



Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

ROMA

SEMINARIO WEBINAR

L'Intelligenza Artificiale per il Nucleare Il Nucleare per l'Intelligenza Artificiale

Un cammino comune verso il futuro

22 GENNAIO 2026

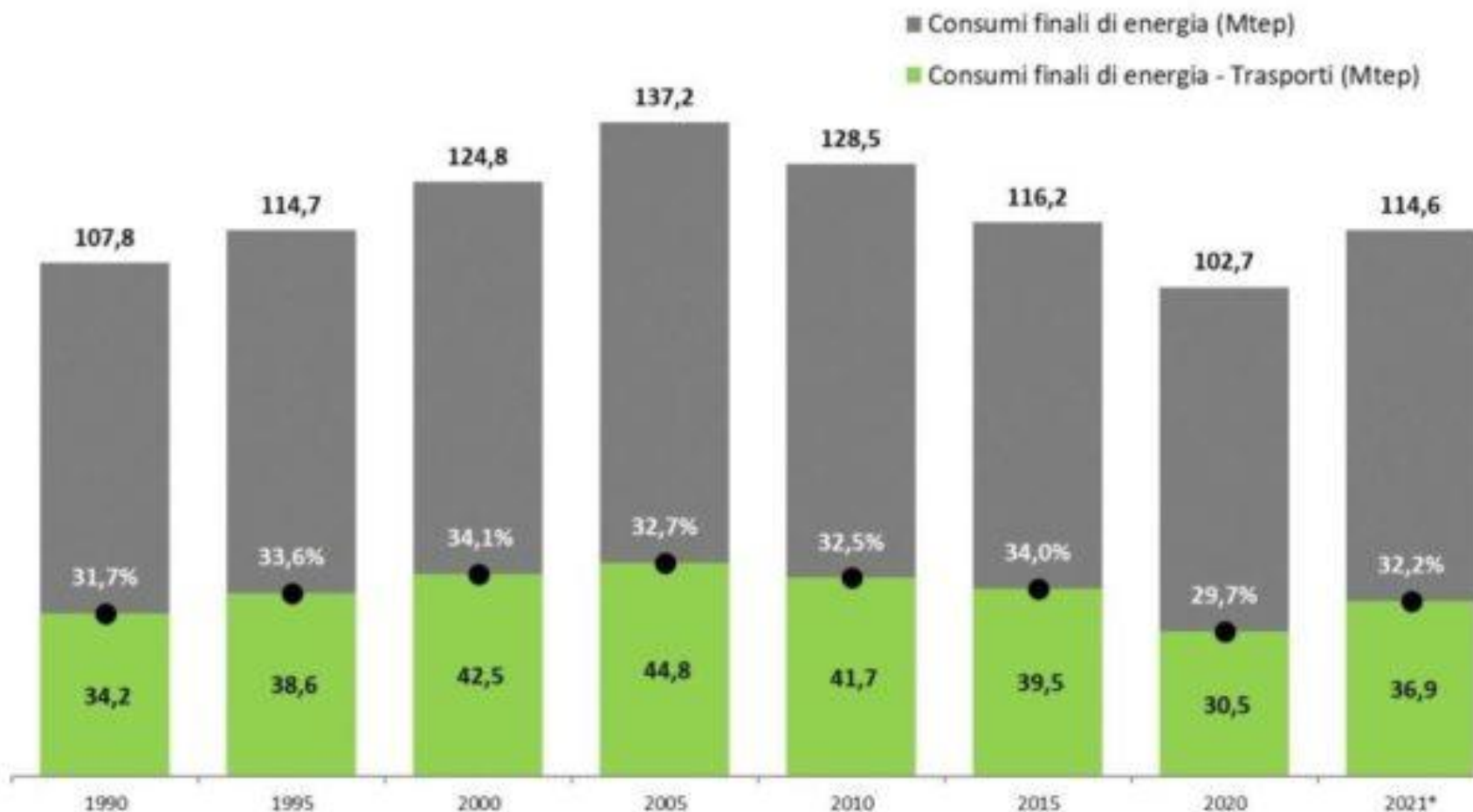
**Situazione energetica attuale e
fabbisogno energetico dei Data Center
L'energia nucleare come possibile supporto**

Ing. Massimo Sepielli

Area Nucleare – Commissione Ricerca e Reattori innovativi

CONSUMI ENERGIA PRIMARIA ITALIA

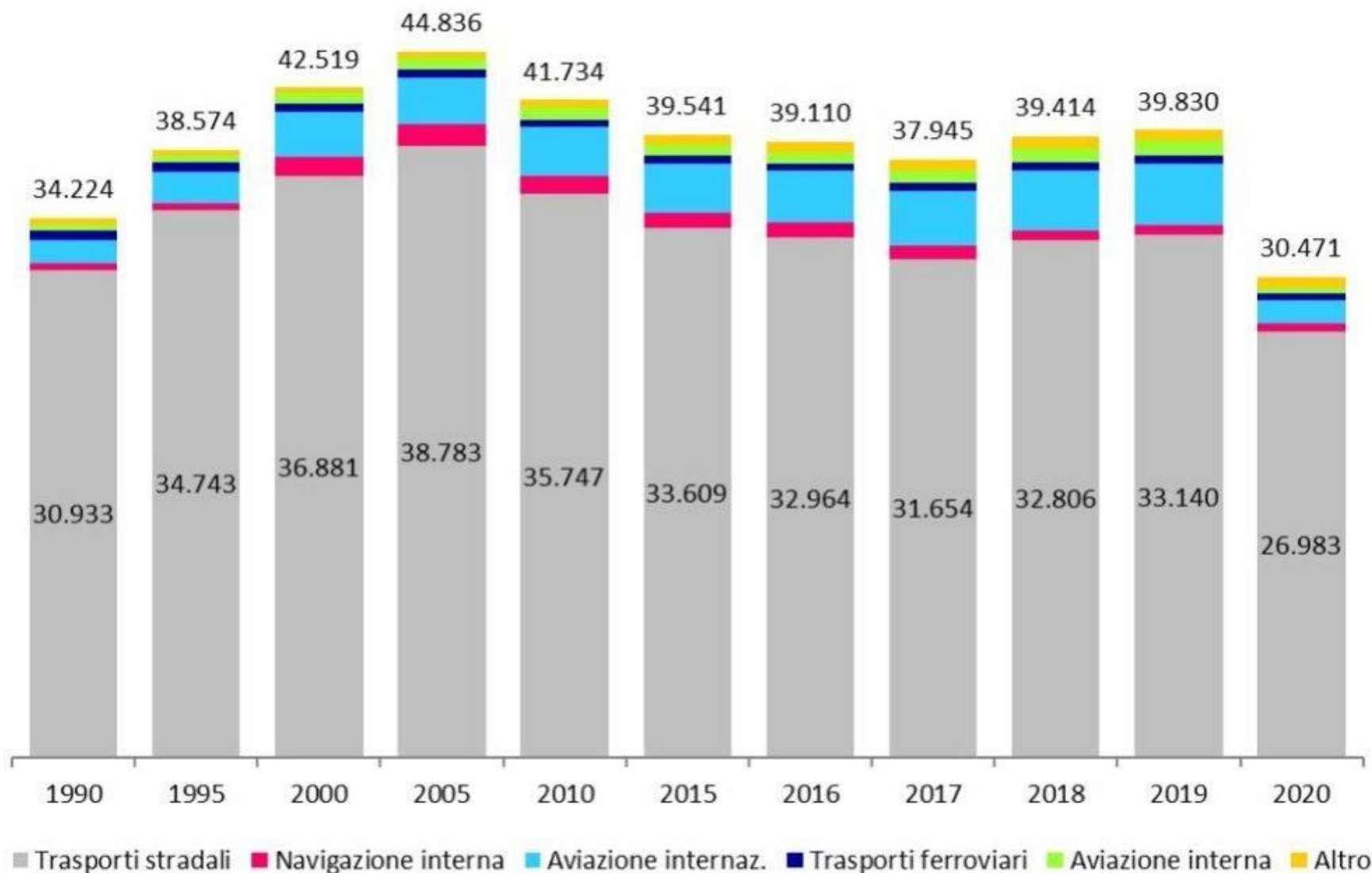
Consumi finali di energia e quota coperta dal settore Trasporti in Italia (Mtep)



