

Organizzato da



IOD – INDUSTRIAL OPPORTUNITY DAYS
Torino, 12 – 13 giugno 2025

Opportunità nel settore dell'infrastruttura tecnica e impiantistica a DTT

Gustavo Granucci
ISTP-CNR & DTT Project



Outline

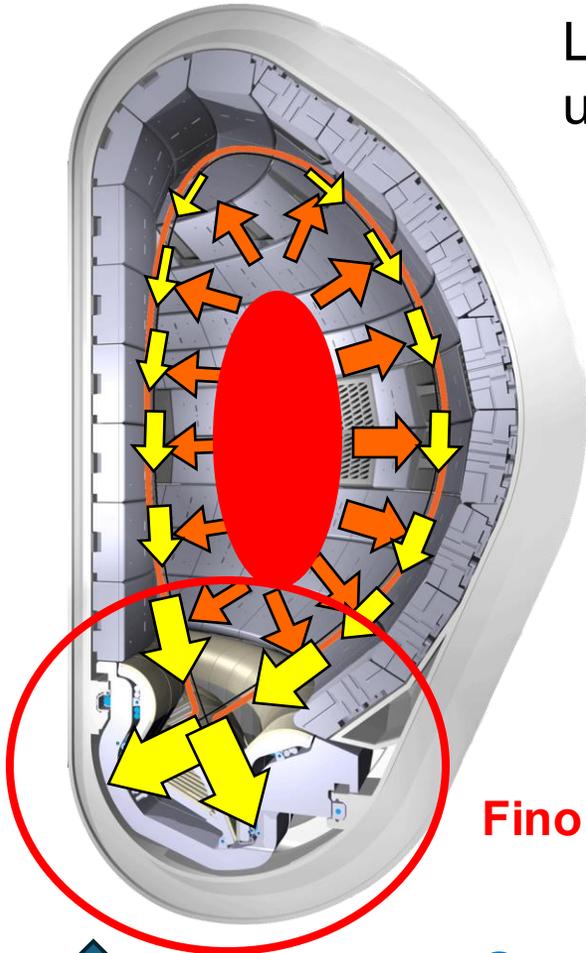


- Missione di DTT e Principali Caratteristiche
- Overview di DTT scarl
- Stato della realizzazione
- Prossime furniture
- Conclusioni



La Missione del Divertor Tokamak Test Project

La gestione della Potenza alla parete del reattore (Power exhaust) è uno dei principali gap da riempire per arrivare alla fusione commerciale.



↑
Zona del Divertore

Capacità dei materiale e tecnologie attuali -> **10-20 MW/m²**

Soluzioni per il problema del *Power exhaust*:

1. Allargare la superficie target con configurazioni magnetiche
2. Raffreddare il bordo del plasma per ridurre il carico diretto
3. Sviluppo di nuove tecnologie dei componenti della parete
4. Indurre radiazione al bordo per distribuire l'energia sull'intera parete
5. Utilizzo di liquidi metallici nel divertore

Fino a 60MW/m² in un reattore ~ flusso di calore sulla superficie solare

Scopo di DTT è sviluppare tecnologie e strategie per sostenere il carico termico secondario del reattore DEMO

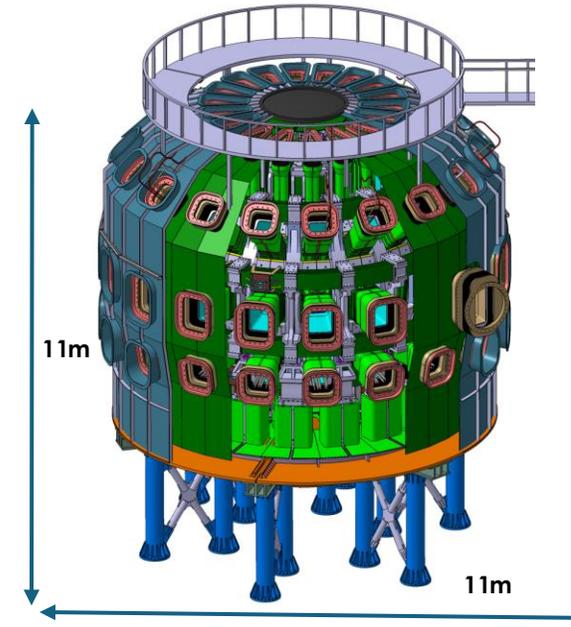
Divertor Tokamak Test (DTT)



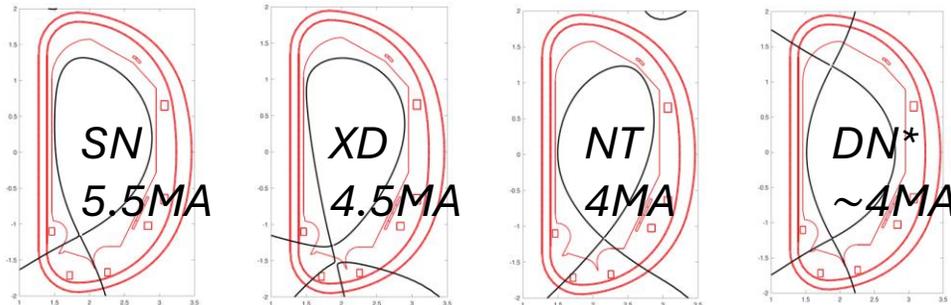
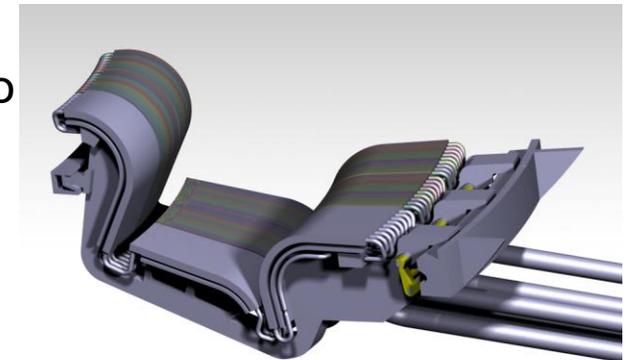
DTT è un tokamak superconduttivo in costruzione in ENEA (Frascati) in accordo alla Roadmap Europea per la fusione.

	DTT	ITER	DEMO
R (m)	2.19	6.2	9.1
a (m)	0.7	2	2.93
A	3.1	3.1	3.1
I_p (MA)	5.5	15	19.6
B (T)	6	5.3	5.7
Heating P (MW)	45	50	50
P_{sep}/R (MW/m)	15	14	17
λ_q (mm)	0.7	0.9	1.0
Pulse length (s)	100	400	7600

Flusso e Potenza sul Divertore confrontabili con quelle del reattore attraverso l'installazione di 50 MW di riscaldamento del plasma



Elemento del primo Divertore



Configurazioni Magnetiche Flessibili

<https://www.dtt-project.it/index.php/about/who.html>

La società DTT s.c.a r.l.

DTT s.c.a r.l. è un Consorzio Pubblico/Privato finanziato:



- 250 M€ dalla BEI
- 60 M€ da EuroFusion
- 50 M€ da Regione Lazio
- 250 M€ da Enti/Ministeri/PNRR

DTT è in costruzione al C.R.E. Enea di Frascati



Costi Funzionamento: 130M€ condivisi pro-rata tra i soci per ingegneria, R&D a costi operativi

ENEA rimarrà proprietaria della facility nella fase esecutiva del Progetto.

