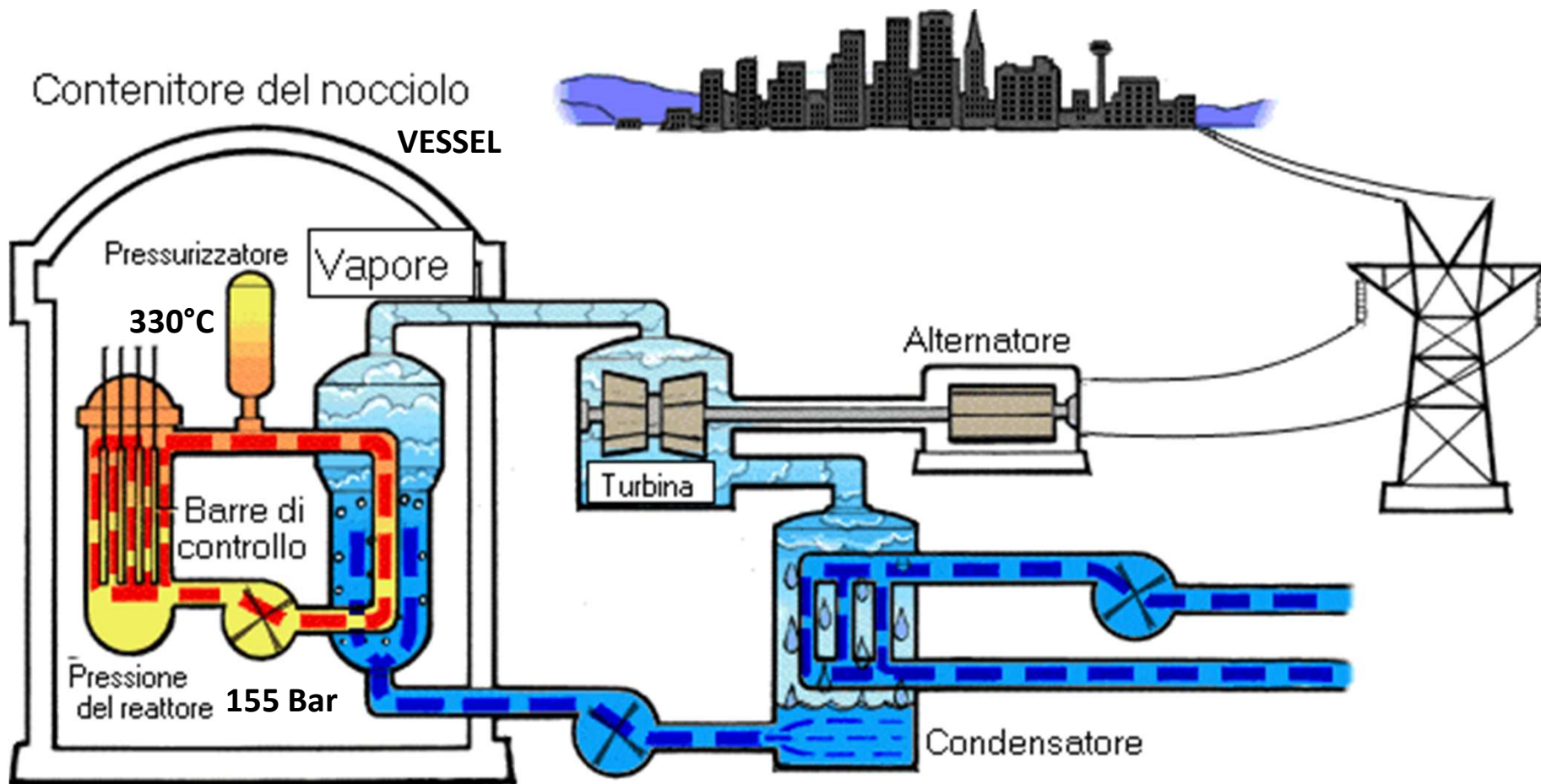
Raffreddamento a metallo liquido o a Sale
 Possibilità di riciclare i rifiuti a vita lunga e alta radioattività.

By CIRTEN



SCHEMA SEMPLIFICATO DI UNA CENTRALE NUCLEARE A FISSIONE

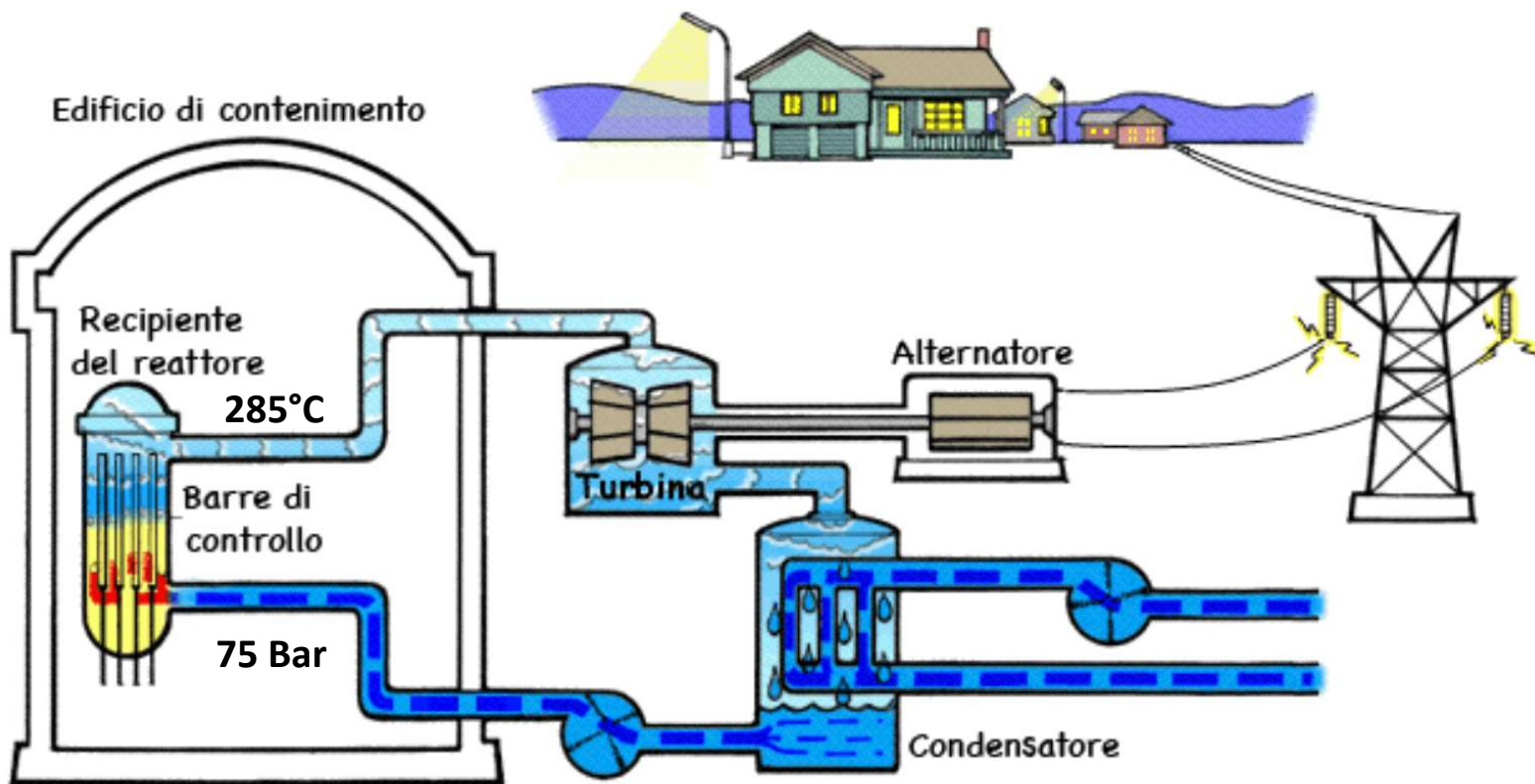
REATTORE AD ACQUA PRESSURIZZATA PWR





SCHEMA SEMPLIFICATO DI UNA CENTRALE NUCLEARE A FISSIONE

REATTORE AD ACQUA BOLLENTE BWR





Small Modular Reactors for Marine-based Nuclear Power

Power range MW(e)

| | | |
|-----------|--|--|
| 101 - 350 |  | <ul style="list-style-type: none"> • VBER-300 |
| 51 - 100 |  | <ul style="list-style-type: none"> • BANDI-60 • ACP100S • RITM-200M • CMSR |
| 11 - 50 |  | <ul style="list-style-type: none"> • KLT40S • ACPR-50S • Prodigy MPS (NPM) |
| 5 - 10 |  | <ul style="list-style-type: none"> • SHELF-M • ABV-6E |

Marine-based SMR Designs



Our SMR, BANDI-60

An Option for Floating Nuclear Power Plants

Under development since 2016

KOREA (KEPCO)