Fonte: elaborazioni GSE su dati Eurostat

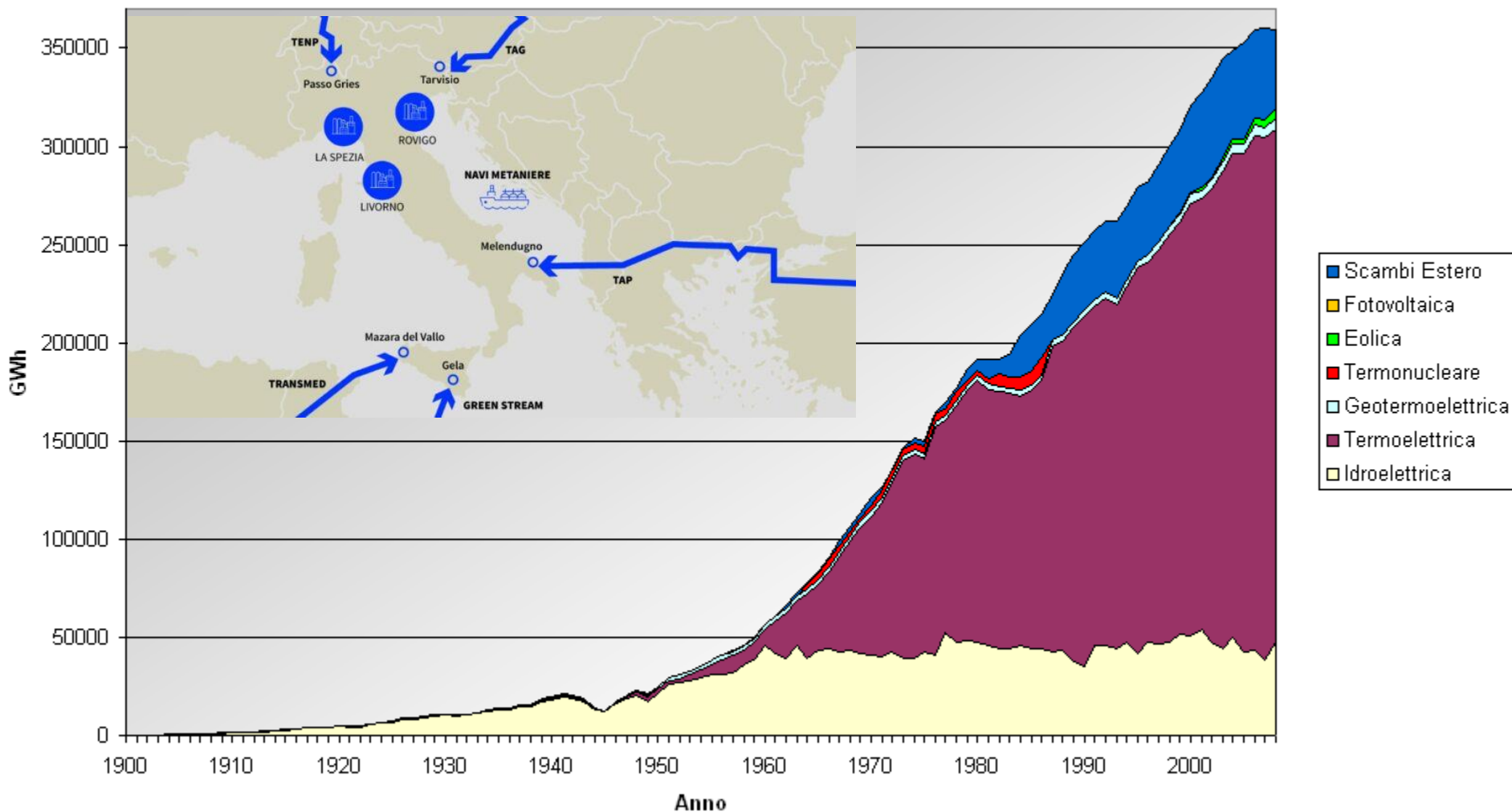
CONSUMO ENERGIA PRIMARIA TRASPORTI

Consumi finali di energia nel settore Trasporti in Italia per modalità. Anni 1990-2020 (ktep)



Mix energetico in Italia

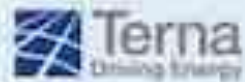
Riepilogo Storico della Produzione di Energia in Italia



CONSUMO ELETTRICO 2024

Consumi di energia elettrica in Italia

Dicembre 2024



25,7 mld
kWh

Dicembre 2024

+2,8%

SU DICEMBRE 2023

+2,2%

70 OREGGIO
SU DICEMBRE 2023

312,2 mld
kWh

Gennaio-
Dicembre 2024

Consumi
industriali*

-6,5%

SU DICEMBRE 2023

*Indice IMCEI

83%

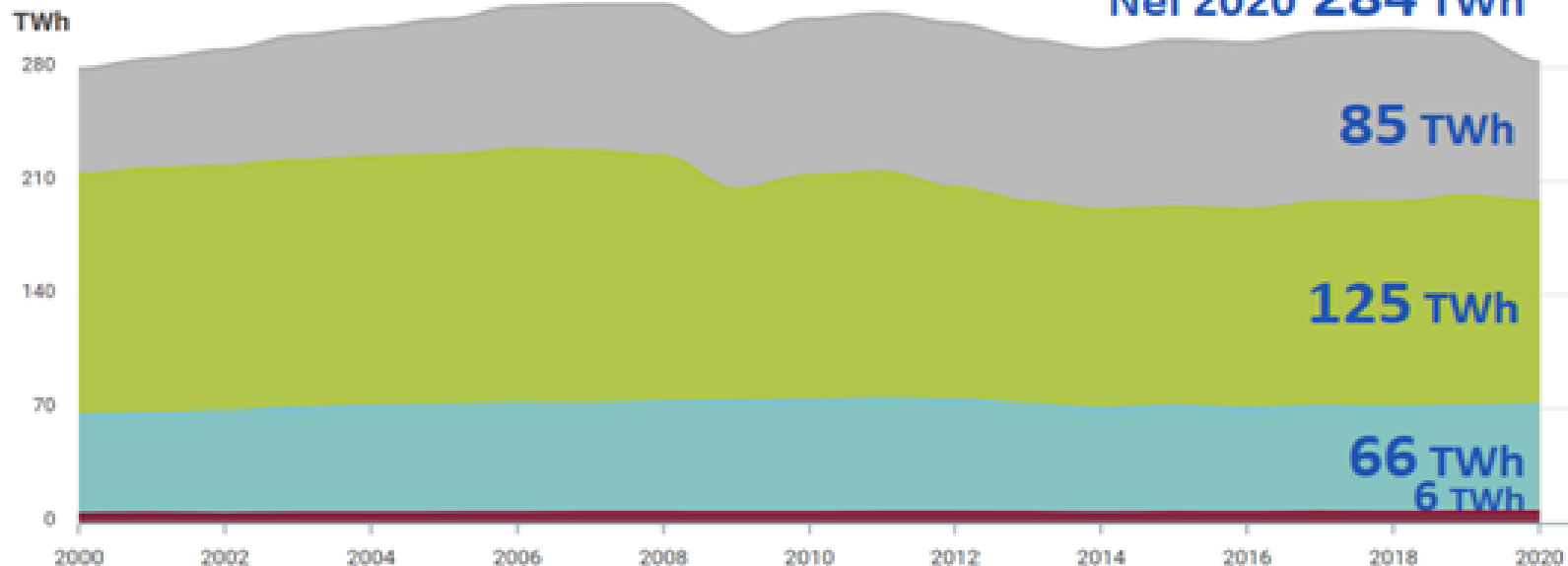
Produzione
nazionale

17%

Energia
scambiata
con l'estero

Consumi di Energia Elettrica per Settore

Nel 2020 284 TWh



Fonte: Terna

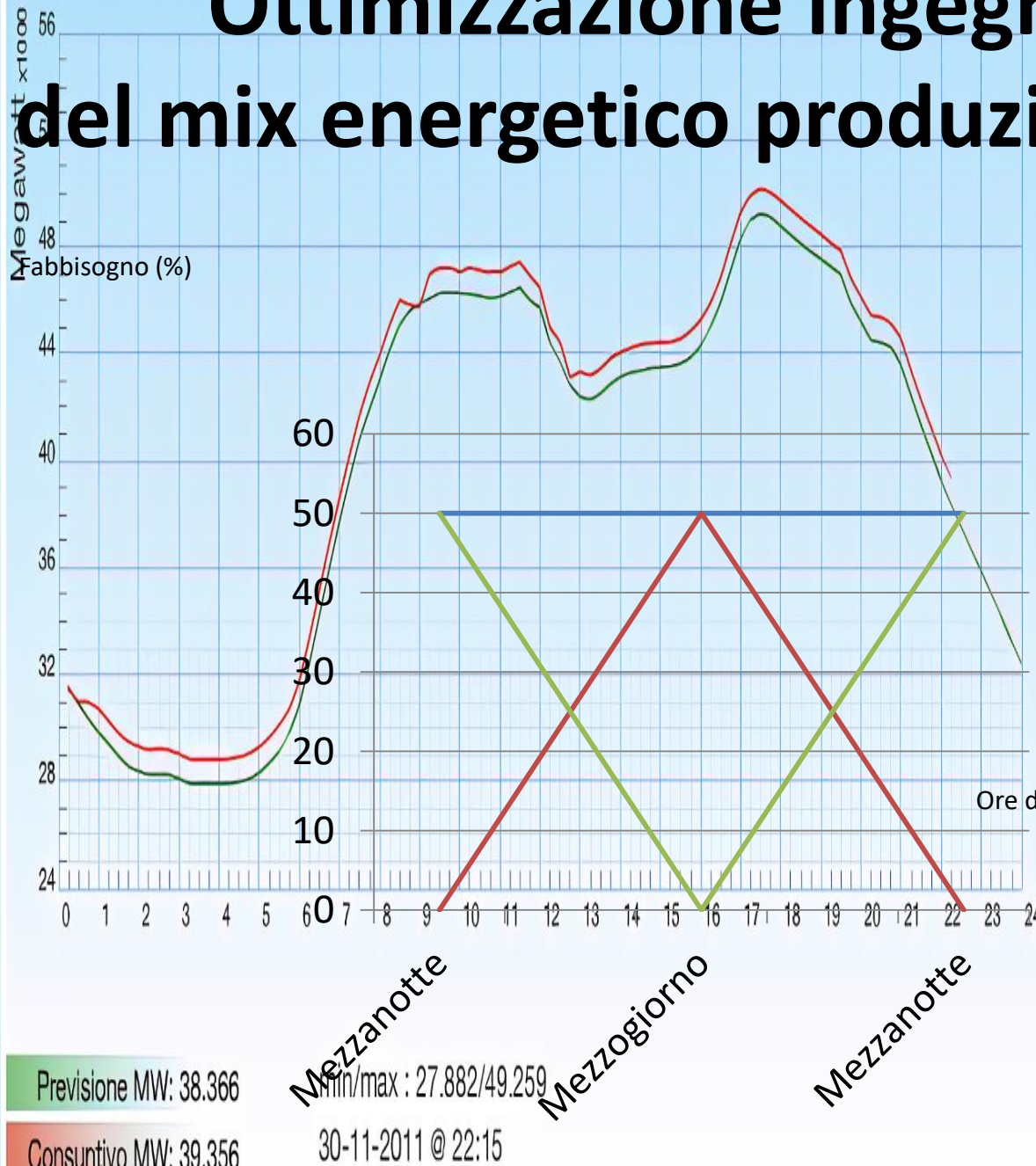
● Agricoltura

● Domestico

● Industria

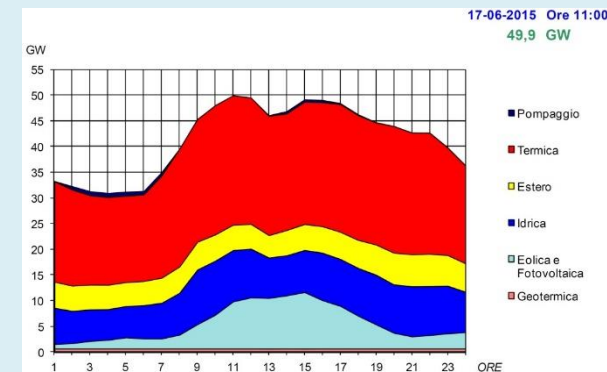
● Servizi*

Ottimizzazione ingegneristica del mix energetico produzione elettrica



$$\begin{aligned} \text{Min } F(t) &= \sum_i (P(F_i) \times C_i) \\ \sum P(F_i) &= P(t) \\ P(F_i) &\leq P_{\max}(F_i) \end{aligned}$$