DTT scarl opera applicando Codice Appalti /Settori Speciali")



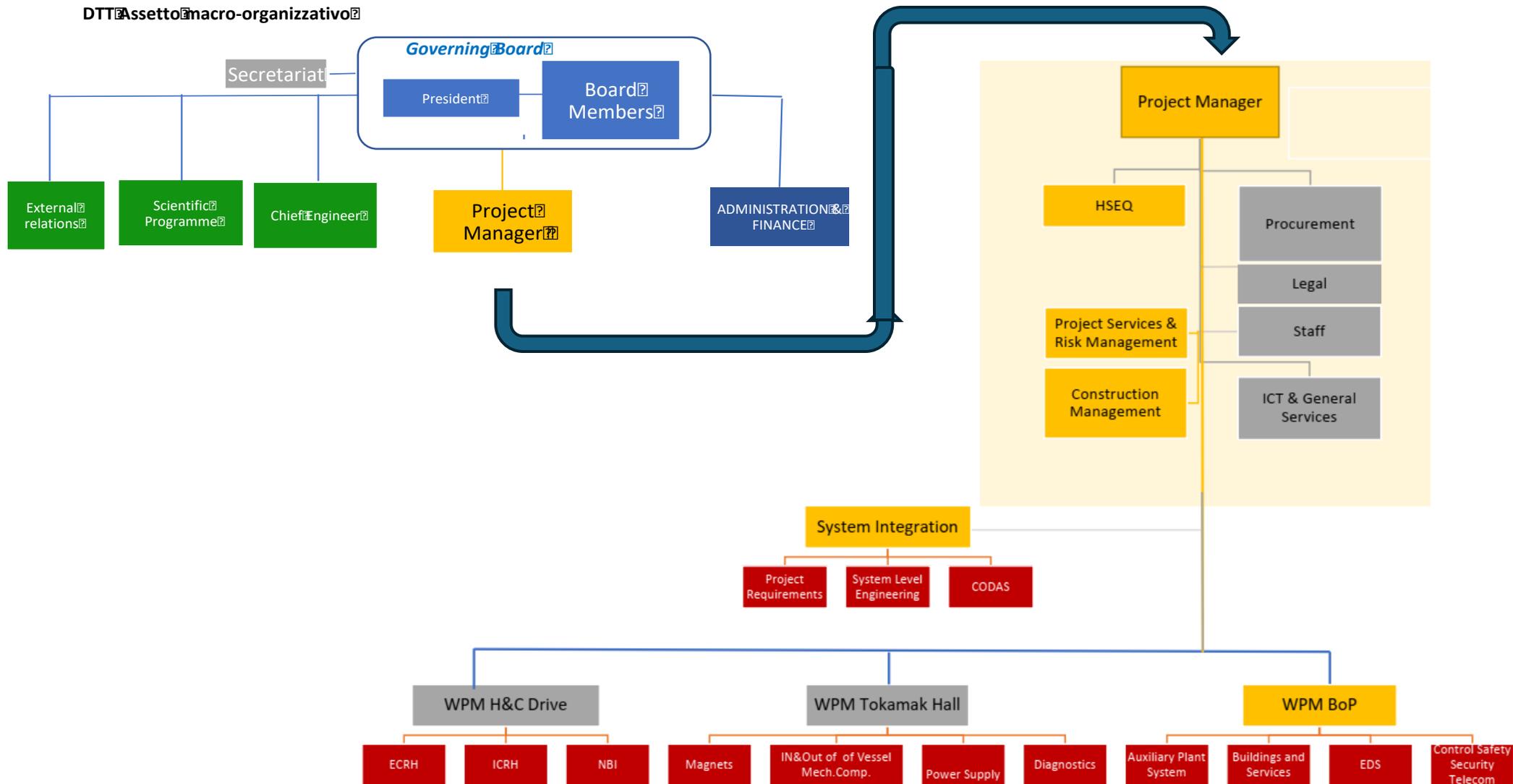
Costo Costruzione: 614 M€

Contratti Conclusi e assegnati per 258 M€,
Gare in corso per 98 M€

} **58%**

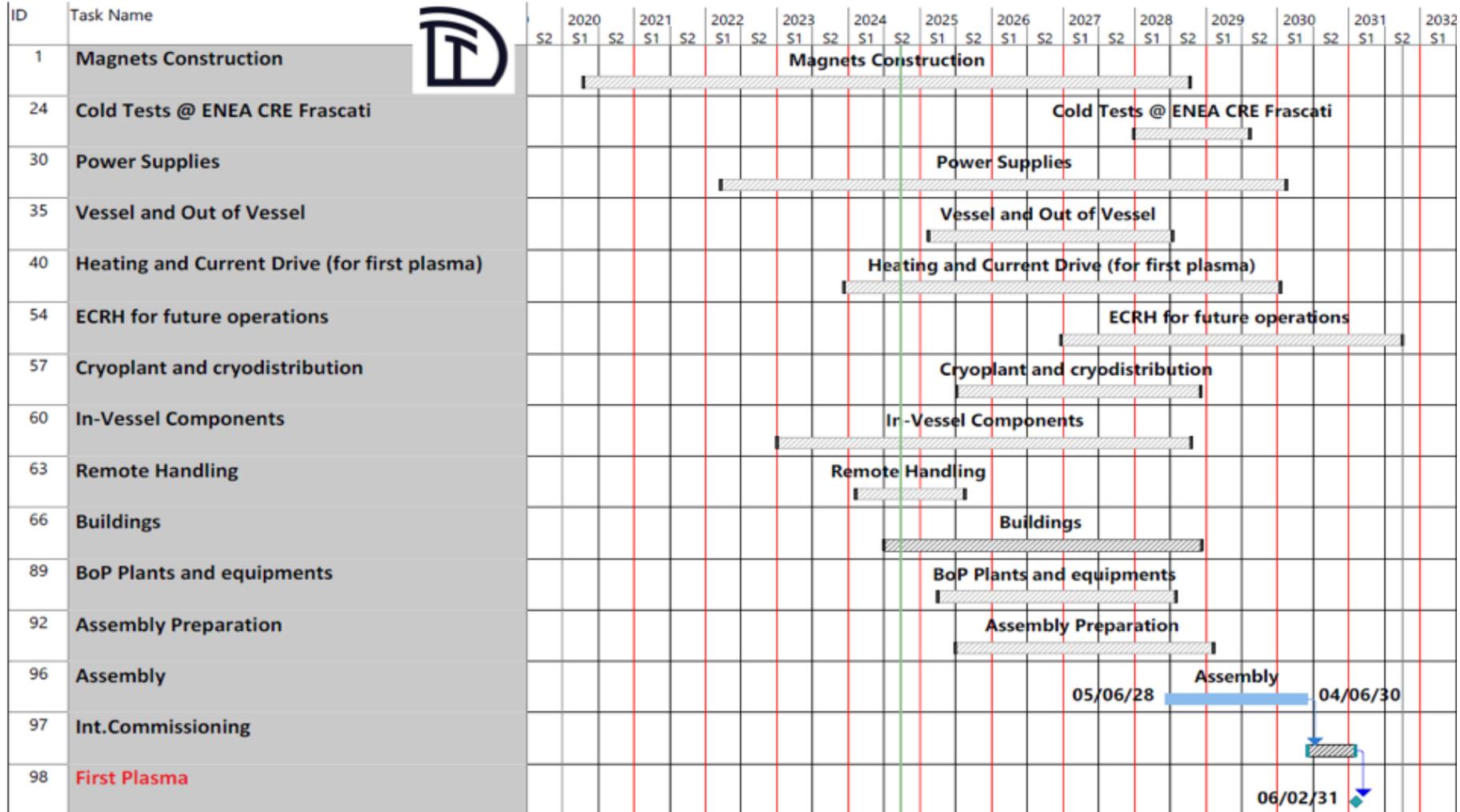


Organizzazione di DTT





DTT Global Timeline



Aggiornamento Consolidato a Dec. 2024

Principali Contratti Assegnati 1



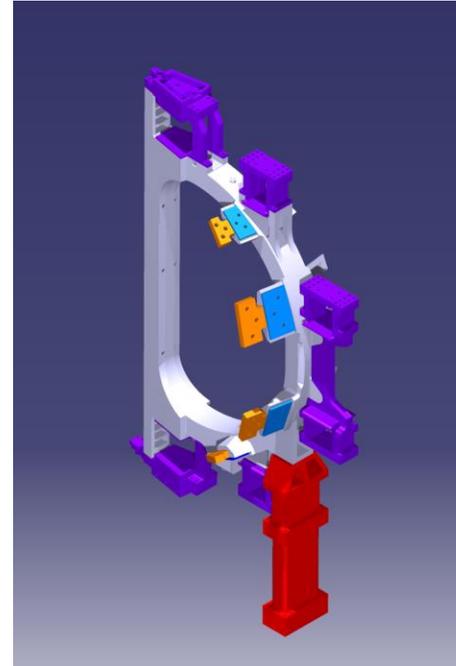
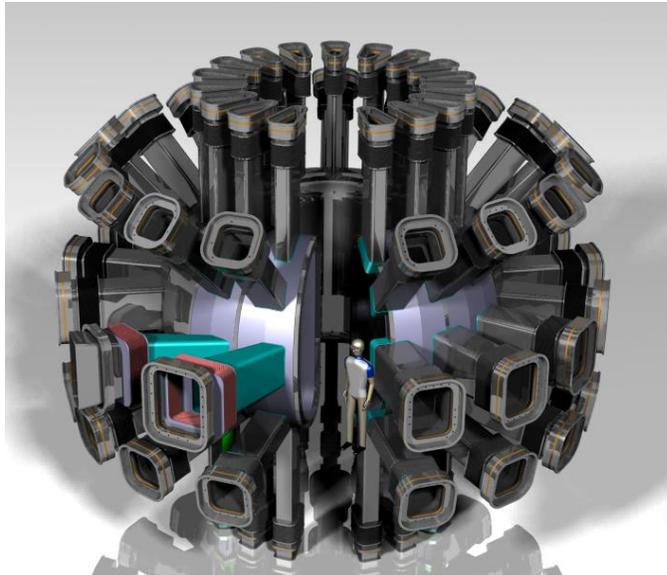
Strands x Cavo Superconduttore