L'unica centrale nucleare galleggiante al mondo ha generato un record di 1000 GWh di energia prima del rifornimento

e_mob
EMOBILITYFESTIVAL

RSE
Ricerca
Sistema
Energetico

we move
rsearch



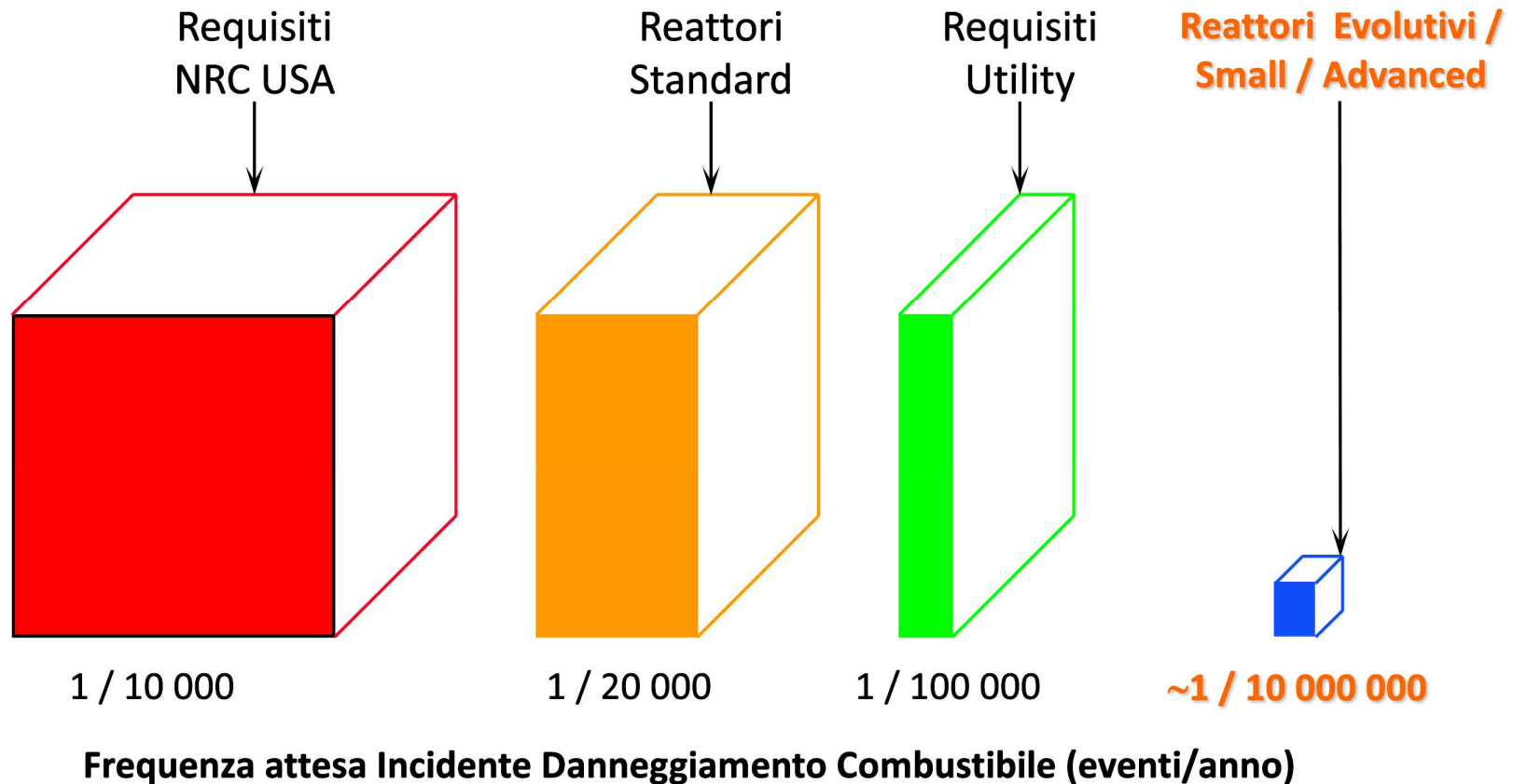
Akademik Lomonosov, una centrale nucleare galleggiante operativa da **maggio 2020** nella regione artica **russe di Chukotka**, ha generato il suo primo **miliardo di kilowattora** di energia, prodotta da : **Rosatom**,

Operativa da cinque anni,

Con una lunghezza di 144 m e una larghezza di 30 m, la nave è destinata ad **applicazioni civili** e ha due reattori nucleari **KLT-40S** a bordo per la produzione di energia.

Due reattori Nucleari termica complessiva di 300 MW, generare in **assetto cogenerativo** circa **70 MWe** e **60MWt**

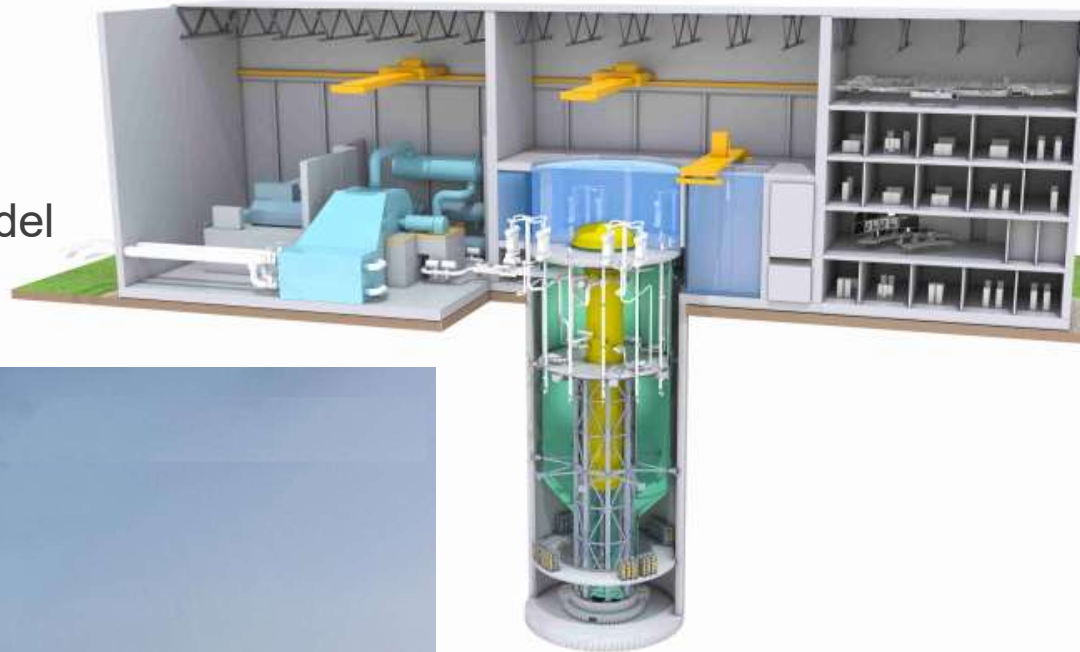
Livello di Sicurezza nei nuovi reattori



GE Hitachi SMR

Nuclear Energy BWRX-300

Sicurezza intrinseca passiva con raffreddamento del nocciolo a circolazione naturale

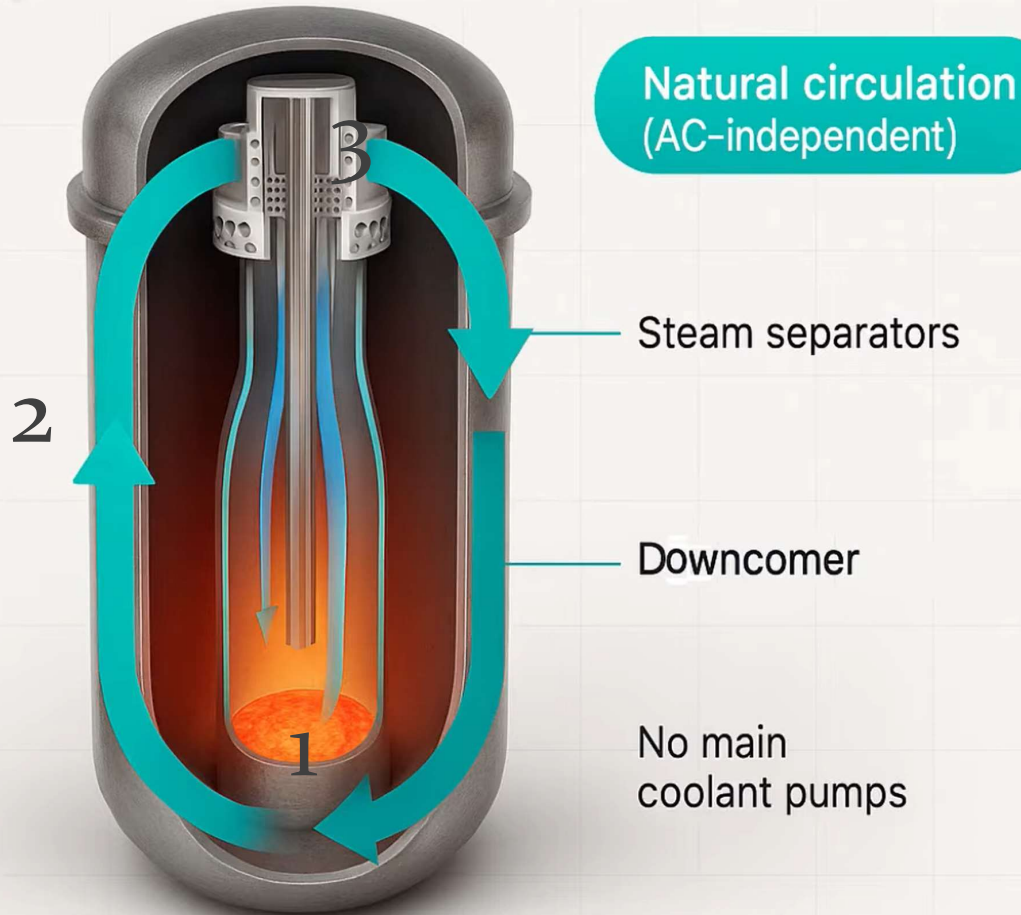




No main coolant pumps



No main coolant pumps



Natural circulation
(AC-independent)