— Nucleare e idro
— FER
— Fossile



Energia nucleare e Data Center (AI)

Elementi di contesto e iniziative



Consumi elettrici concentrati e necessità di refrigerazione spinta per Data Center AI



Necessità di sostenibilità, continuità e stabilità/affidabilità della produzione energetica (termica ed elettrica)



Utilizzo rete elettrica nazionale capiente, affidabile, sostenibile (con componente nucleare da reattori large scale – taglia 1000 MWe)



Utilizzo di reattori nucleari dedicati ai DC – AI (SMR – taglie fino a 300 MWe)



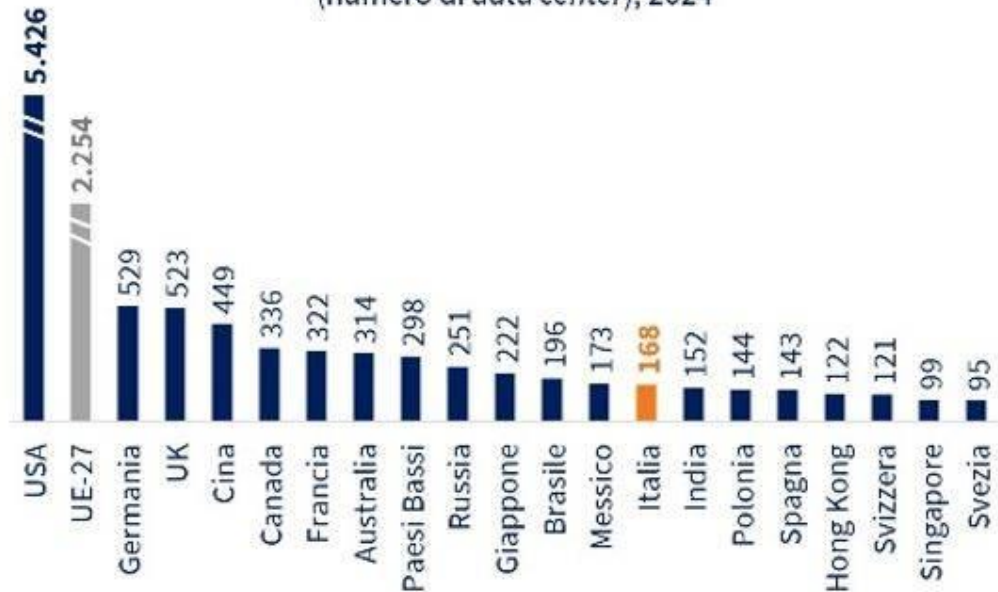
Accordi e progetti industriali delle Big Tech e nel mondo per AI e supercomputing

Nel 2024 a livello globale si contano oltre 10 mila *data center* di cui oltre 5 mila negli Stati Uniti e oltre 2 mila in Unione Europea

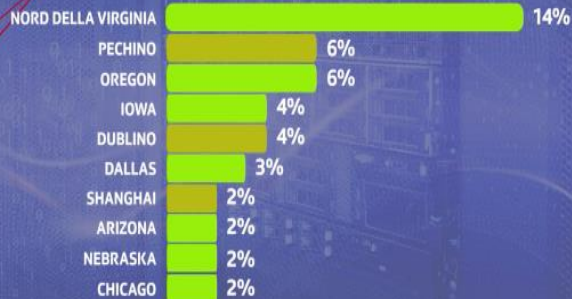
A livello globale nel 2024
esistono
10.332 data center
localizzati in **168 Paesi**

Con **2.254 data center** l'UE
si afferma come **2ª potenza**
a livello globale per
numerosità di *data center*,
dopo gli Stati Uniti

Primi 20 Paesi per numero di *data center* e UE-27
(numero di *data center*), 2024



DOVE HANNO SEDE I DATA CENTER NEL MONDO



Fonte: Synergy Research Group

DATA CENTER NEGLI STATI UNITI

DATA CENTER
ESISTENTI

4'165



DATA CENTER IA
ESISTENTI

1'121



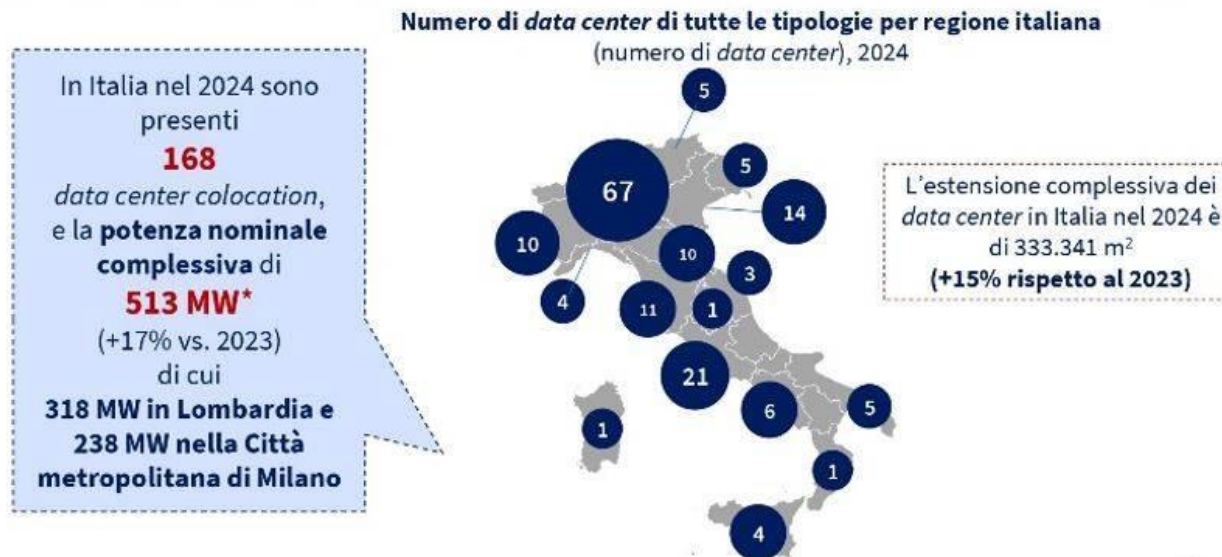
DATA CENTER IA
IN COSTRUZIONE

385

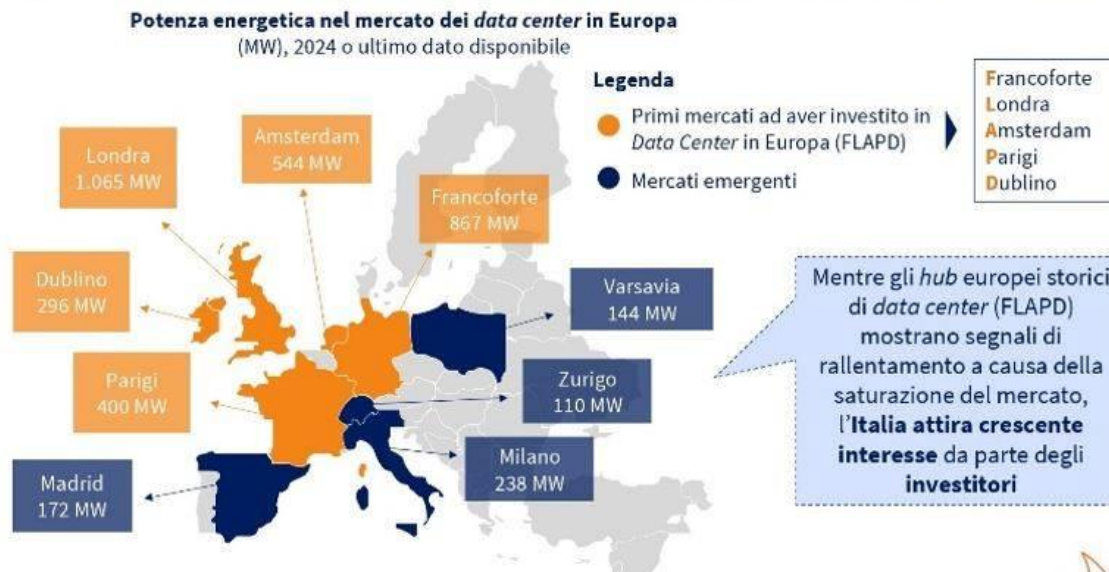


Fonte: Statista/Research&Market

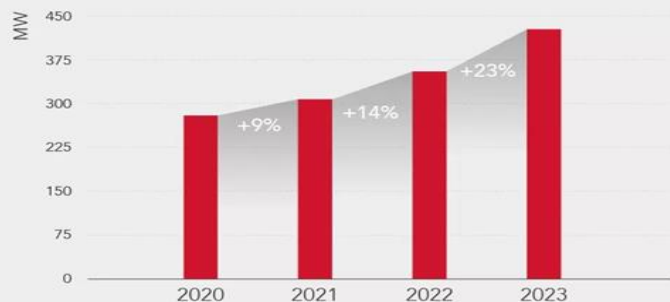
I 168 data center presenti in Italia hanno una potenza nominale complessiva di 513 MW, di cui oltre il 60% in Lombardia e oltre il 46% a Milano



Milano è tra i leader emergenti nel mercato dei data center europei con una potenza di 238 MW, 1,4 volte Madrid e oltre 2 volte Zurigo