55 tons Nb₃Sn
strands

31 tons Cr coated
Cu strands

Camera da vuoto



18 Bobine Campo Toroidale + Casse

Primo avvolgimento realizzato

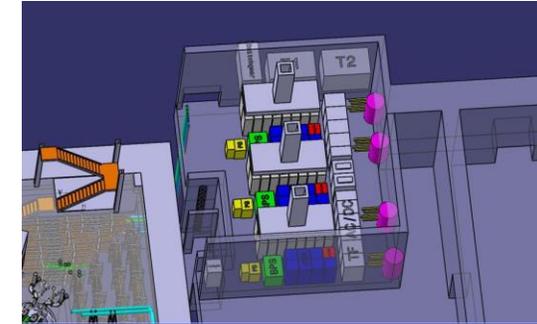
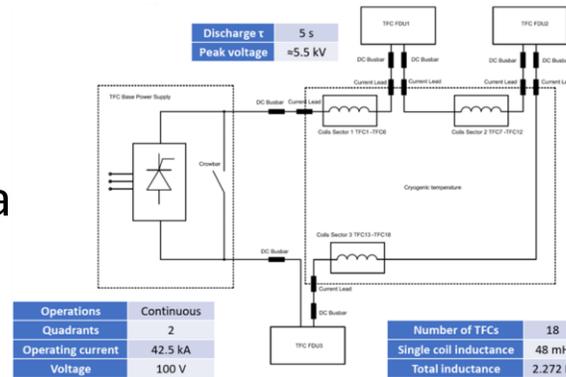


Principali Contratti Assegnati 2

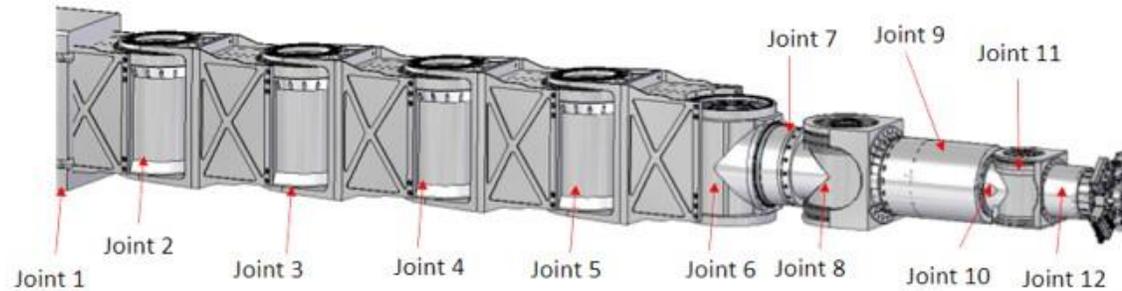


Alimentatore per Bobine Toroidali
 Alimentatore per Bobine Interne
 Fast Discharge Unit per campo toroida

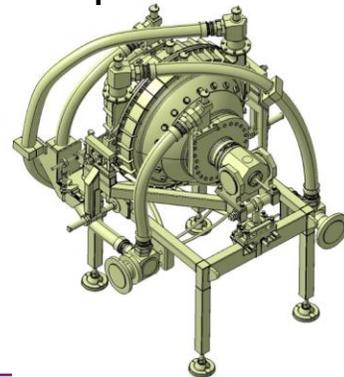
24-pulse converter



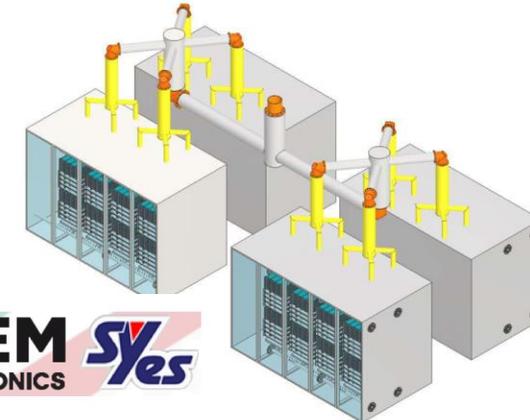
16 Gyrotron per ECH
 4 Carichi RF per test



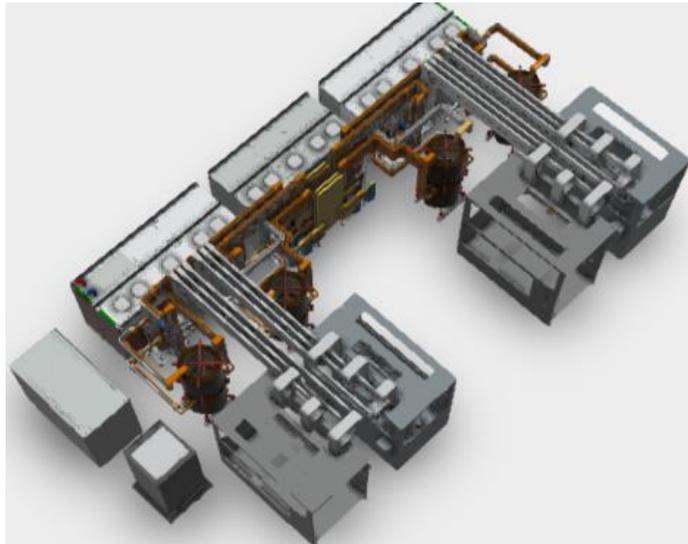
Manipolatore per RH e mock-up per verifiche e addestramento



2 Generatori RF per ICH
 Componenti per Linea di trasmissione RF



Prossime Forniture: Alimentazioni elettriche

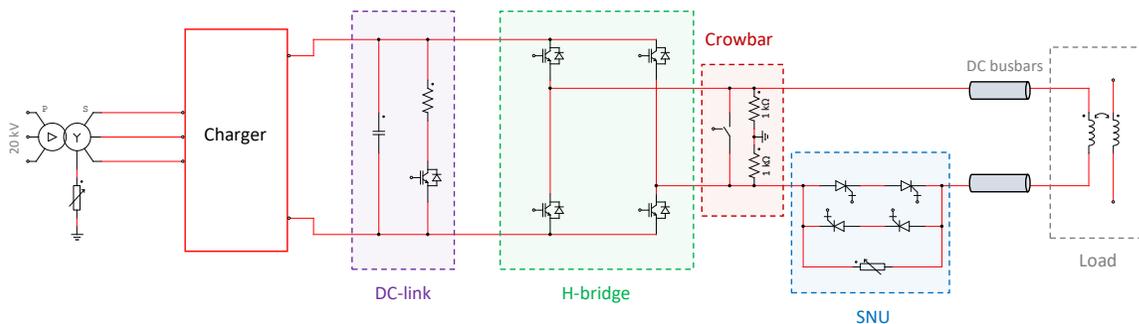


Alimentazione Bobine campi poloidali:

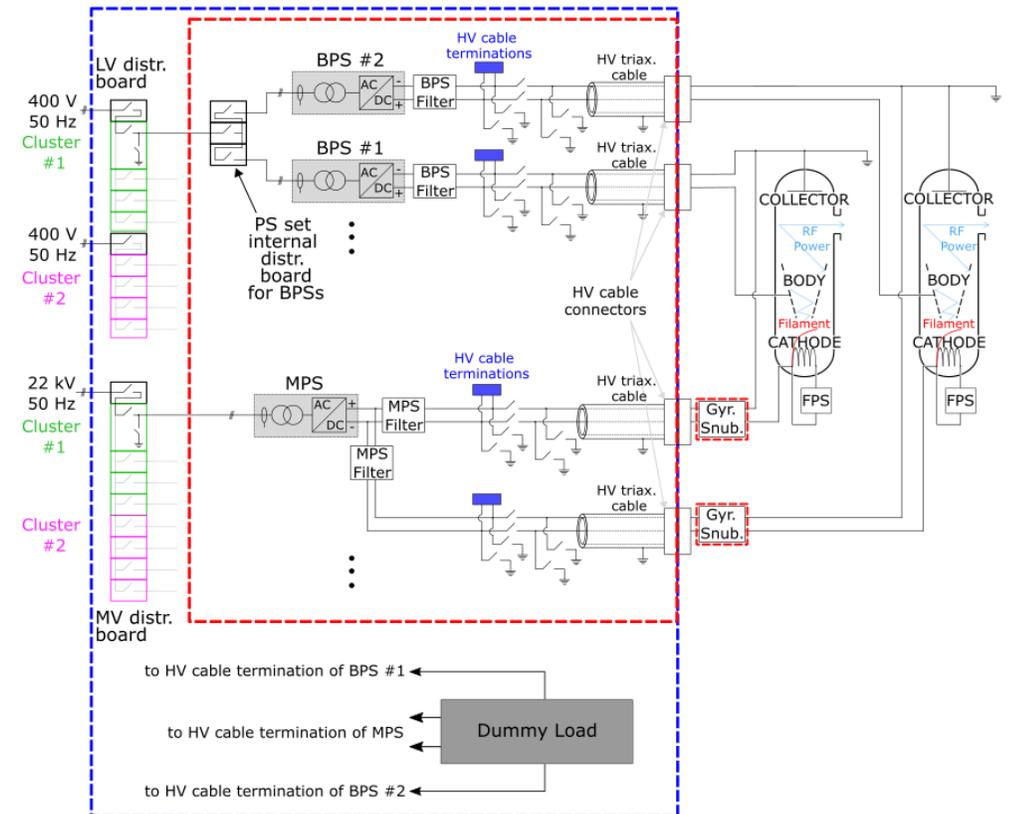
- 44 kA / 100 V
- 4 X 1.2 MVA

Alimentazione Solenoide centrale

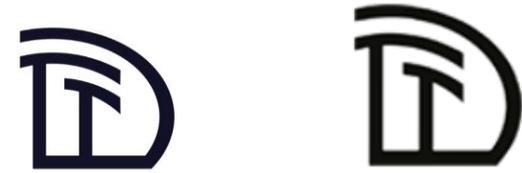
- 32 kA / 900 V / 200s



Alimentazioni per Gyrotron:
8 unità da 55kV/100 A/ 100s

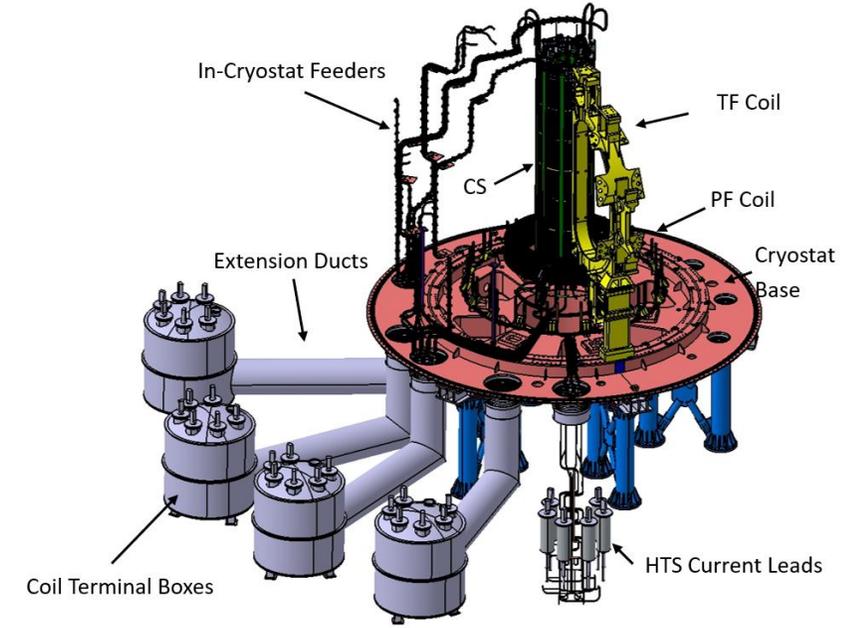
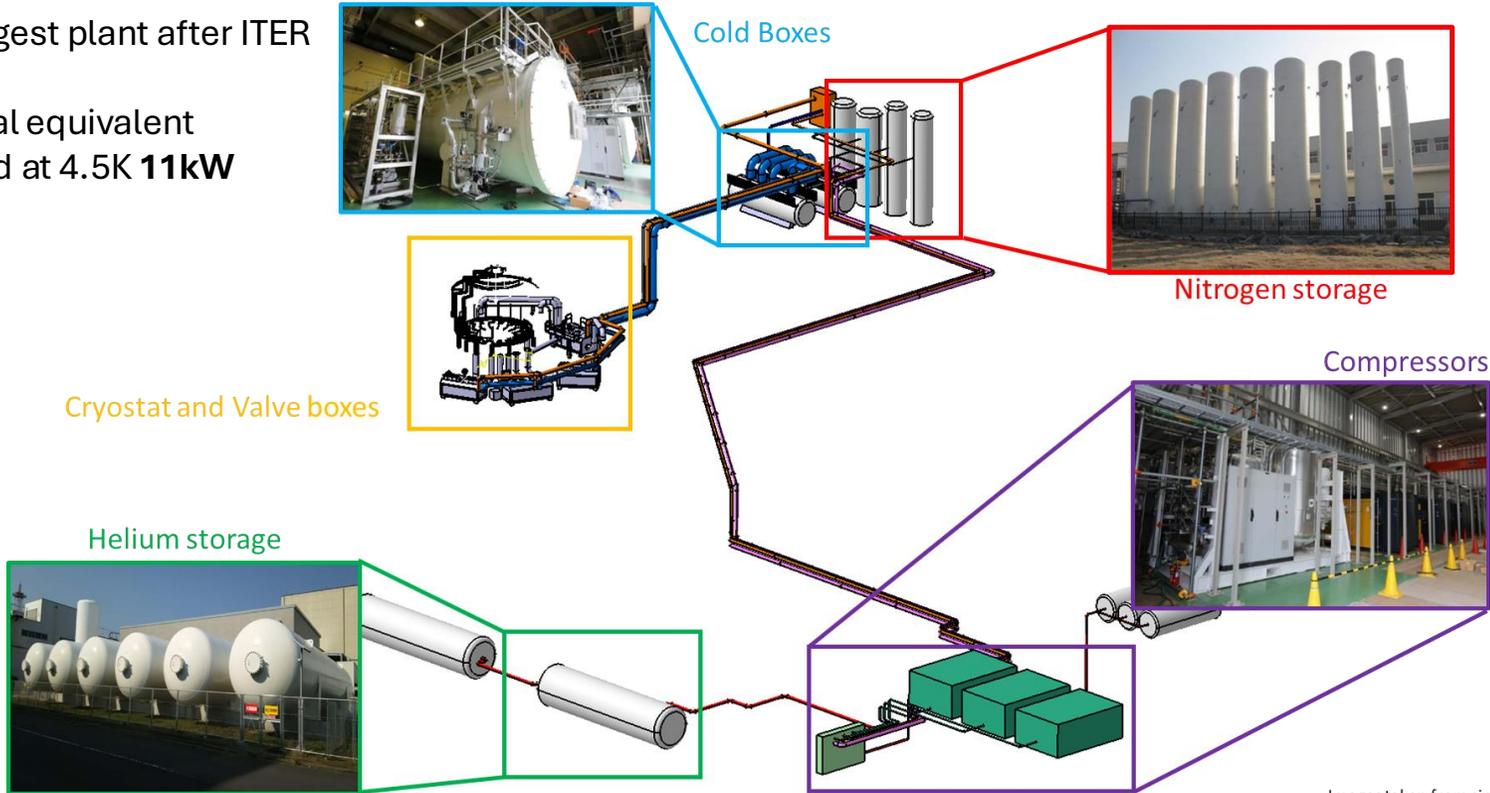