Steam separators

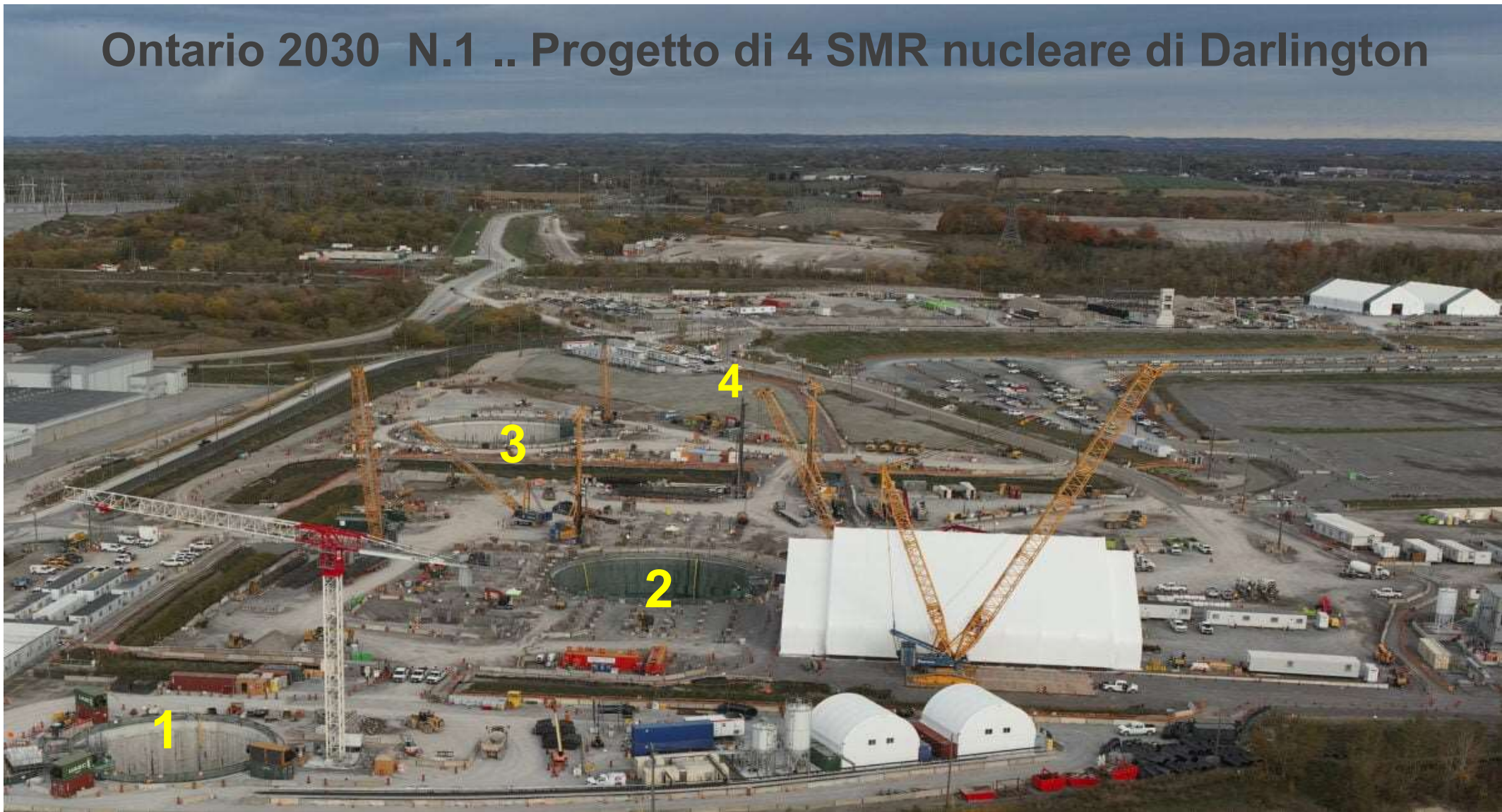
Downcomer

No main coolant pumps

GE Hitachi SMR
Nuclear Energy
BWRX-300

1 Heat— Core warms water • **2 Rise** — Steam is less dense • **3 Sink**— Cooler water descends •

Ontario 2030 N.1 .. Progetto di 4 SMR nucleare di Darlington







SMR 2030 350 MW

**PICCOLO REATTORE
MODULARE OCCUPA CIRCA UN
ETTARO DI TERRENO ED E'
CAPACE D PRODURRE CON
CONTINUITA' ENERGIA
ELETTRICA EQUIVALENTE A
QUELLA CHE PRODURREBBE
UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DI OLTRE 2000 ETTARI**

Sicurezza intrinseca passiva



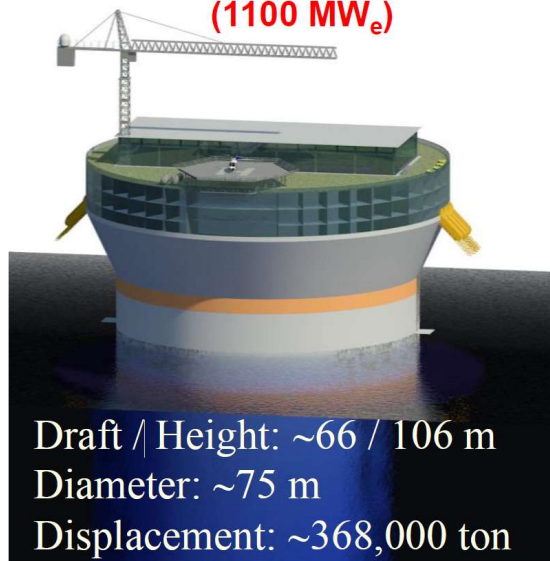
Design – Platform

- Spar-type floating platform
- Simple, stable and cost-effective design

OFNP-300
(300 MW_e)



OFNP-1100
(1100 MW_e)



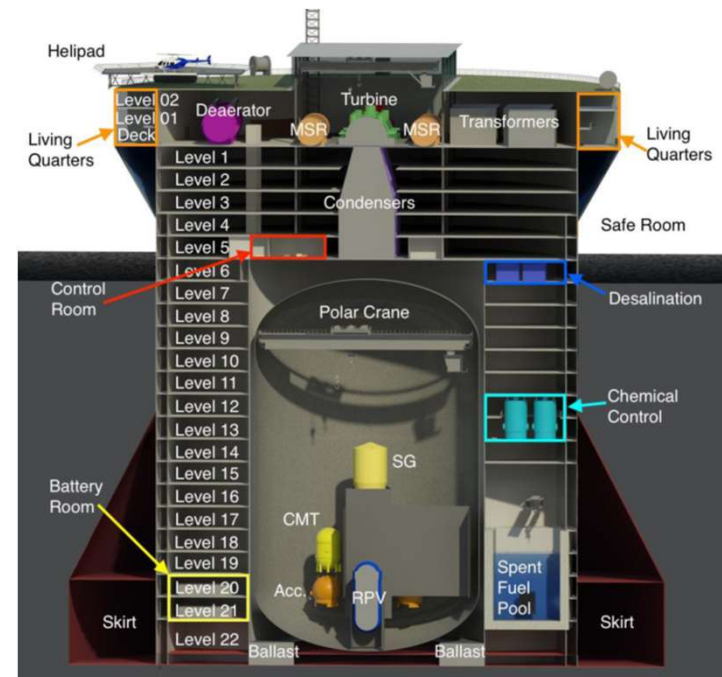
Natural heave/pitch period:

~21/23 sec

Natural heave/pitch period:

~22/36 sec

Natural period must be < tsunami wave period (plant rides tsunami)
 and > peak storm wave period (minimized oscillations in storms)



FISSIONE: Materiali fissili e Materiali fertili

| Materiali Fissili | Materiali Fertili |
|--|--|
| Uranio-235: È un isotopo dell'uranio che può essere fissionato da neutroni termici (di bassa energia). Tempo di decadimento 7 miliardi di anni 0,71 % è la percentuale nell'Uranio Naturale | Uranio-238: Non è fissile, ma può essere trasformato in plutonio-239 attraverso l'assorbimento di un neutrone. |
| Plutonio-239: È un altro materiale fissile prodotto nei reattori nucleari come risultato dell'assorbimento di neutroni da parte dell'uranio-238 | Torio-232: Non è fissile, ma può essere trasformato in uranio-233 attraverso l'assorbimento di un neutrone. |
| Uranio-233: Un altro materiale fissile prodotto nei reattori nucleari, come risultato dell'assorbimento di neutroni da parte del torio-232. | |

N:B L'uranio naturale è composto principalmente da uranio-238 (circa il 99,28%) e una piccola quantità di uranio-235 (circa lo 0,71%),

TRISO (TRistructural ISOtropic) nuclear fuel

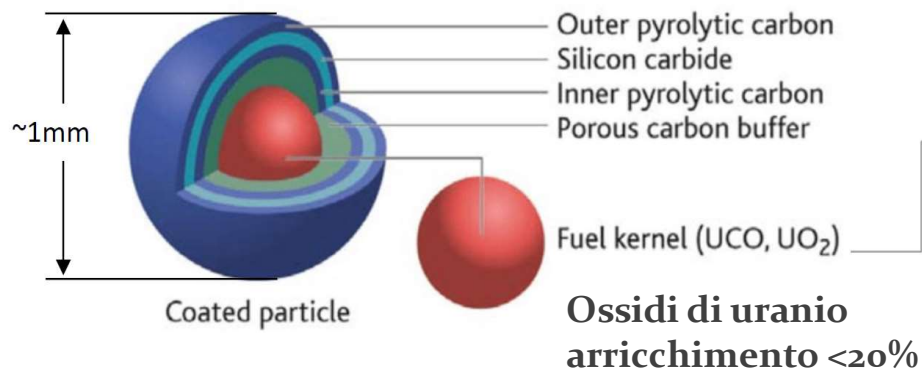
3D printed SiC TRISO fuel pellets

The most robust nuclear fuel container on earth

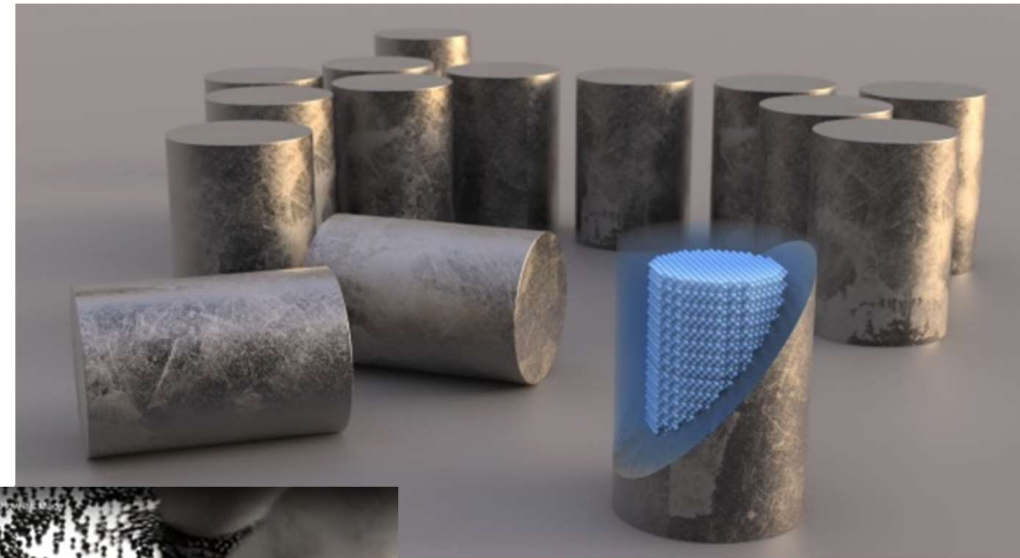
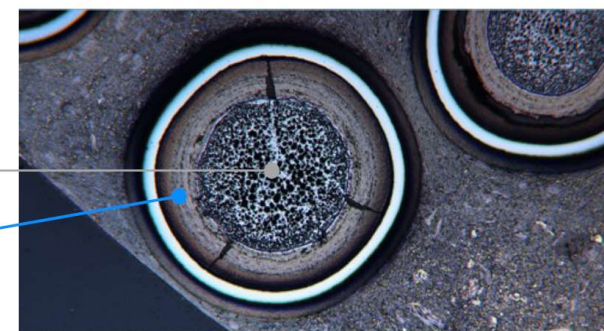
TRISO consists of 1mm-diameter microspheres with pyrolytic carbon (PyC) and ceramic (SiC) layers that encapsulate the nuclear fuel. TRISO spheres resist mechanical stress and extreme temperatures (can operate at 950°C - 1,100°C does not release volatiles up to 1,600°C).