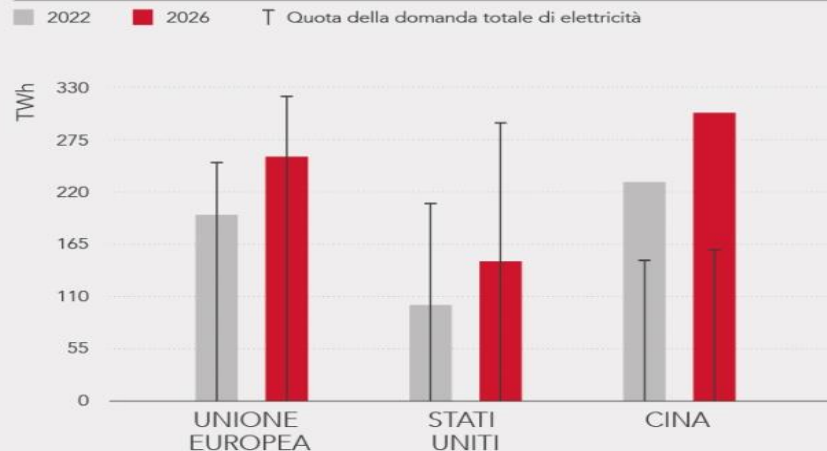


Crescita dei consumi energetici dei data center in Italia



Fonte: Politecnico di Milano, Department of Management Engineering

Consumo energetico stimato dei data center



Fonte: IEA, Data Centres and Data Transmission Network

Entro il 2035 si prevede che il consumo elettrico mondiale dei data center possa crescere fino a 4 volte rispetto ai livelli del 2024

Consumo mondiale di elettricità dei data center (TWh), 2020-2035



Al 2035 si prevede che il consumo globale di elettricità dei data center sarà fino a **4 volte superiore rispetto al 2024**, da 371 TWh (pari a circa l'1% del consumo globale totale) a circa 1.600 TWh, rappresentando circa il 4% del consumo elettrico globale complessivo

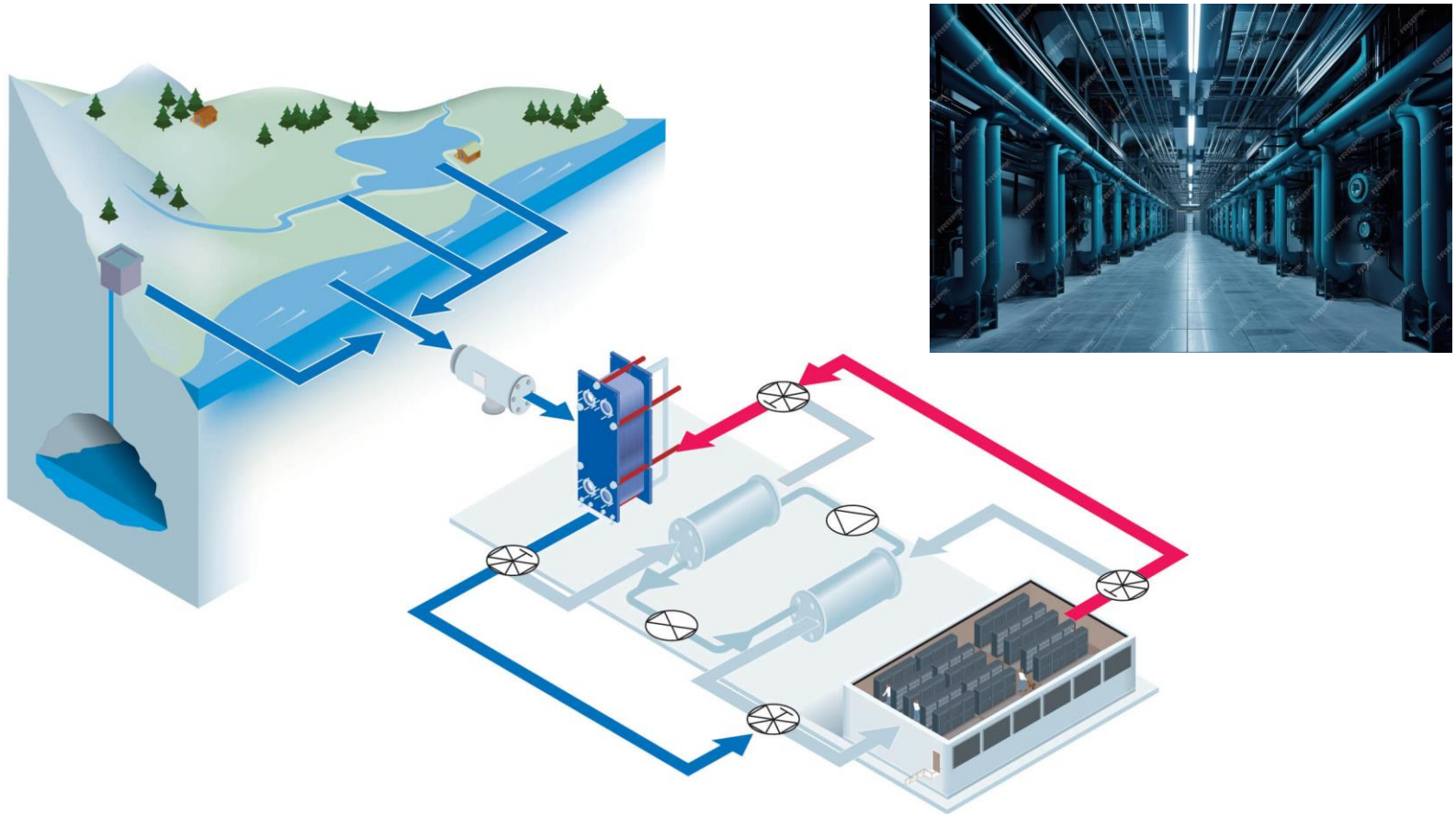
Se in l'Italia la Data Economy raggiungesse il peso su PIL registrato nei best performer europei, potrebbe valere circa 207 miliardi di euro al 2030



Nel 2024 l'Italia è il 4° Paese in UE-27+UK per valore della Data Economy, registrando un valore di 60,6 miliardi di euro, pari al 2,8% del PIL nazionale

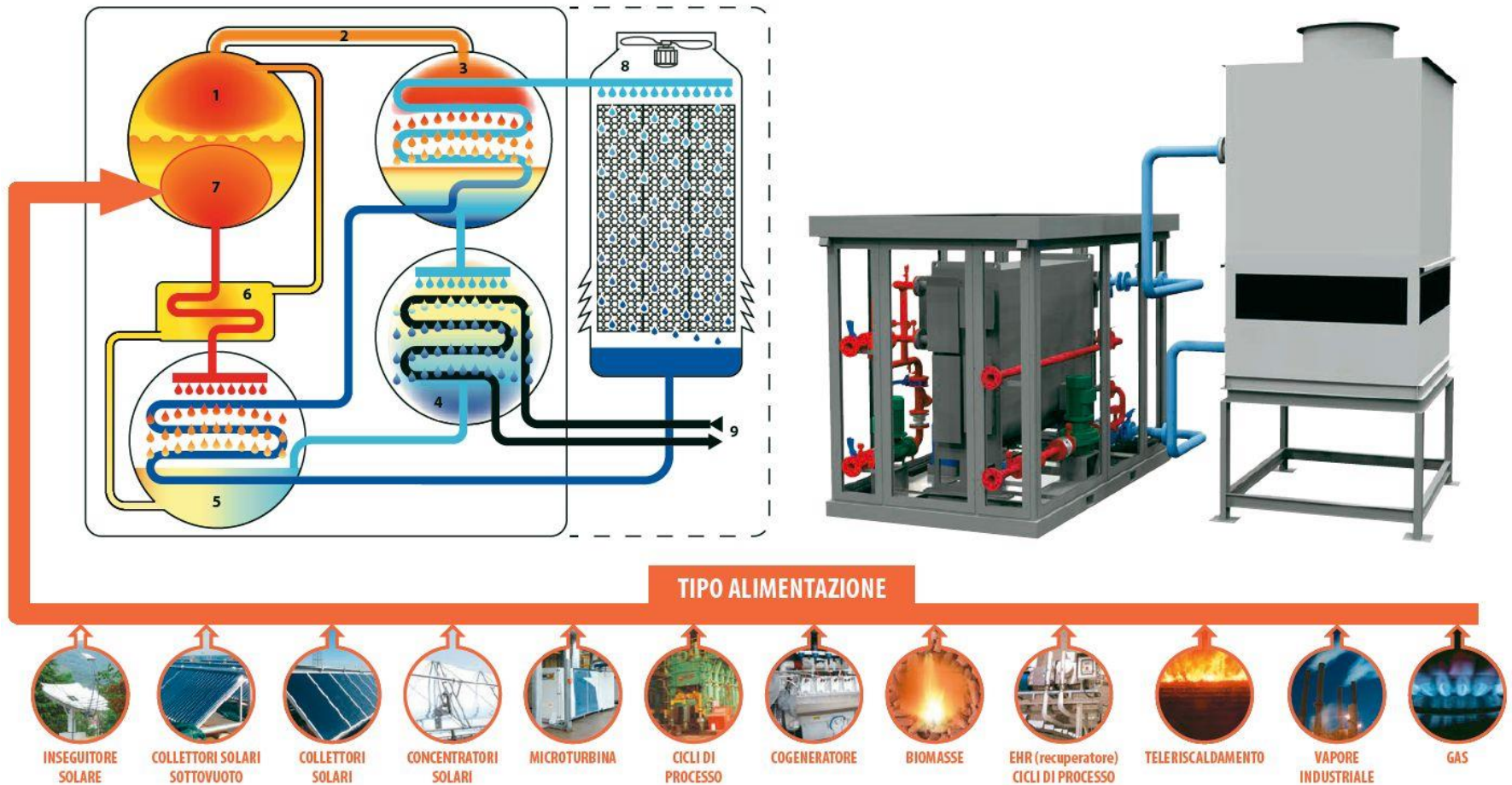
Raggiungendo l'incidenza della Data Economy sul PIL dei best performer europei**, 7,9%, il valore della Data Economy in Italia potrebbe raggiungere 206,7 miliardi di euro