Sistemi per Superconduttori



Largest plant after ITER

Total equivalent load at 4.5K **11kW**



Current Leads & cold boxes

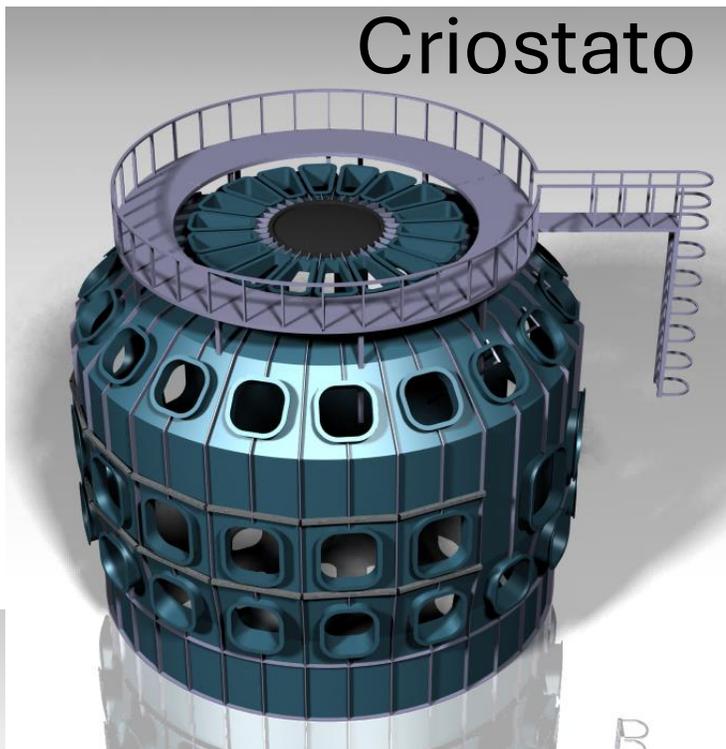
Images taken from similar plants

Forniture Meccaniche 1

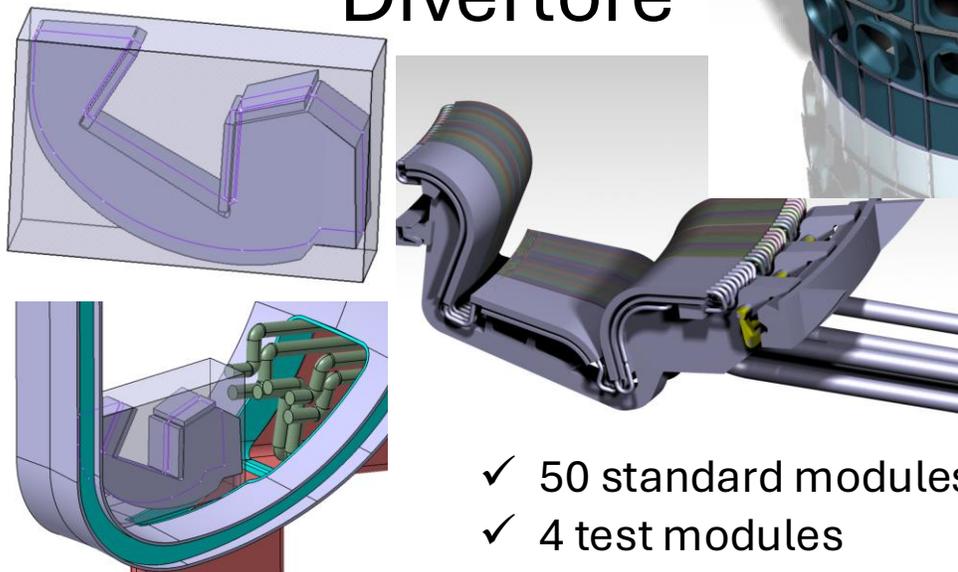


Cryostat Height 9.4m Diameter 11m
3 x 120° cylindrical sectors
2 x 180° top lid sectors
304L stainless steel
Each sector connected to the others by a gasket-less bolted flange.
Vacuum tightness will be ensured through non-structural internal welds.

Criostato

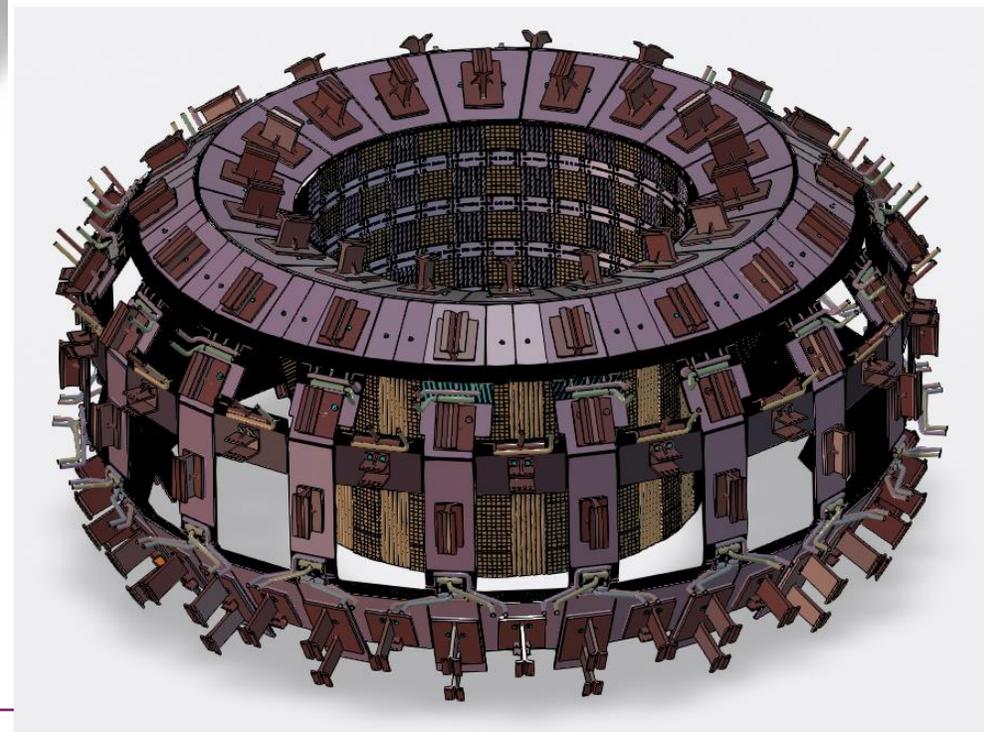


Divertore



- ✓ 50 standard modules
- ✓ 4 test modules

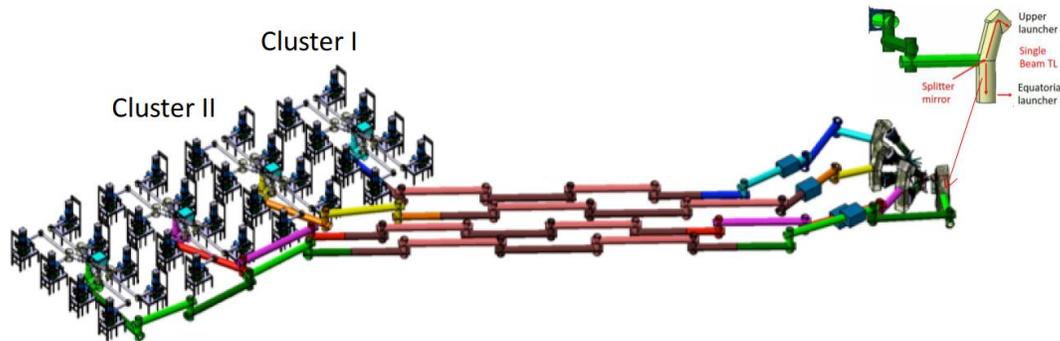
Prima Parete



Forniture Meccaniche 2



Specchi per sistema ECH e linea di trasmissione evacuata



Mirrors:

Elliptical shape:

~350 x ~250 mm [singolo]

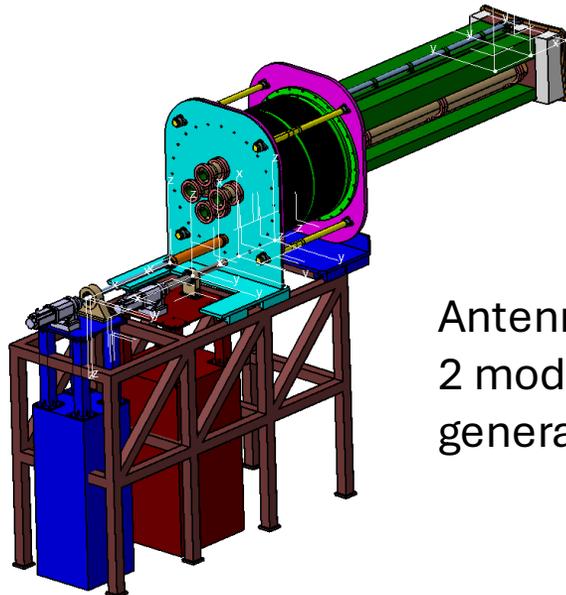
~1076 x ~760 mm [multipli]

Circular shape:

~ 90 / ~180 mm [Polarizer singoli]