TRISO fuel is qualified for commercial applications

TRISO spherical structures retains radioactive/toxic elements and gases from fission products under design basis accidents, sabotage or attacks scenarios. This makes TRISO the ideal fuel inherently safe and self-contained for distributed power generation, industrial sites and shipping.



Cross-sectional view of TRISO microspheres after irradiation testing (source: US DOE)



Micro Modular Reactors

- 1. HolosGen(I)** parallelep. 12x2,5x2,5m **10MWe**, GAS, **TRISO**, Virginia
- 2. X-Energy** fond. Kam Ghaffarian **100MWe**, GAS, **TRISO**, Seadrift, in Texas,
- 3. Kairos** raff. Sali fusi di fluoruro, turbina a vapore, 2x75=**150 Mwe**, **TRISO**, Berkley
(autorizzazione NCR 2023 nel Tennessee, cliente Google ordine 6-7 reattori x datacenters)

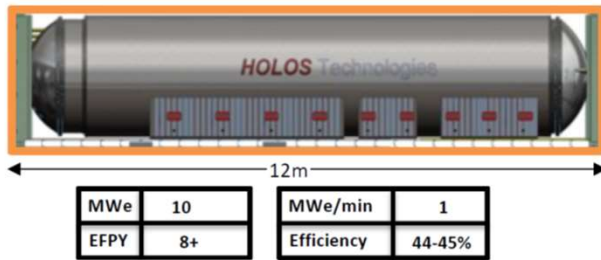
Altri progetti avanzati

- 1. Terra Innovatum(I)** cubo di CA 10x10m, 5MWt, **1MWe**, GAS, **Pastiglie al 5%U₂₃₅**
- 2. TerraPower** fond. Bill Gates+GE – Sodio liquido, **345MWe+accumulo Sali fusi**, ok VIA, Wyoming
(reattore veloce che utilizza **Uranio Naturale o Impoverito** e genera Plutonio combustibile fissile)

Elimination of the Balance of Plant

Key innovative enabling features

- ✓ Tailorable design driven by user requirements
- ✓ Fully integral power conversion system
- ✓ Tested features



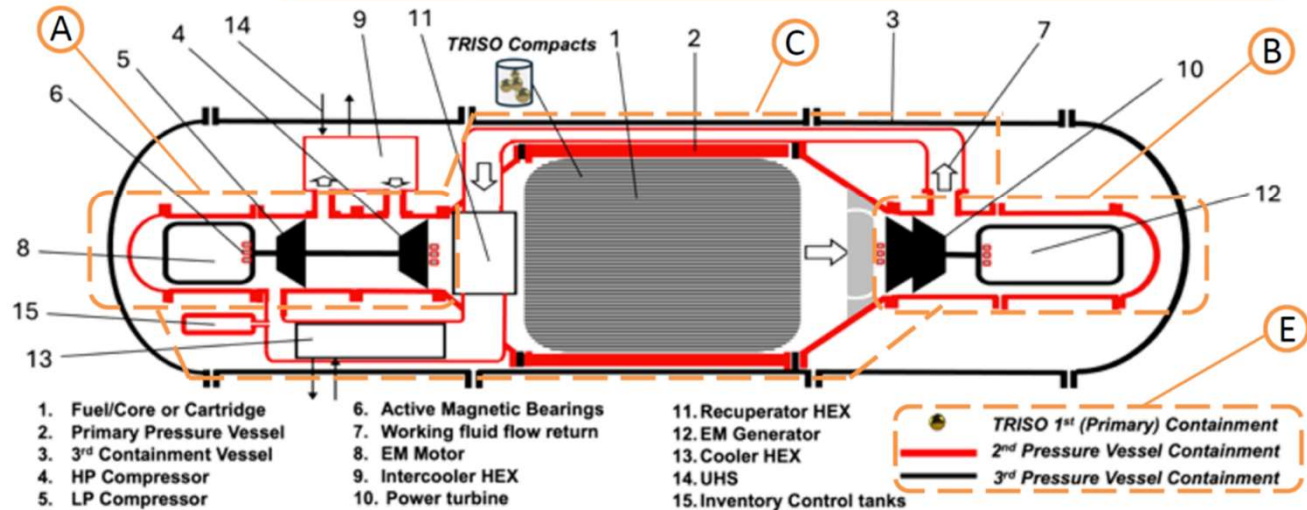
Scalable
Tailorable



- (A) High-speed motor-driven compressor
- (B) Decoupled high-speed turbine-generator
- (C) Integral power conversion system (A + B)
- (D) Transportable via intermodal container
- (E) Multiple defense-in-depth barriers
- (F) High-rate load-following power output (A + B + C)

- (G) Transportable with irradiated fuel shielded QUAD and TWIN configurations (slide 2 config.)

MWe: Mega-Watt-electric MWe/min: Load-follow power rate
EFPY: Effective Full Power Year (time the core can supply full power before requiring refueling)



2025 © HolosGen LLC. All rights reserved.



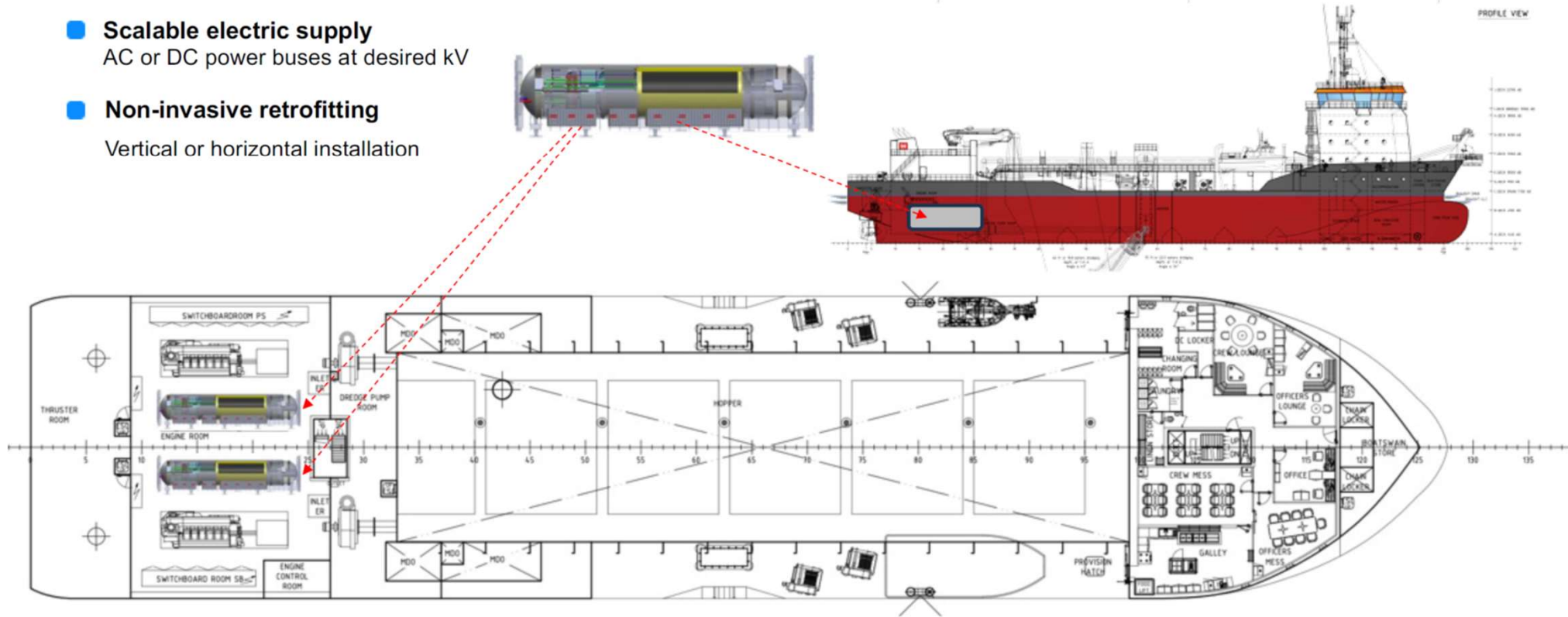
5MWe HolosGen

Retrofitting and ex-novo applications

Watercrafts installations

HolosGen

- **Scalable electric supply**
AC or DC power buses at desired kV
- **Non-invasive retrofitting**
Vertical or horizontal installation



- **Redundant Power Supply**
Multiple Units to maximize fuel utilization

Acceleration & Orientation Immune

2025 © HolosGen LLC. All rights reserved.



Modellazione computazionale ad elevate prestazioni ed affidabilità (Digital Twin) per la simulazione «real time» di impianti complessi per:

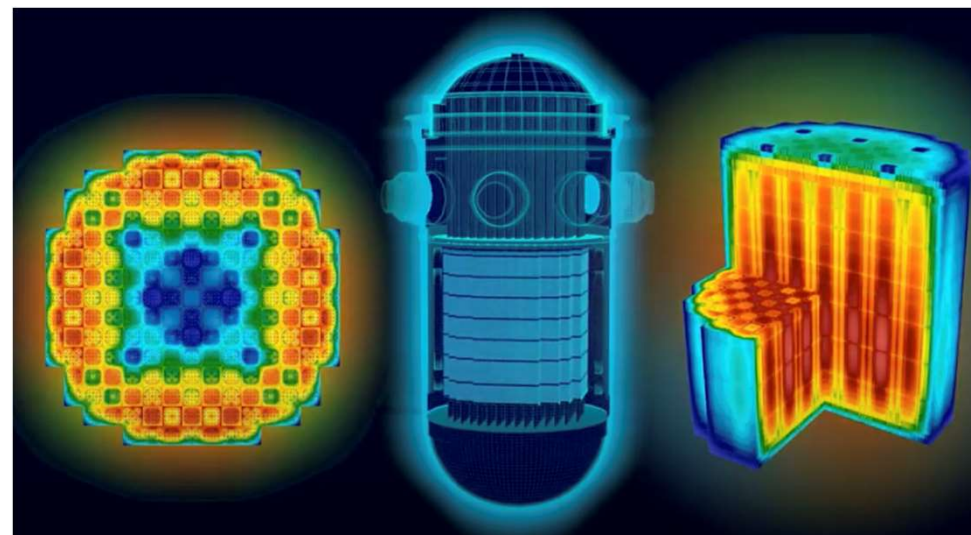
- ottimizzarne le performance
- a fini di sicurezza.