Free cooling



Raffreddamento ad aria e basse potenze funzione T esterna

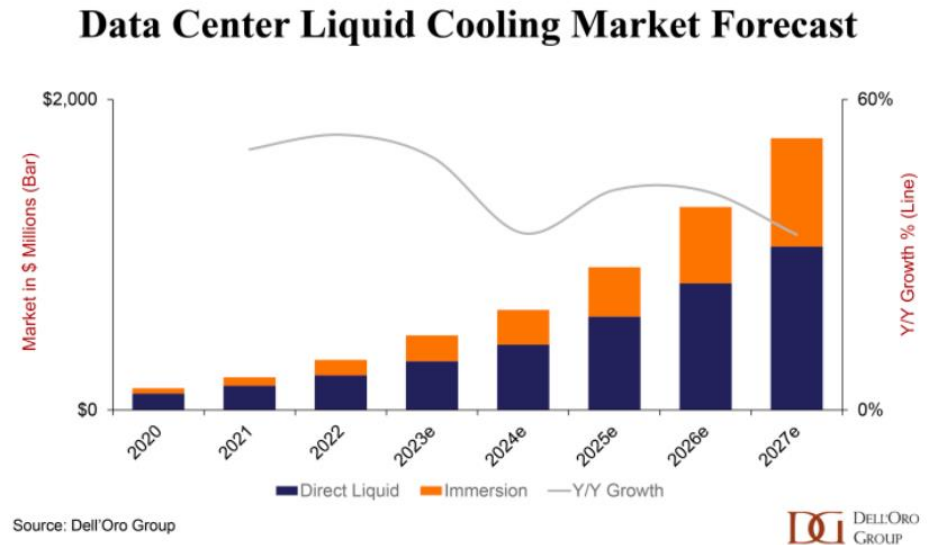
Macchine ad assorbimento



Aria/liquido e potenze limitate funzione DT



LIQUID COOLING (IMMERSION)