34 specchi multipli + 126 specchi singoli

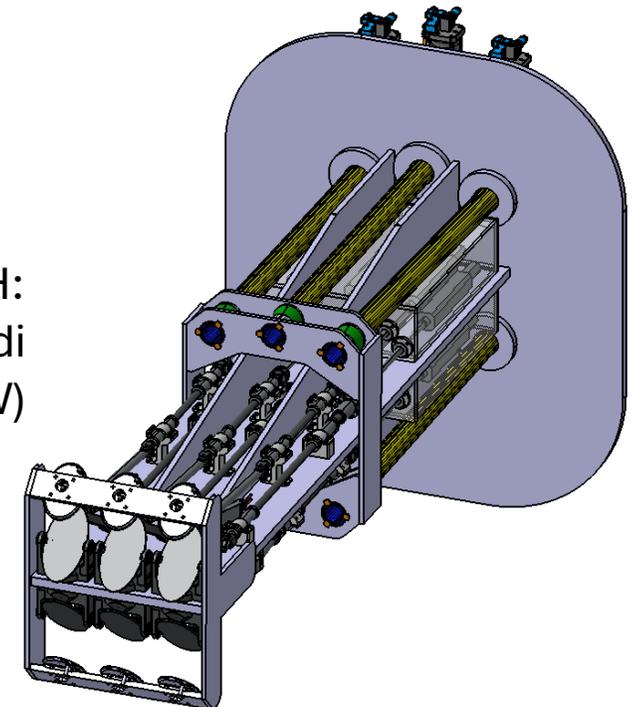
170 m di linee evacuate (dia: 80 cm)



Antenna mobile RF ICH:
2 moduli per 4
generatori RF (4 MW)

Lanciatore sistema ECH:

4 unità per 16 linee di
potenza (16 MW)

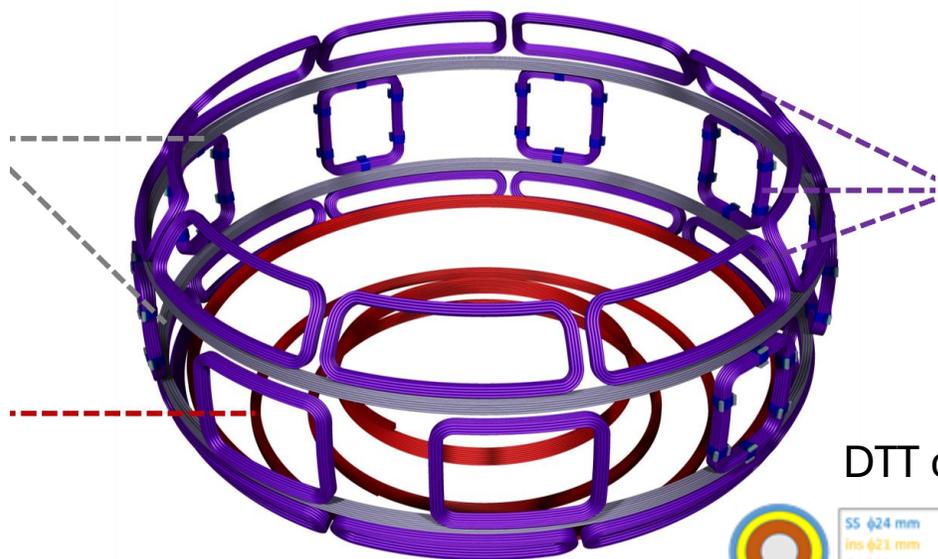
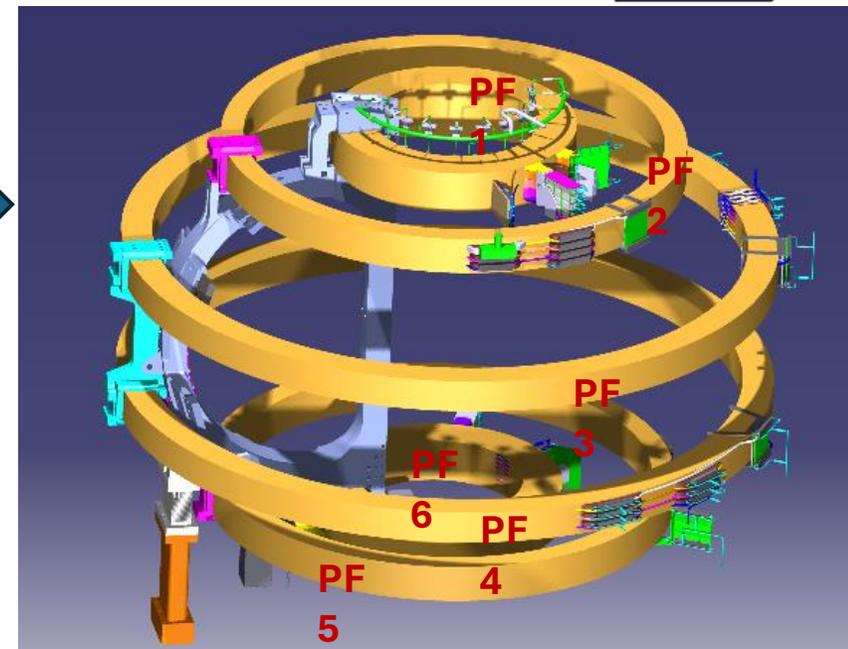


Avvolgimenti Magnetici

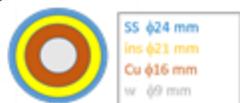


Bobine (in Cu)
interne: ICN, ICA

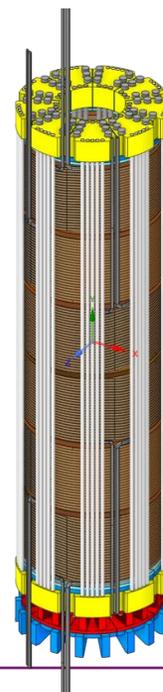
Poloidal Field Coils
PF1&6 Nb₃Sn
M=15t B_{max}=9.1T
PF2-5 NbTi
M=16/28t
B_{max}=4.2/5.3T



DTT conductor



SS ϕ 24 mm
ins ϕ 21 mm
Cu ϕ 16 mm
w ϕ 9 mm



Central solenoid

Nb₃Sn M=45t
7 identical modules (one prototype)
each module shall be tested in cryogenic conditions at full current in the Frascati cold test facility; pre-assembly at DTT site is included in the scope of supply

Sistemi per Remote Handling



Casset Toroidal Mover

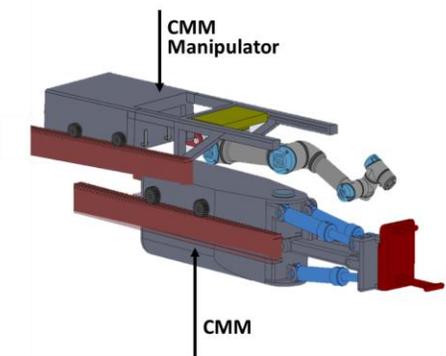
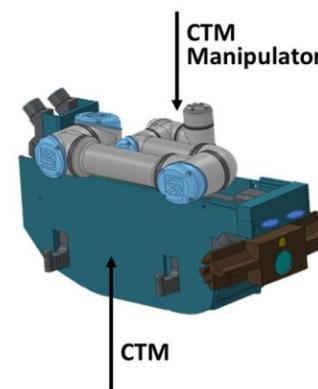
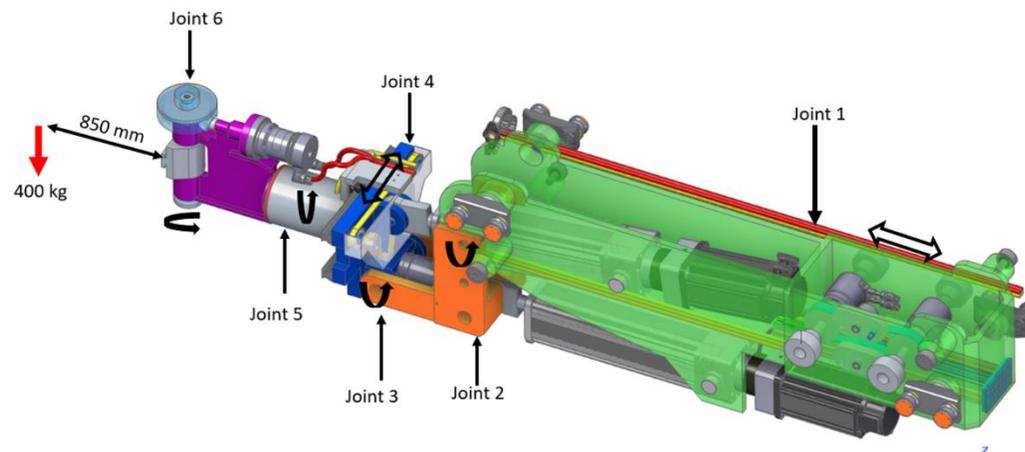
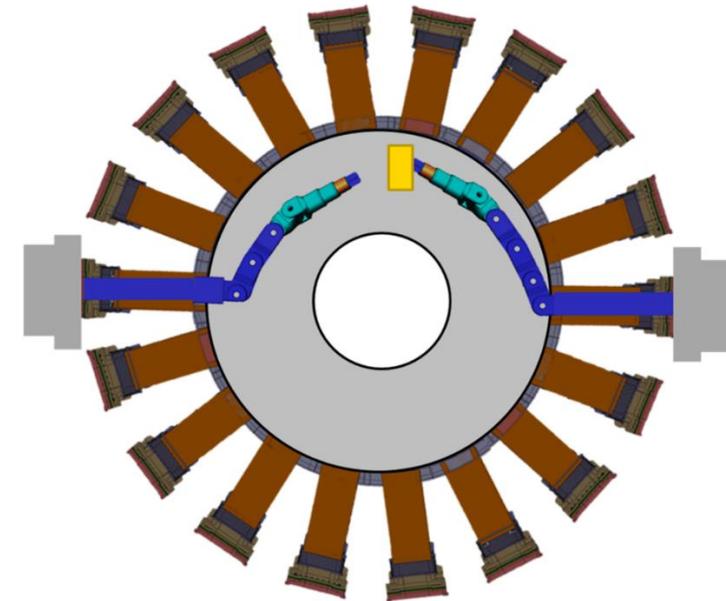
End effectors