Impianti nucleari a fissione (BWR, PWR, SMR)

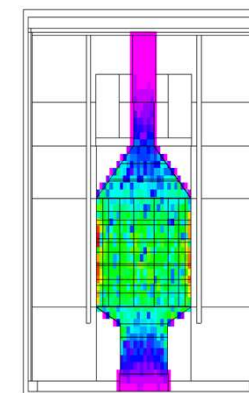
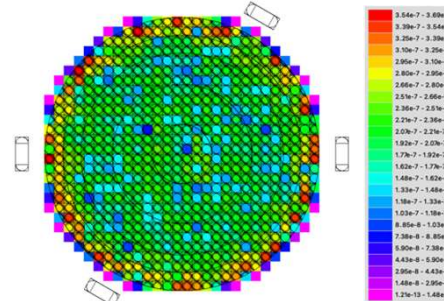
Blu: refrigerante FLiBe
Rosso: pebble fuel
Nero: pebble del moderatore



SCALE v6.3
Visualizzazione 3D del reattore prototipo "Hermes" di Kairos, che sarà costruito a Oak Ridge, TN, creata dal team SCALE per supportare la revisione del permesso di costruzione da parte della NRC.



Ratei di fissione
(sez. trasversale)



Ratei di fissione
(long.)



LA FUSIONE NUCLEARE

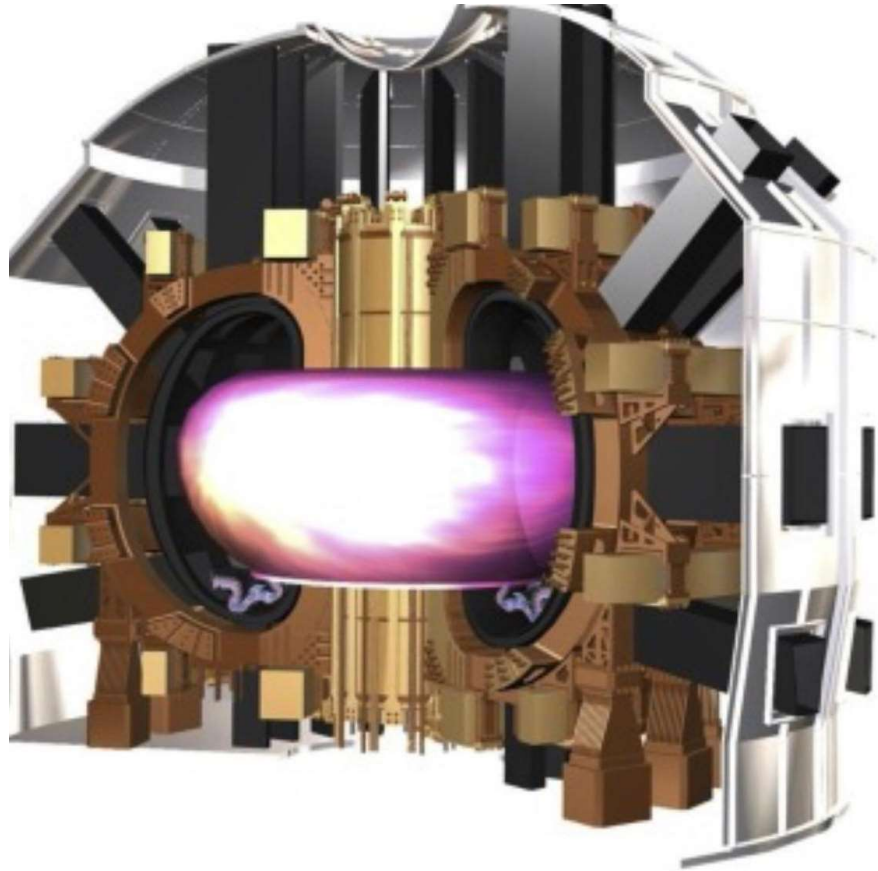
Nel 1932 è stata prodotta per la prima volta in laboratorio da **Mark Oliphant**

La fusione nucleare è stata studiata per la creazione di un ordigno nucleare negli anni successivi fino agli anni 50, con la creazione della **bomba H avvenuta nel 1951**.

Mark Oliphant
Un fisico australiano

(Adelaide, 8 ottobre 1901
Canberra, 14 luglio 2000)