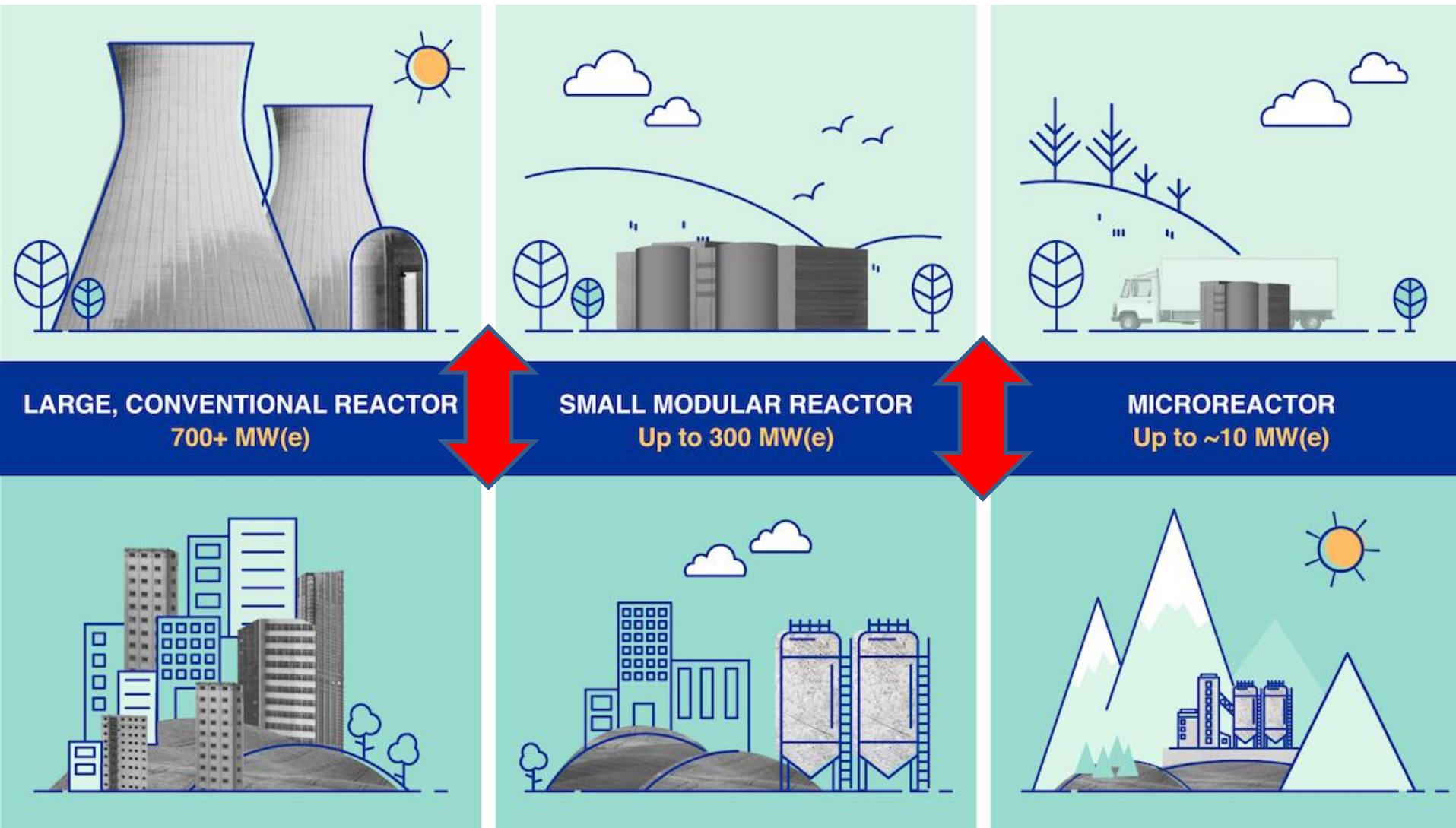


Ciclo frigorifero a compressione per immersion liquid cooling

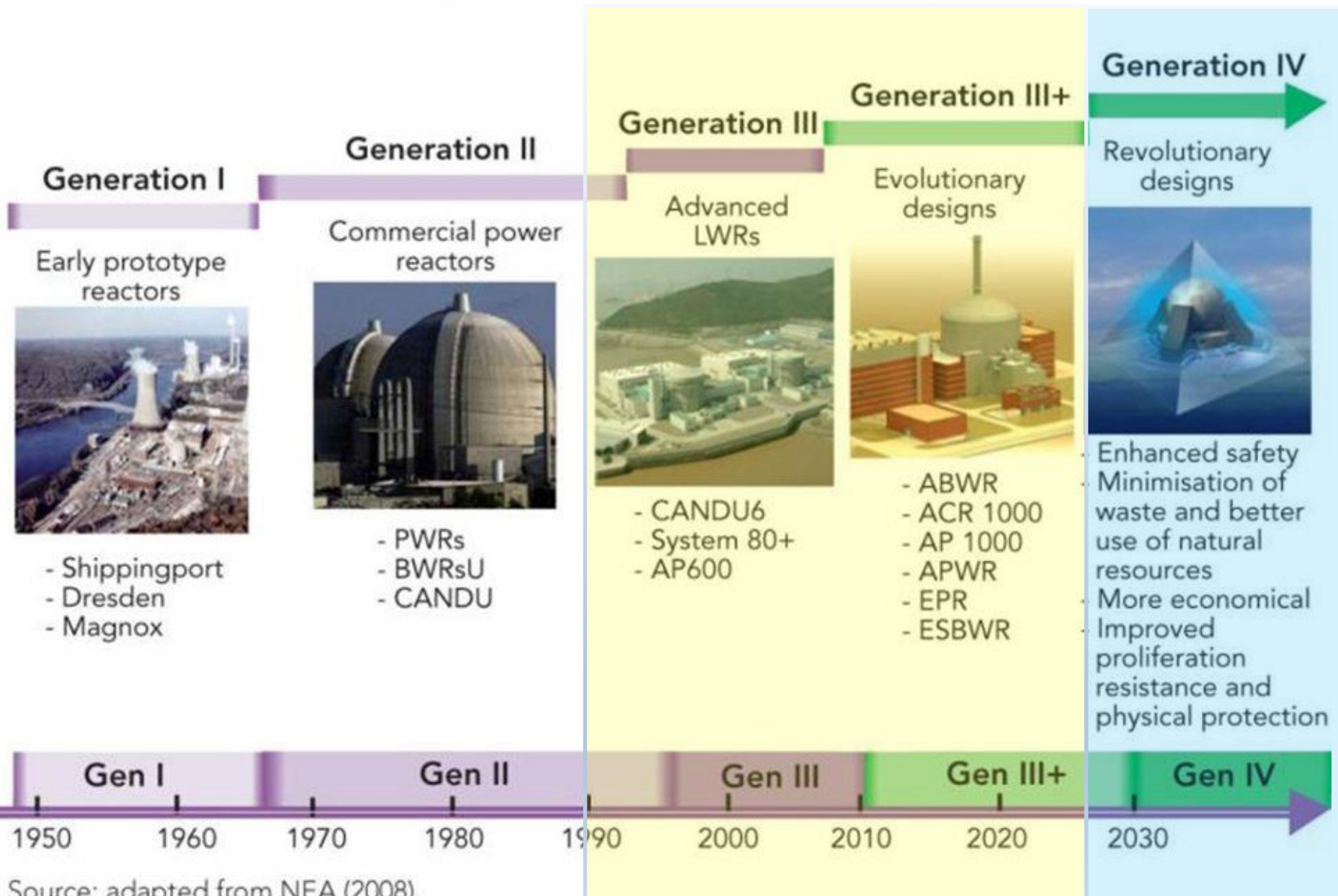
BIG-TECH SI FANNO I REATTORI NUCLEARI



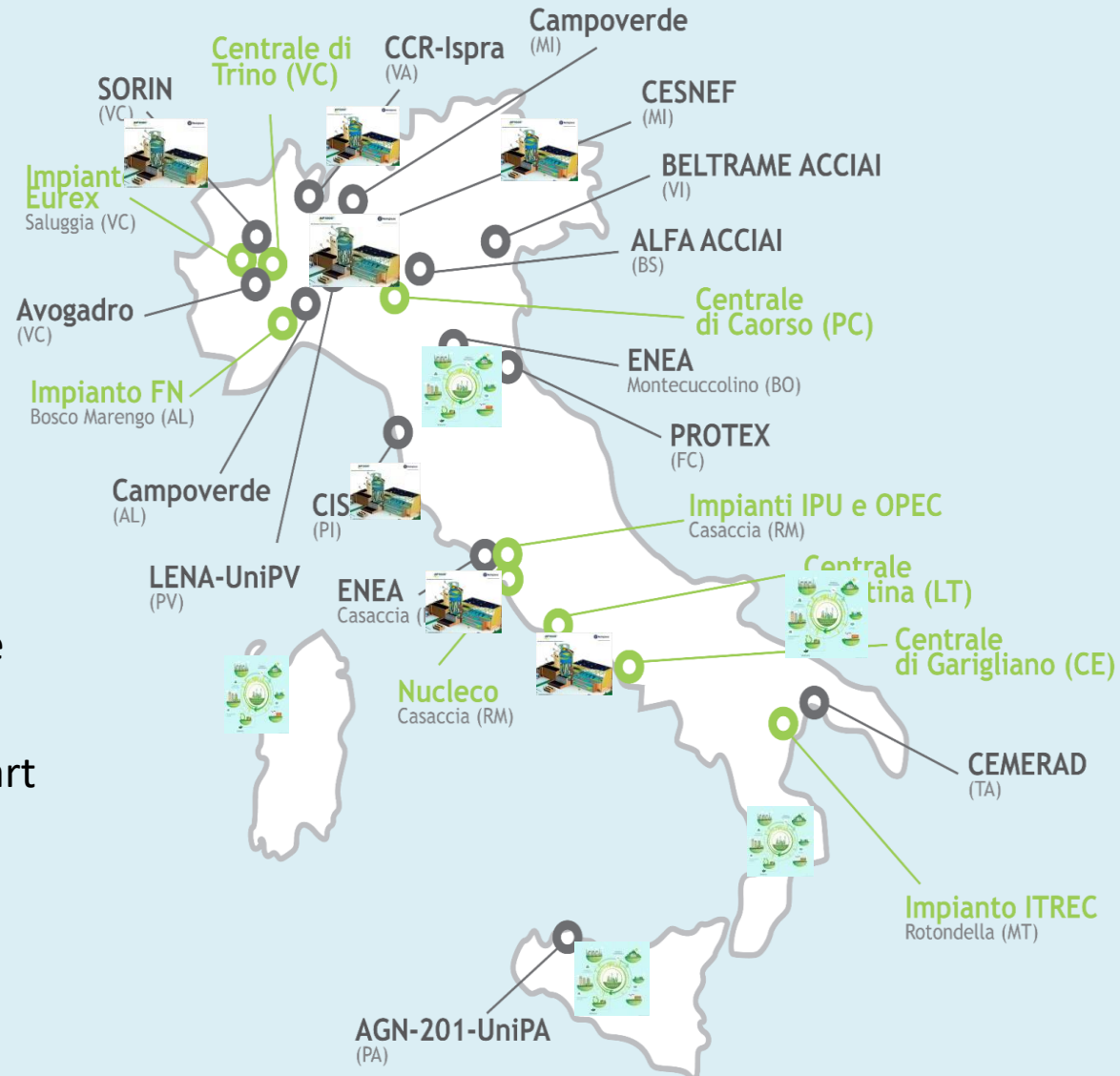
Reattori nucleari e Data Centers



Evoluzione dei reattori nucleari



Localizzazione centrali elettronucleari ed impianti del ciclo combustibile



NPP grande rete



SMR in smart grid

Centrale elettronucleare di Barakah (UAE)

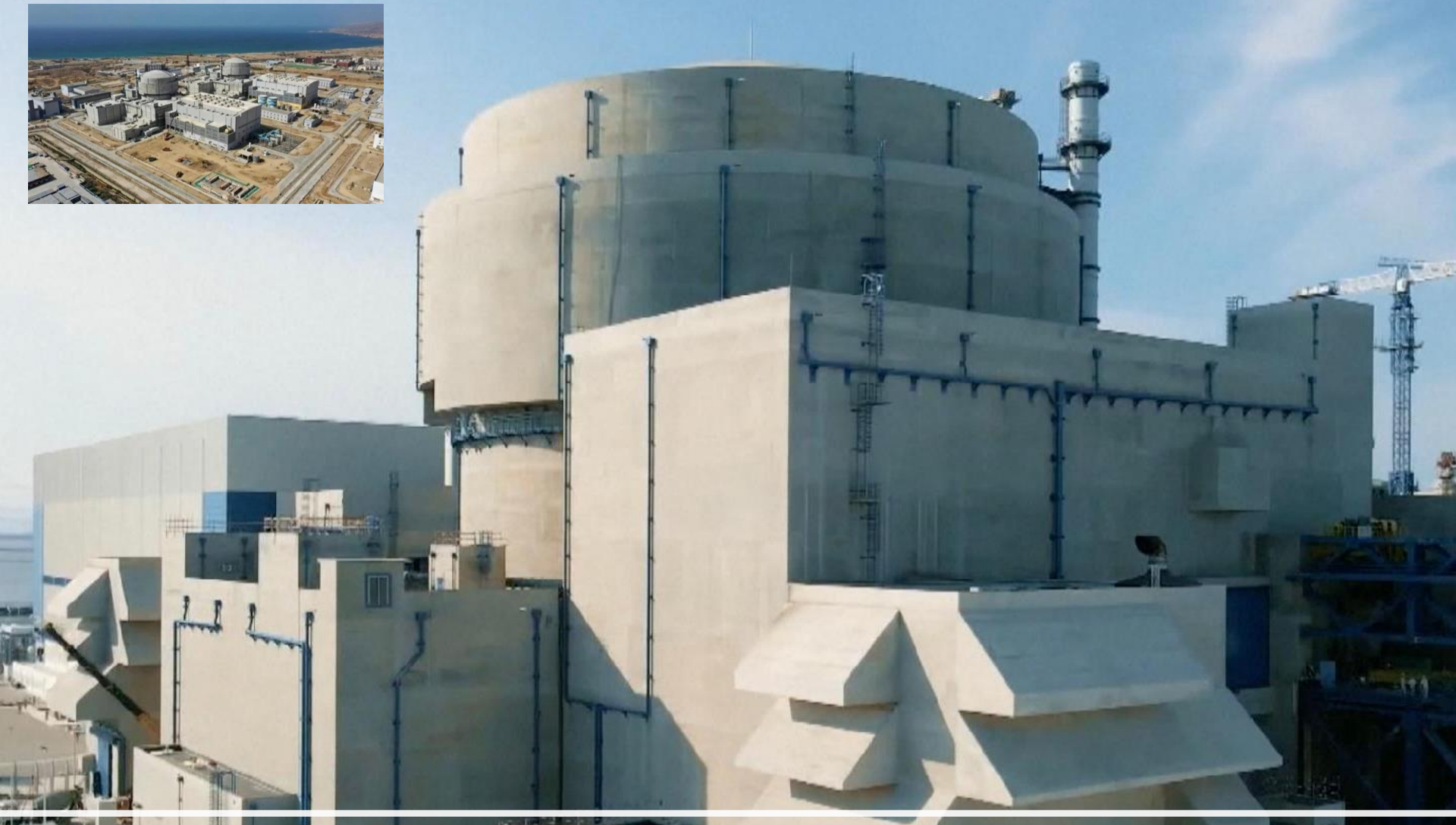
Reattore sudcoreano APR 1400 (KEPKO)



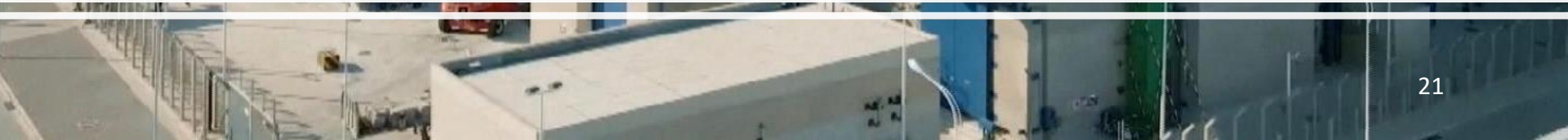
Advanced Power Reactor
1400



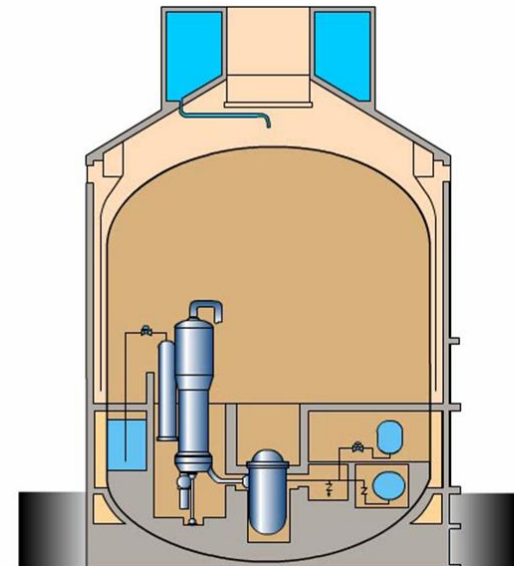
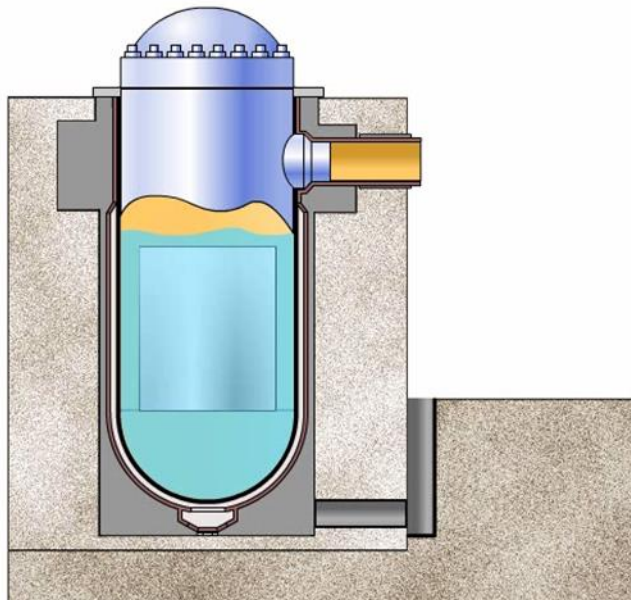
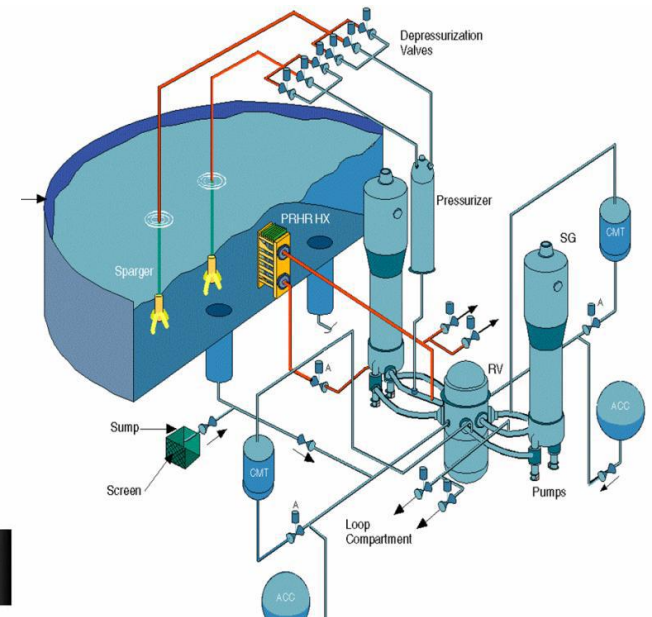
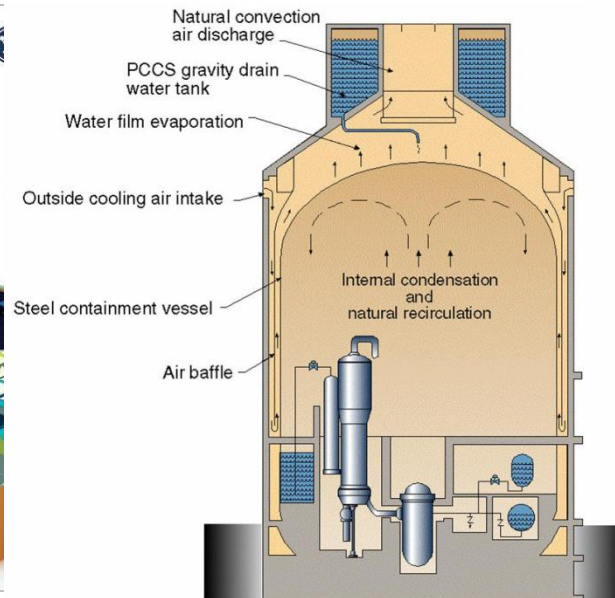
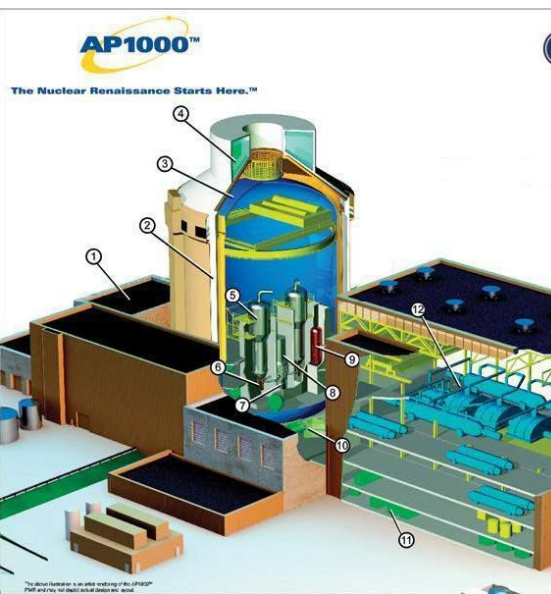
- A. Containment Building
- B. Auxiliary Building
- C. Turbine Building
- D. Moderator Building
- E. Auxiliary Building
- F. Turbine Building



Nucleare oggi – Gen.3 - Hualong



IL REATTORE PRESSURIZZATO PASSIVO





EPR Europeo – Olkiluoto 3 / Onkalo

Cos'è un SMR

SMR Definition

MICROREACTOR

1 MW – 10 MW



SMALL MODULAR REACTOR

20 MW – 300 MW



MEDIUM TO LARGE REACTOR

300 MW – 1,000+ MW



- Two important factors: **Size** and **Modularity**
- Nuclear power plants provide flexibility in terms of power
- SMRs provide electric power in the range of 20-300 MW(e)

SMR: cosa & perché

Cosa

- Reattori nucleari di **taglia limitata** (< 300 MWe)
- Design **semplificato**
- Strategia di sicurezza a «**sistemi passivi**»
- Progettazione e costruzione «**modulare**»
- Tutte le tecnologie di reattori nucleari (PWR, BWR, HTGR, LFR, SFR, MSR)

Perché

- Aumentare il **livello di sicurezza** (no-Fukushima)
- **Limitare o escludere** evacuazione di emergenza
- **Ridurre i tempi e i costi** di costruzione
- Aumentare la **qualità**
- **Limitare** il rischio **finanziario**
- Integrazione con **rinnovabili** e **cogenerazione**



Reattore NuScale

Il Nuscale è un progetto di reattore **iPWR integrale** della NuScale Power Inc, USA modulare e implementabile fino a 12 moduli, ciascuno in grado di produrre una **potenza elettrica netta di circa 45 MWe**.

La sua progettazione prevede la sua realizzazione in fabbrica e il trasporto sul sito di installazione.

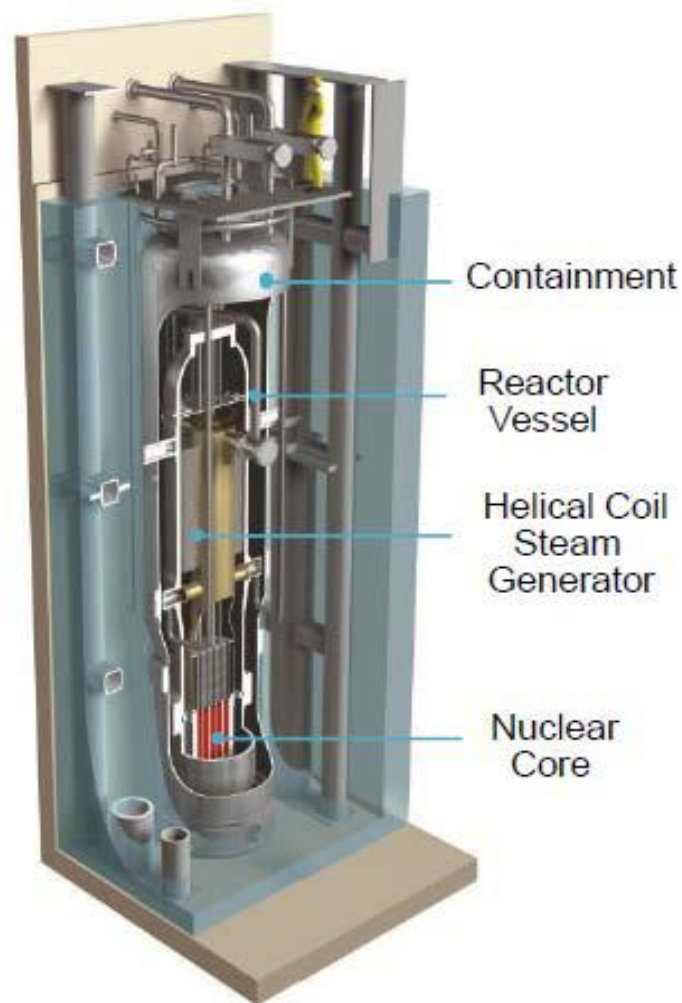
Il combustibile è UO_2 arricchito al 4,95% in U^{235} e il refuelling del combustibile è previsto ogni 2 anni.

Lo schema d'impianto proprio di un PWR integrale (iPWR) è tale da mitigare un eventuale Short Break Loss of Cooling Accident (SBLOCA) e rendere **impossibile un LBLOCA**.

Il nocciolo è refrigerato interamente con circolazione naturale.

I sistemi di sicurezza prevedono 2 sistemi Emergency Core Cooling Systems (ECCS) di tipo passivo e **il contenimento interrato immerso in piscina**, con pressione di progetto, pari a 34 bar, maggiore della pressione di SBLOCA.

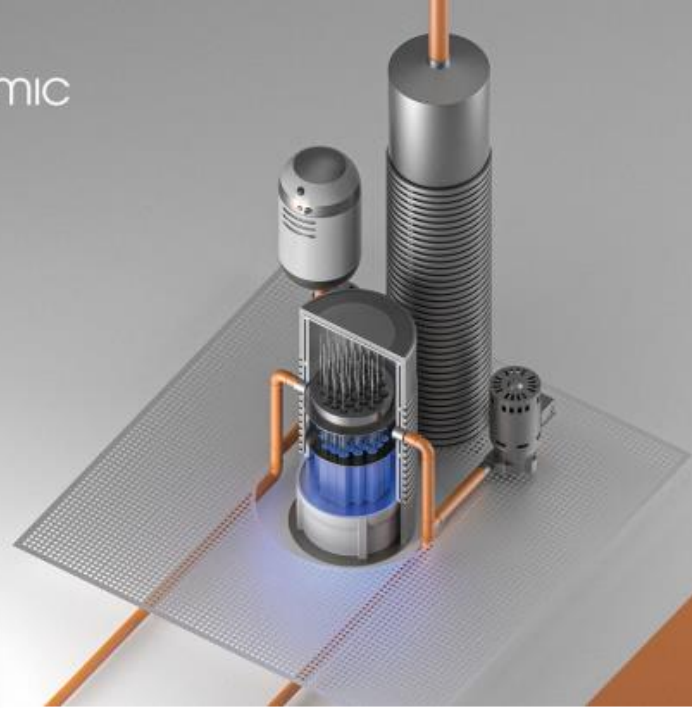
La piscina interrata è costruita in calcestruzzo armato e rivestita da un liner di acciaio inossidabile; essa può smaltire il calore di decadimento per 3 giorni garantendo una temperatura di parete del fluido pari a 93 °C