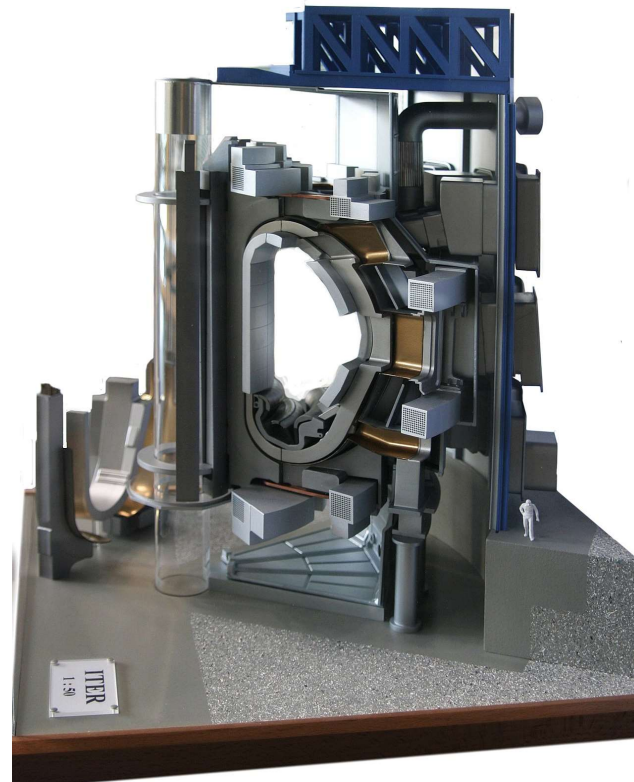
DTT - Divertor Tokamak Test

Fusione Nucleare

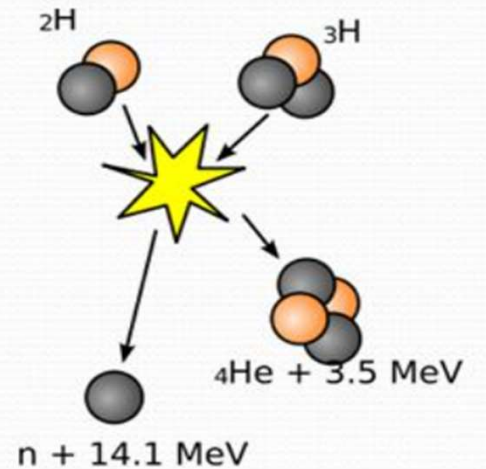
CONFINAMENTO MAGNETICO

Progetto ITER

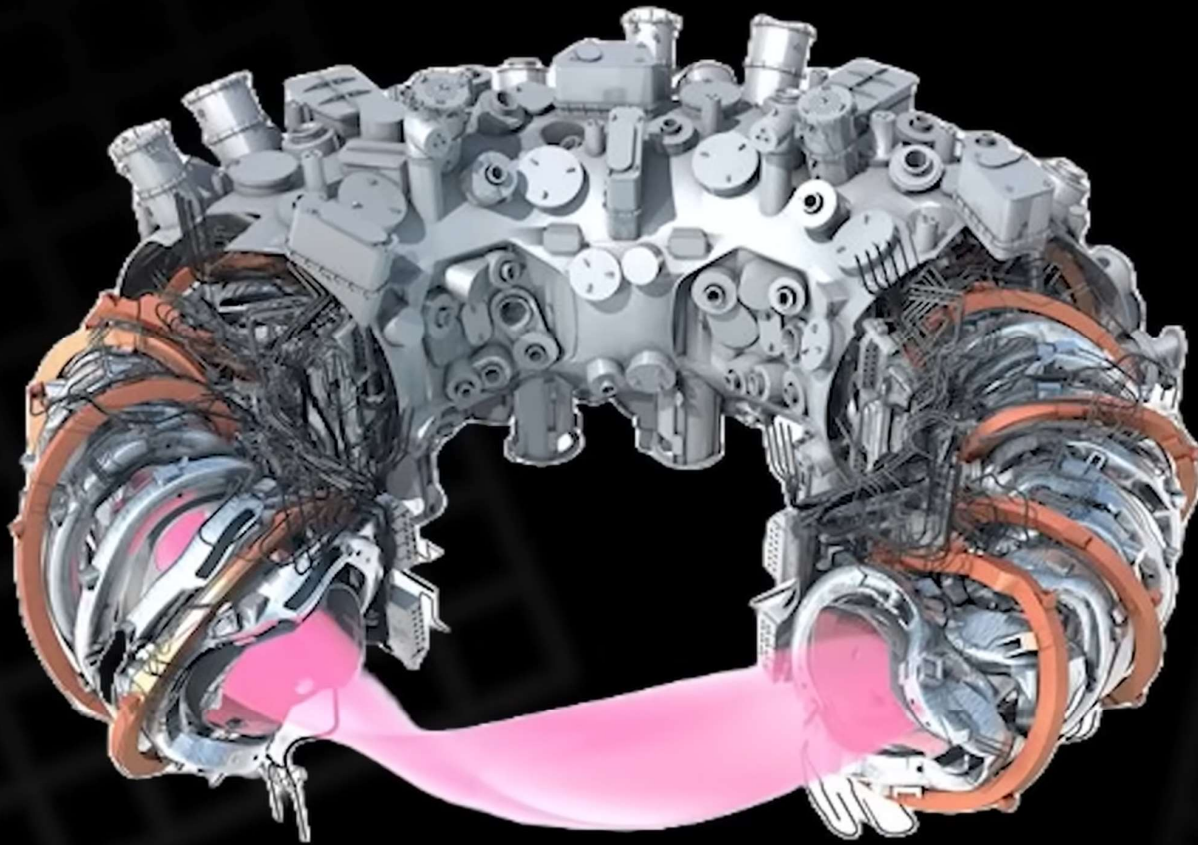
Francia



Fusione



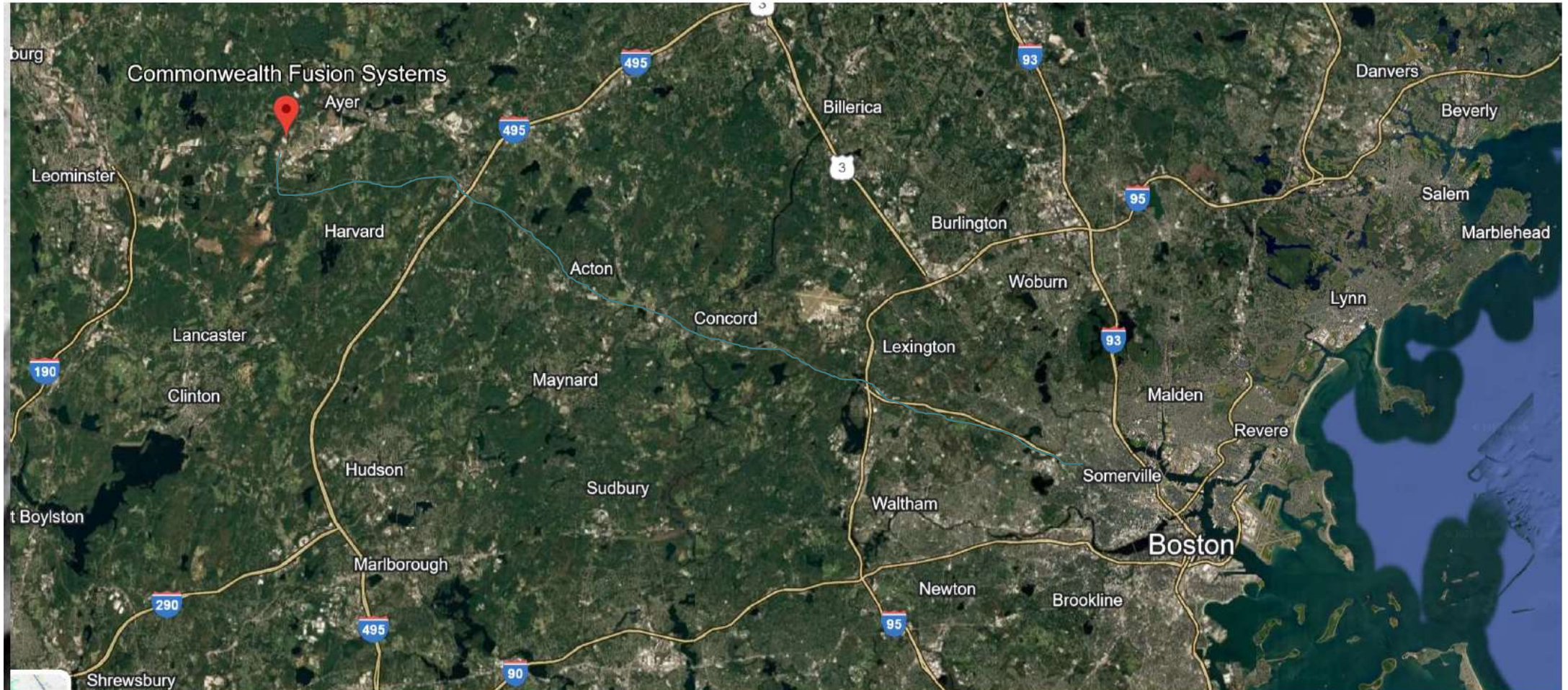
GERMANIA : STELLARETOR (Greifswald a nord di Berlino) 2023: 8 minuti



WENDELSTEIN 7-X



DEVENS - Commonwealth Fusion System





Commonwealth Fusion System CFS promosso da ENI nella città di Devens nel Massachusetts : progetto SPARC

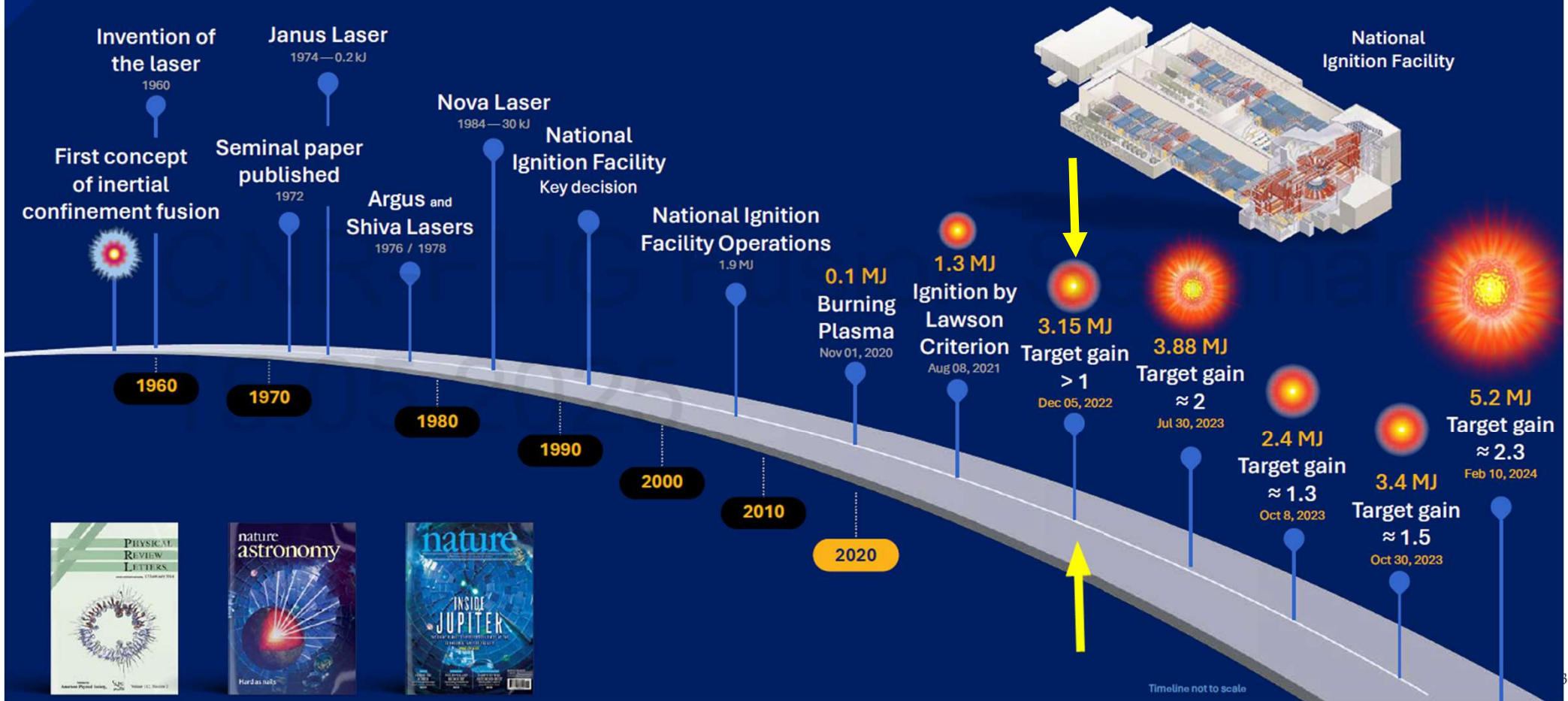


CFS di Eni reattore per la fusione nucleare in fase di Montaggio: On nel 2026 10 grammi di Idrogeno

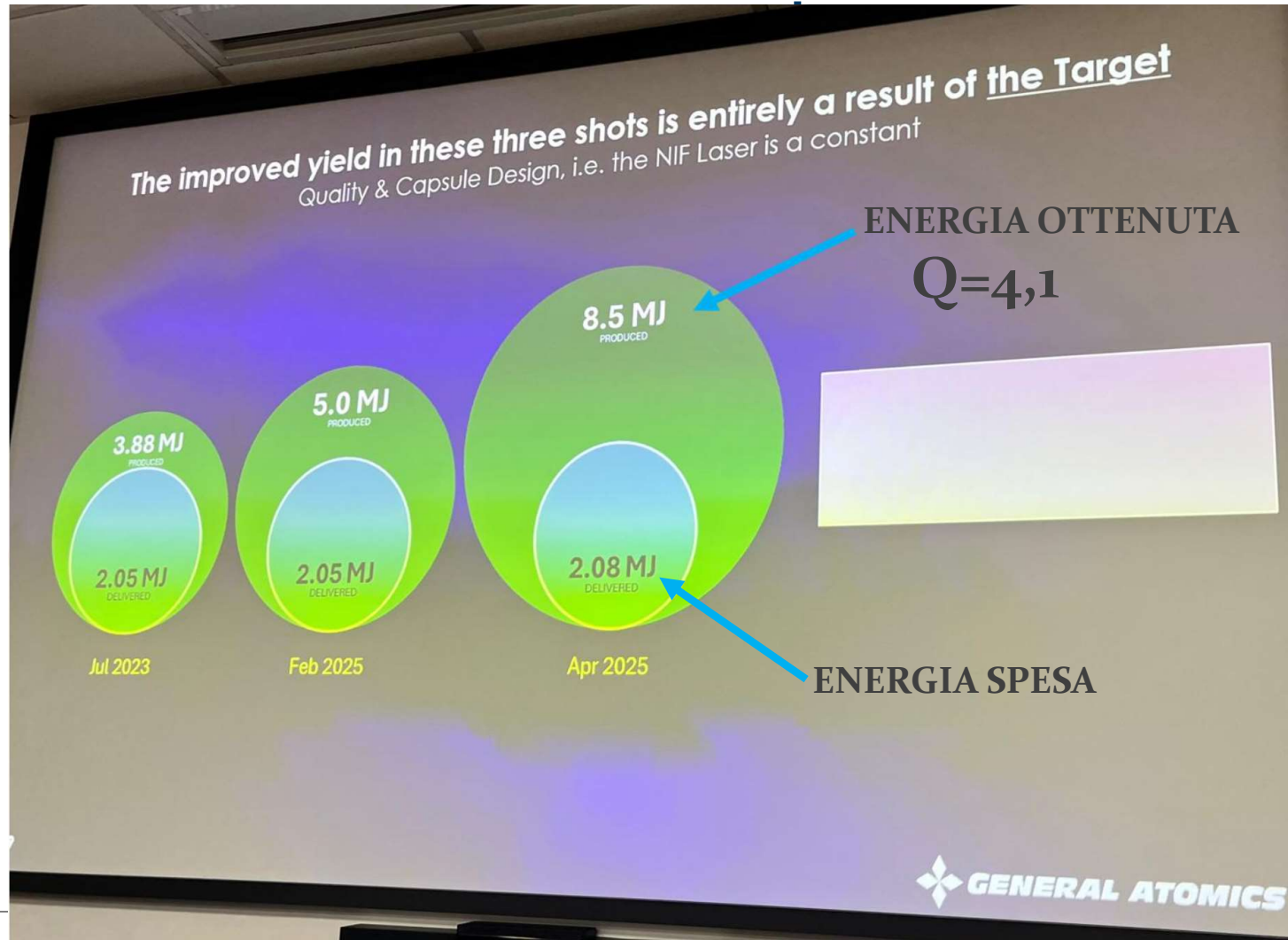




Fusion ignition has been a **sixty-year** journey



DEPARTMENT OF ENERGY – LIVERMORE LAB. NIF (San Francisco)



Key technologies: Laser + Target innovations

High efficiency CBC laser
High energy, modular pulsed source
Reliable, uniform beam

Optical enhancement cavity (OEC)
>10,000X laser pulse energy stacking, 1-10 Hz
Cost effective, broad bandwidth in aggregate



LIGO in Hanford, WA

High gain target with reduced neutrons
Proprietary fuel design enables reduced cost reactor design

Direct drive, fast or shock ignition
Efficient (no hohlraum) high density fuel compression & heating

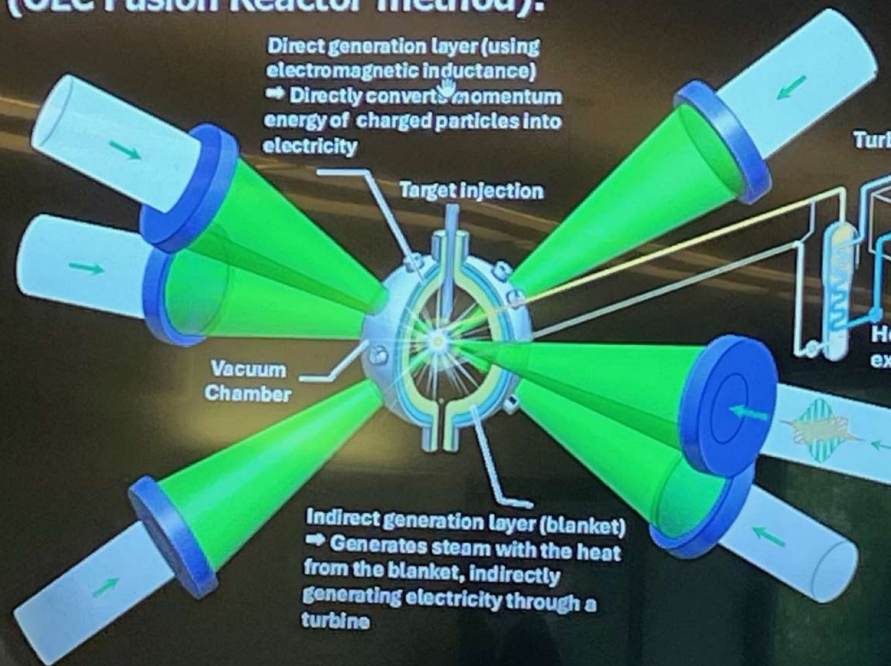
Efficient energy conversion
High efficiency hybrid conversion via thermal & charged particles

Blue Laser Fusion design choices to address performance & cost requirements of commercial fusion.



(OEC Fusion Reactor method).

Direct generation layer (using electromagnetic inductance)
⇒ Directly converts momentum energy of charged particles into electricity



Indirect generation layer (blanket)
⇒ Generates steam with the heat from the blanket, indirectly generating electricity through a turbine

11/4/2024

(c) 2024 Blue Laser Fusion Inc.

Development and Construction Roadmap

Phase 1: 2024-2025
OEC & Novel target
Proof-of-concept

- BLF begins designing and testing ICF reactor configured with a proprietary and novel high-power pulse stacking OEC laser.
- BLF's novel high gain target tested.
- BLF performs study on facilities, technology, equipment, people, legal & regulatory.

Phase 2: 2026-2027
Construct Reactor

- BLF begins construction of the ICF plant including:
 - Proprietary and novel high-power pulse stacking OEC lasers
 - Novel, high gain solid fuel target
 - Fusion reactor
 - Target delivery system & Building

Phase 3: 2028-2030
Demonstrate ignition

- BLF shall start operating and optimizing of the ICF reactor and the power generation system.
- BLF shall demonstrate a prototype power generation system with an electric power of 100M around 2030.

3 Phase roadmap culminates in 1GW fusion pilot plant in 2030.



4 Novembre 2024 RSE-BLF

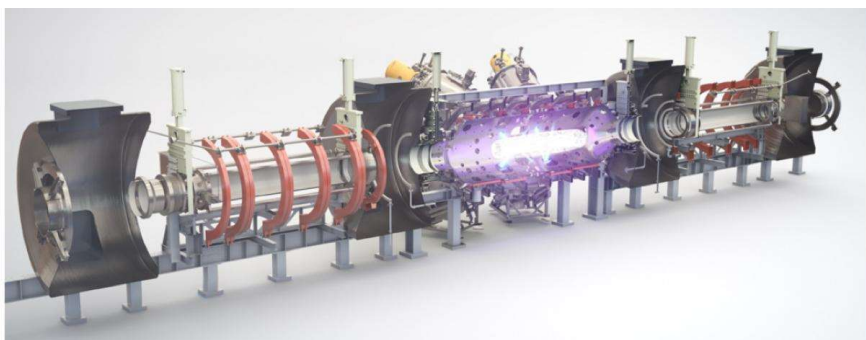
Roma, Cotana-Nakamura

6 Novembre 2024 WFEF

Roma G7, Meloni, Pichetto-Grossi

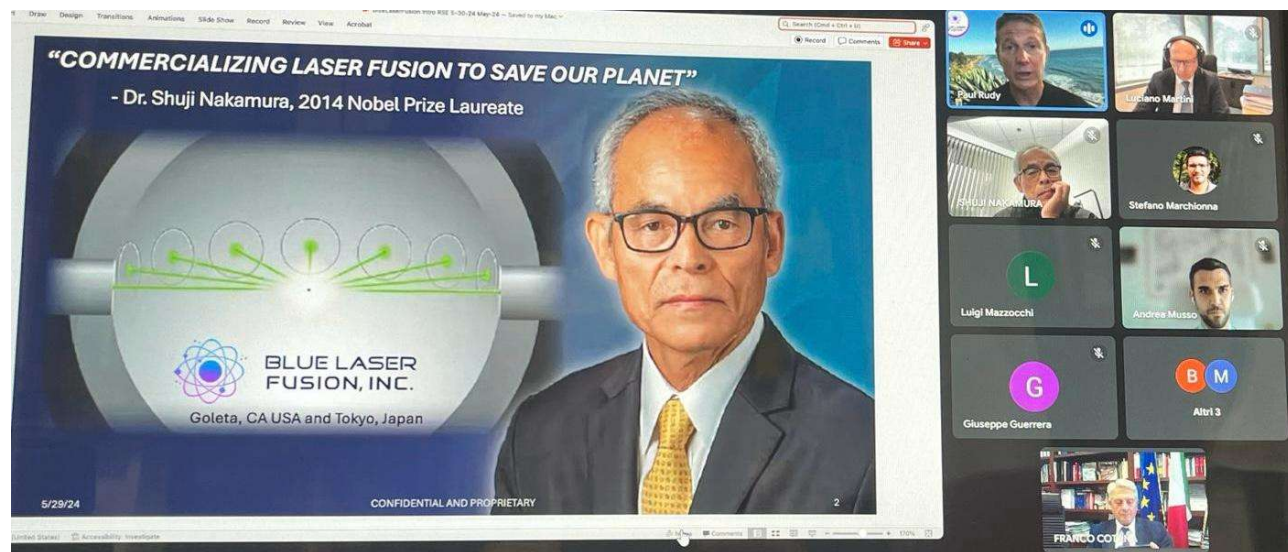
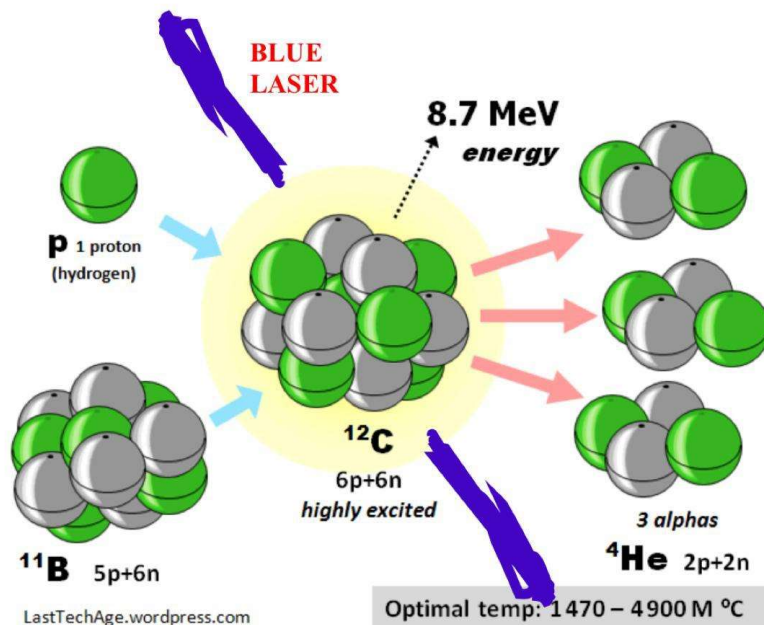
RSE Ricerca sul Sistema Energetico - RSE S.p.A.
Via R. Rubattino 54 - 20134 Milano |





Fusione Nucleare a Confinamento Inerziale: Protone Boro11 test facility da realizzare in Italia

Fusione Nucleare a **CONFINAMENTO INERZIALE** - aneutronica - IDROGENO – Protone/Boro11 (isotopi di Idrogeno)





Realizzare attività di ricerca e sviluppo tecnologico per IFE.