Schema del reattore NuScale

RECENTI INIZIATIVE

- DEEP ATOMIC SMR for DC
- TVA US BWRX-300



REATTORE INNOVATIVO ITALIANO : ALFRED

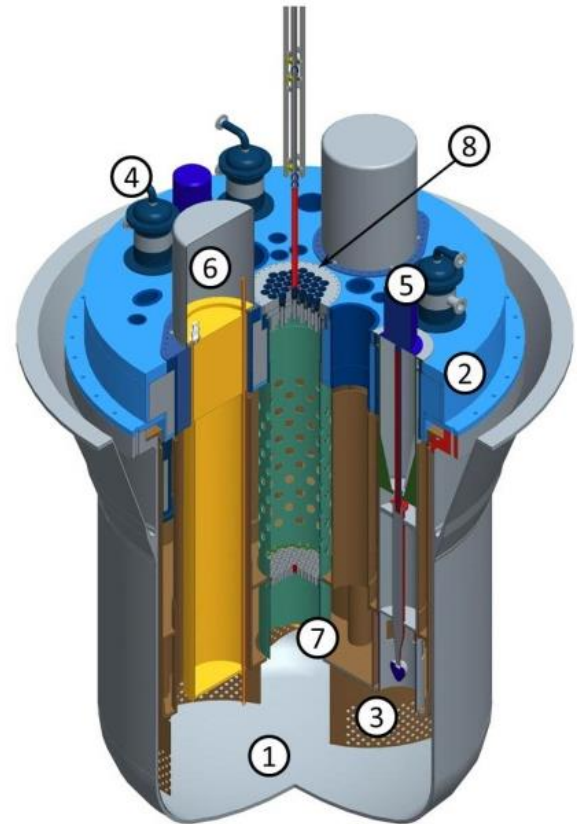
- Le attività italiane di R&D negli impianti a metallo liquido pesante (HLM) iniziarono nei tardi anni '90 col progetto ADS (ENEA, ANSALDO, INFN).
- Nello scenario GEN-IV, il sistema italiano (ENEA + UNIs + Industries) è fortemente coinvolto nella tecnologia al piombo (LFR):

•MYRRHA:

- ✓ ENEA
- ✓ ANSALDO

•ALFRED:

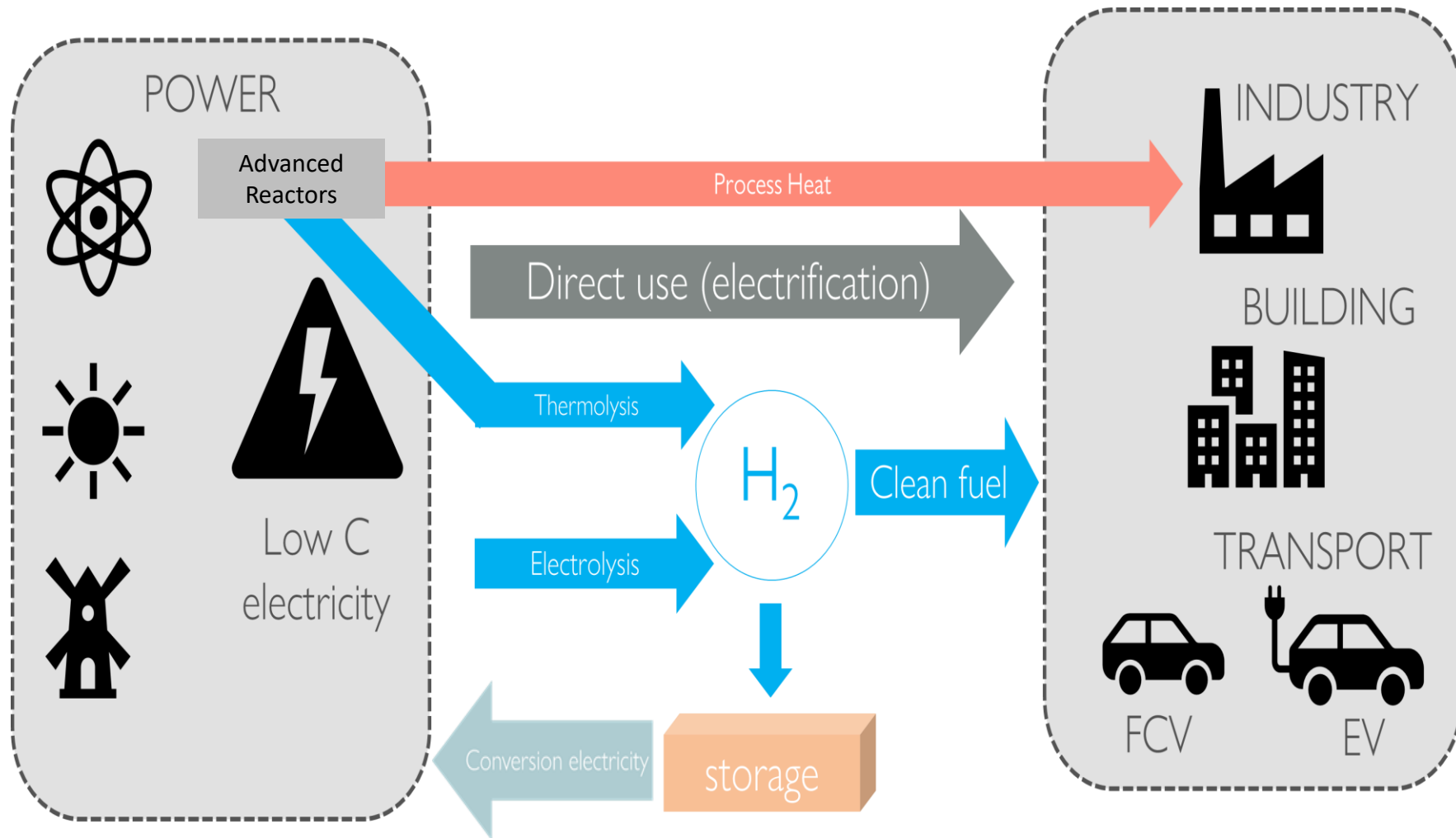
- ✓ ENEA
- ✓ ANSALDO
- ✓ MERIVUS (TECNOMECH group)
- ✓ FN
- ✓ CSM
- ✓ CIRTECH



MYRRHA
LFR
Technology
Pilot Project
Belgium 28

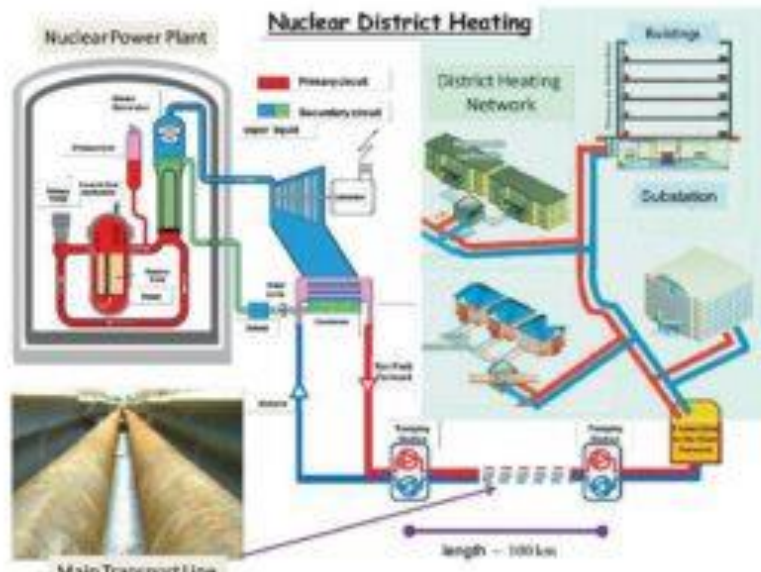
Cogenerazione elettricità, calore e idrogeno

NPPs: large Gen III reactors + Advanced reactors (incl. SMRs)

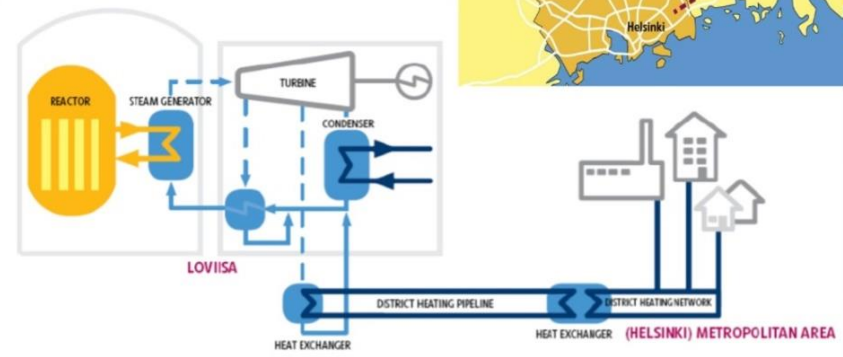
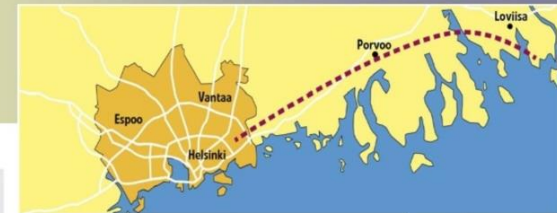


3 low-carbon energy vectors: electricity, heat, hydrogen

Teleriscaldamento










District Heating



Nuclear Energy and Data Centers



Questioni aperte

-  Progettazione integrata isole DC e SMR
-  Adeguamento rete nazionale con contributo decarbonizzato della generazione elettronucleare
-  Tecnologie pronto impiego o customizzate
-  Ciclo combustibile (tipo GNEP/IFNEF?)
-  Security isola SMR/DC
-  Aggiornamento normativa nucleare per le specifiche applicazioni
-  Accettazione energia nucleare uso civile

Conclusioni



Data Center per AI richiedono sempre maggiore raffreddamento dei processori e apparati, continuo, intenso, affidabile, sostenibile



SMR possono essere dedicati per cooling medie alte potenze 10-300 MWe



SMR per fornitura elettrica (cooling liquido con ciclo frigo a compressione) e calore (ciclo frigo ad assorbimento)



Isole integrate e protette *safety / security* SMR-Data Center



Data Center AI per SMR: sistemi di monitoraggio, controllo, supervisione e supporto operatore (decision making)

Grazie dell'attenzione