Attività di ricerca:

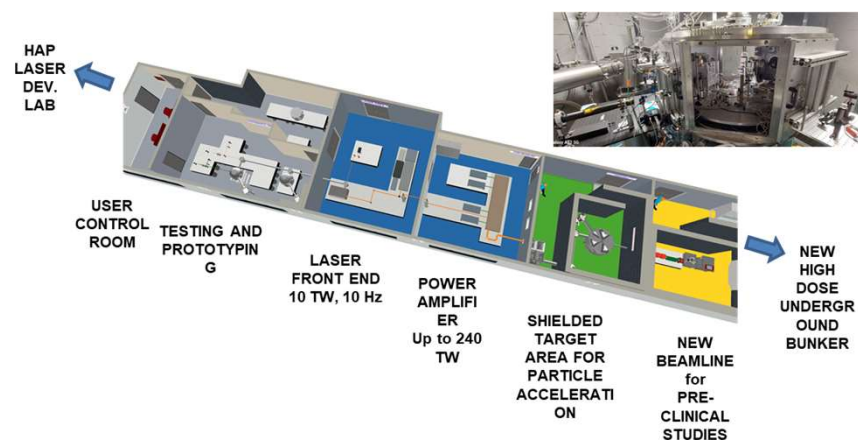
- Simulazioni avanzate
- Generazione particelle ad alta energia
- Sviluppo sistemi misura e diagnostica plasmi laser
- AI in facility lasers ad alta ripetizione

ILIL

Intense Laser Irradiation Laboratory (240 TW, Ti:Sa, up to 5 Hz, 27 fs)

I-PHOQS

Integrated Infrastructure Initiative in Photonic and Quantum Sciences



26 Marzo 2025 RSE-CNR

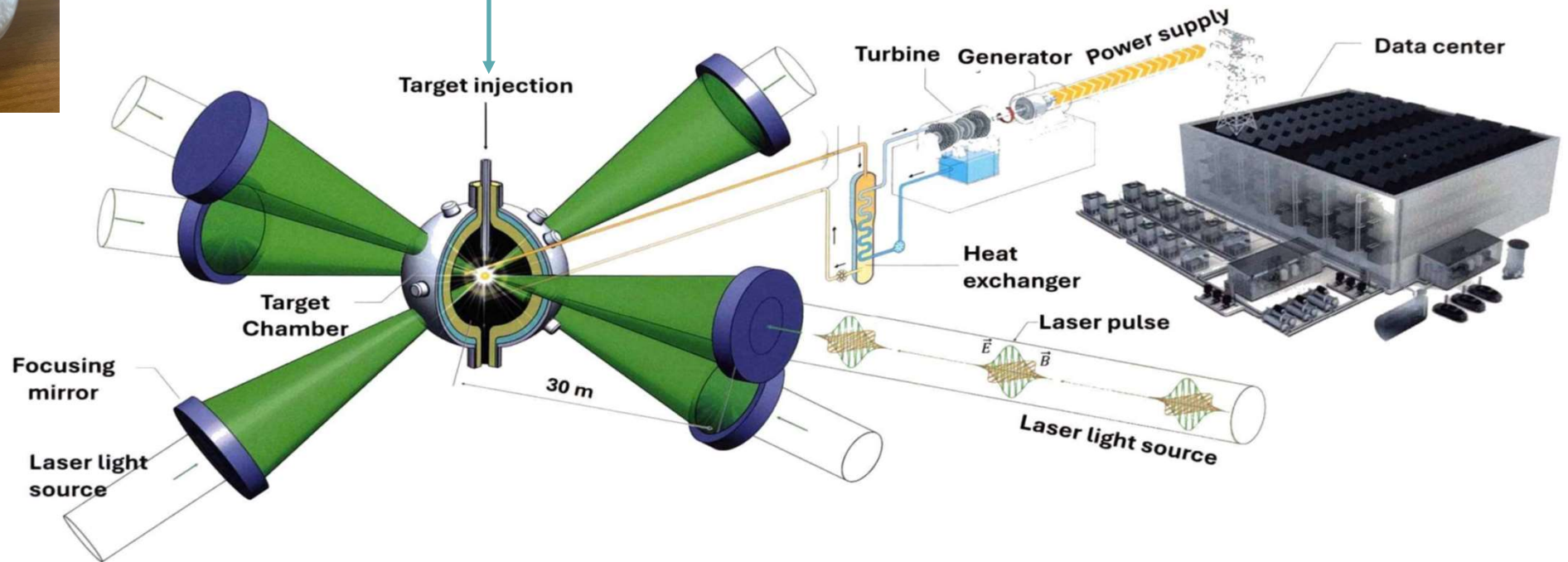
Roma, Cotana - De Natale



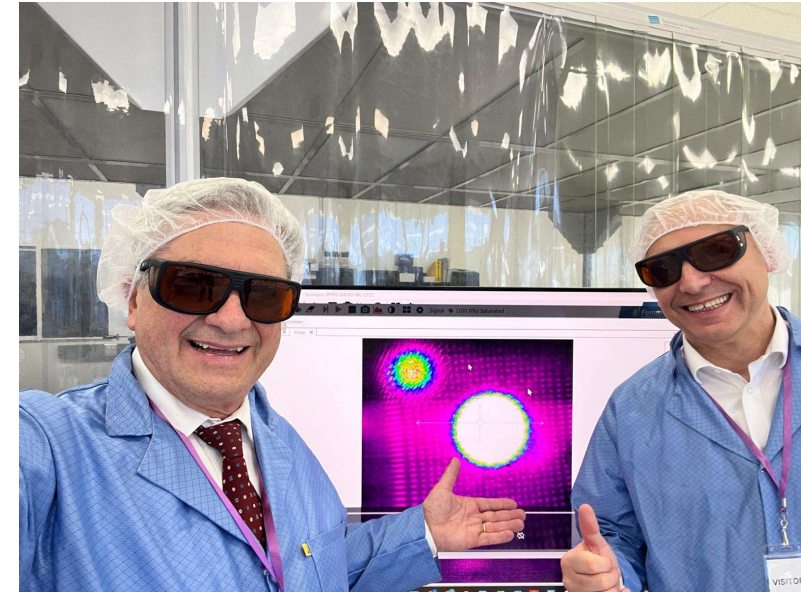


BLF's Laser Fusion Reactor

Innovative Optical Enhancement Cavity Laser



Up to 500 pairs of Compression OEC Lasers MJ class laser

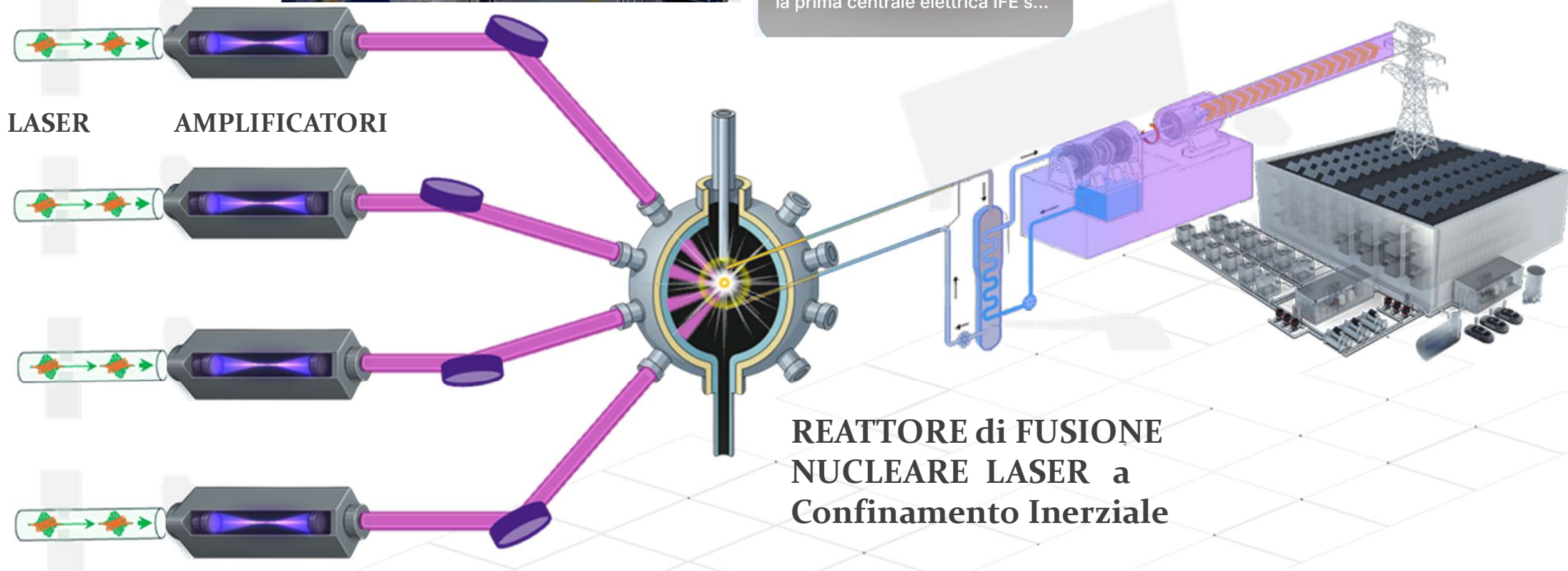


Fascio laser di Nakamura
amplificato di 100.000 volte:
1 KW potenza amplificata 100 MW



Blue Laser Fusion BLF e Ricerca sul Sistema Energetico

RSE e BLF hanno firmato un accordo di ricerca congiunta per la prima centrale elettrica IFE s...





Prototipo reattore a fusione nucleare a confinamento inerziale

Ideazione e progettazione RSE



RSE – Collaborazioni e Formazione



Verso un coordinamento nazionale sulla Fusione Inerziale



MINISTERI



CENTRI E ISTITUTI DI RICERCA



IMPORTANTI ATTORI INDUSTRIALI

(esempi)



UNIVERSITA'*



*Varie Università con forti competenze sulla fusione nucleare



Grazie!

franco.cotana@rse-web.it



www.rse-web.it



[@Ricerca sul Sistema Energetico - RSE SpA](#)



[@RSEnergetico](#)



[RSE SpA - Ricerca sul Sistema Energetico](#)