Cask per componenti attivati

Manipolatori per elementi attivati

Manipolatori per tubazioni in vessel

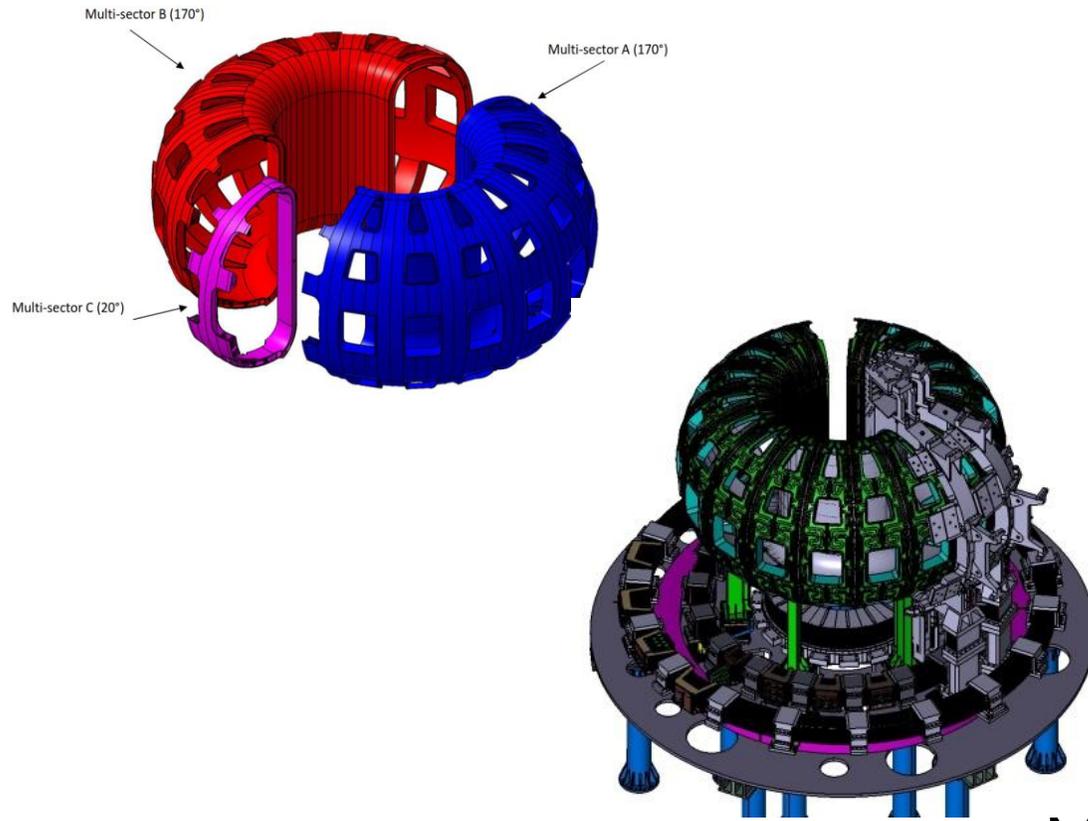
Cut&welding systems



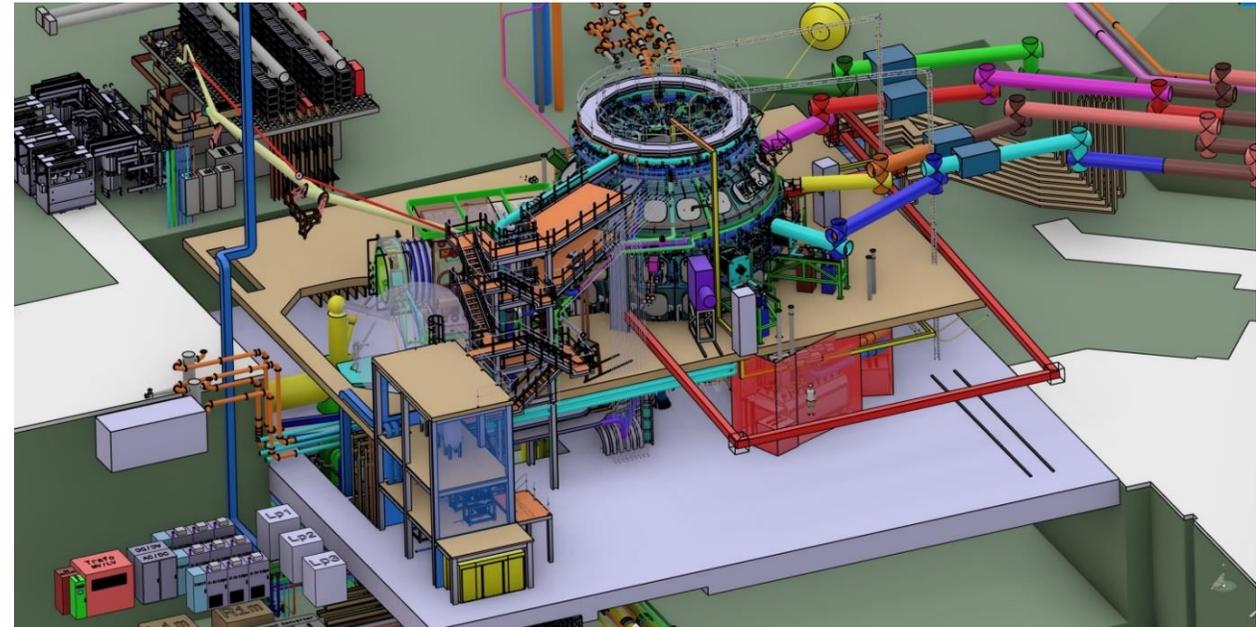
Contratto di Assembly in Tokamak Hall



Montaggio del tokamak



Montaggio dei sistemi di riscaldamento del plasma



Montaggio dei sistemi ausiliari in Hall

Contratto di Costruzione Edifici nuovi

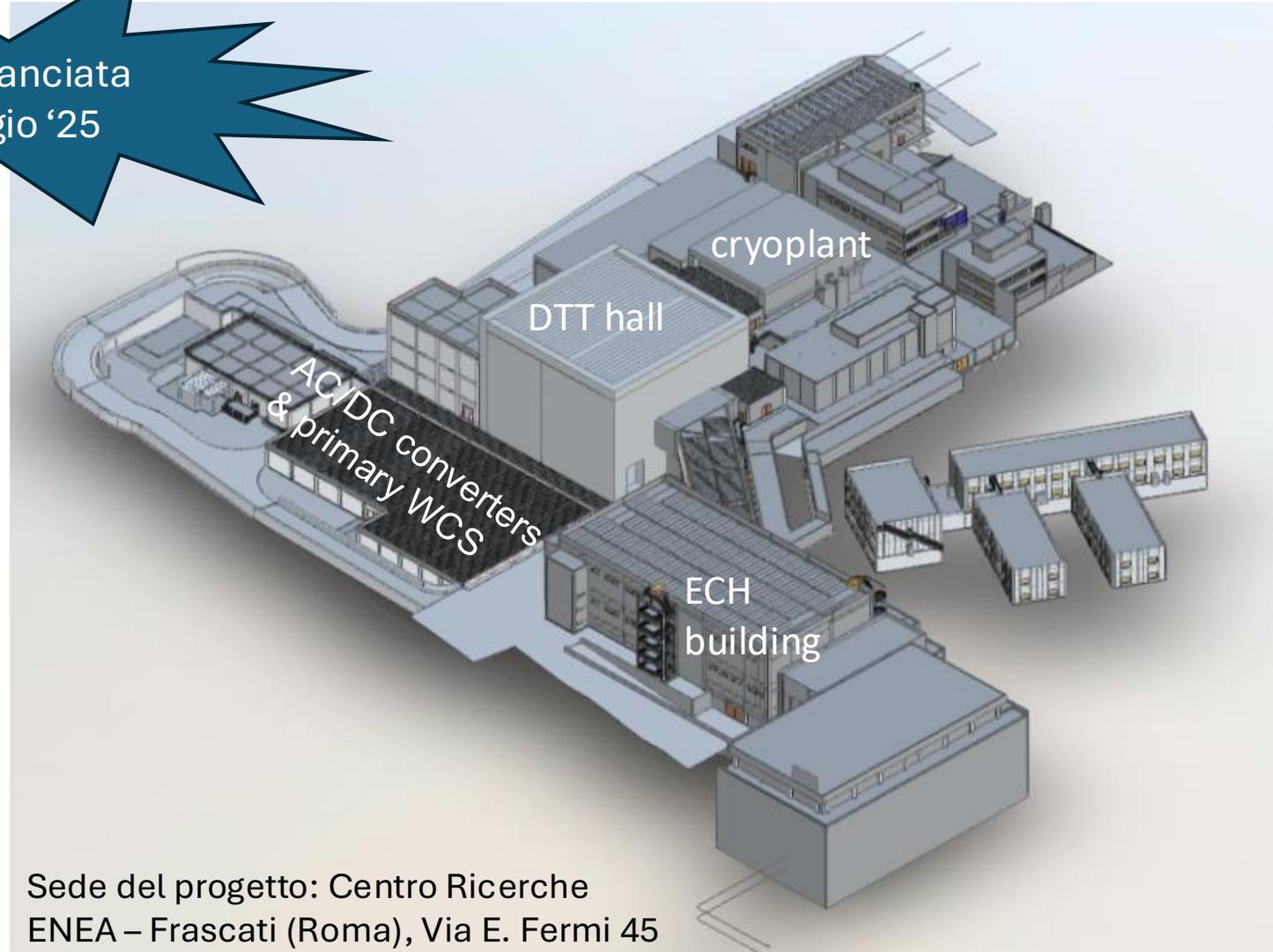


Gara Lanciata
Maggio '25

Contratto Integrato – Nuovi Edifici DTT

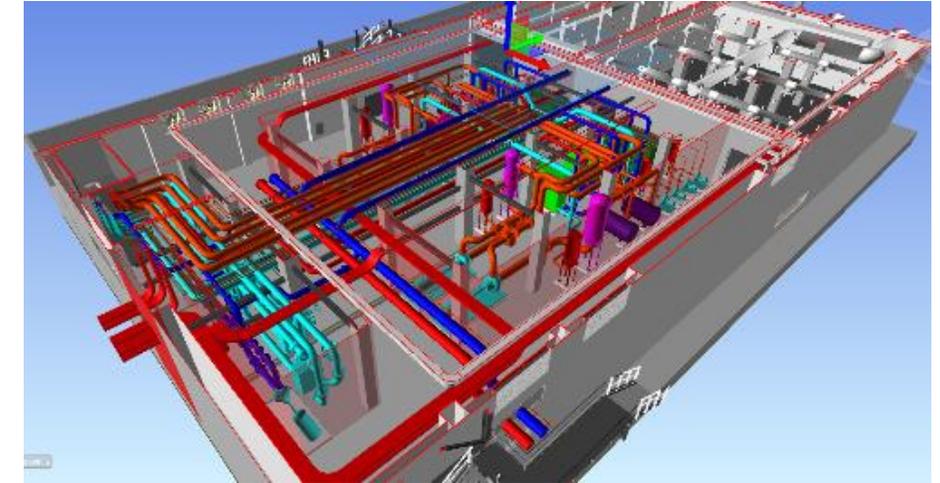
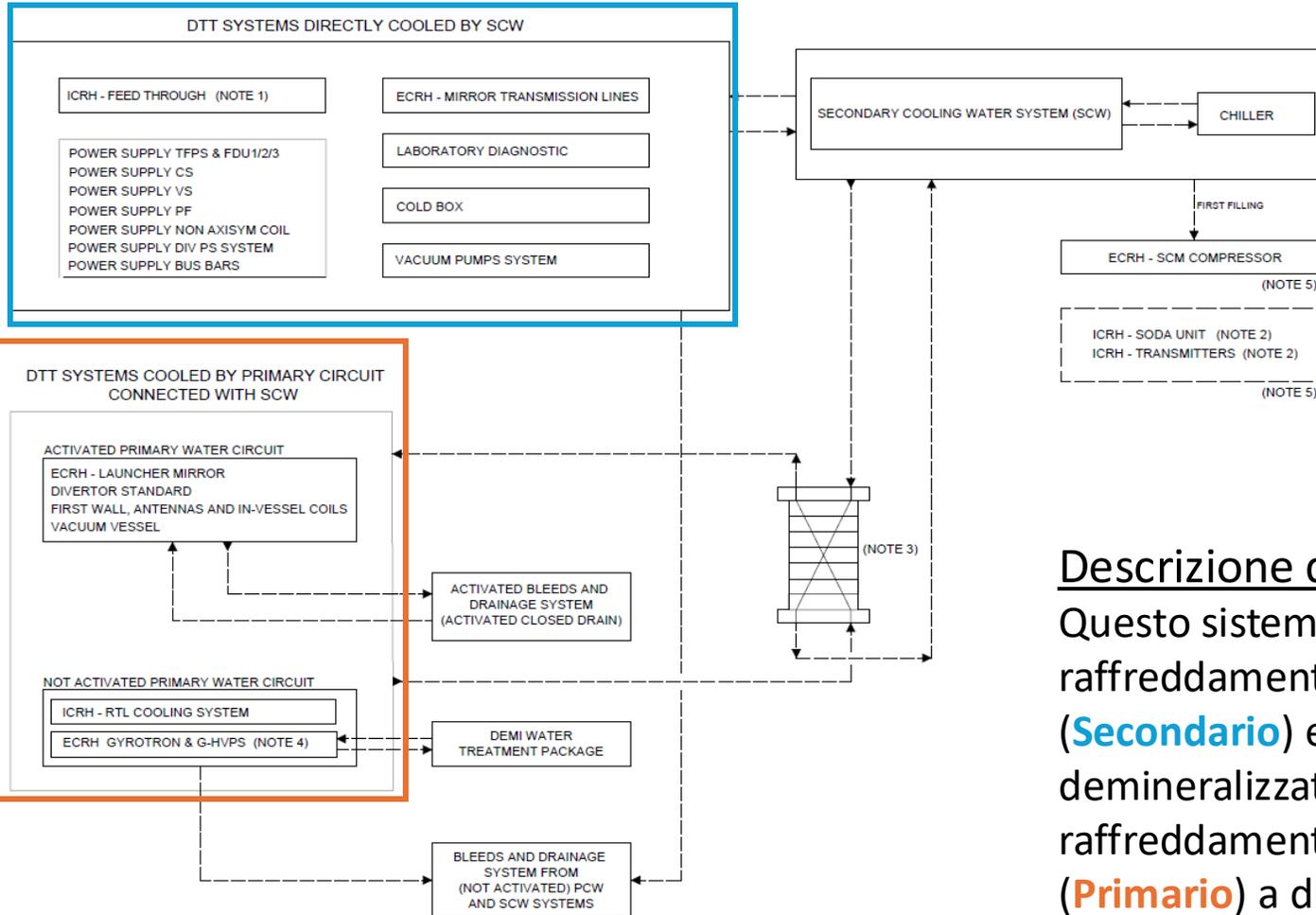
Il contratto integrato comprende:

- **Progettazione esecutiva** in base al progetto di fattibilità tecnica ed economica
- **Lavori di costruzione** per i nuovi edifici DTT
- **Ulteriori indagini**, se necessario per supportare lo sviluppo del progetto
- Spostamento di **utenze e allacciamenti** ai servizi pubblici



Sede del progetto: Centro Ricerche
ENEA – Frascati (Roma), Via E. Fermi 45

Contratti per sistemi Ausiliari



Descrizione del processo:

Questo sistema fornisce acqua di raffreddamento addolcita per il raffreddamento diretto di una parte dei Packages DTT (**Secondario**) e il raffreddamento dell'acqua primaria (acqua demineralizzata non attivata/attivata) utilizzata per il raffreddamento della parte rimanente dei Packages DTT (**Primario**) a diretto contatto con il Tokamak

1 circuito secondario

2 circuiti primari attivati

7 circuiti primari non-attivati

Contratti per sistema distribuzione elettrica



ENS (Electrical Network System) =

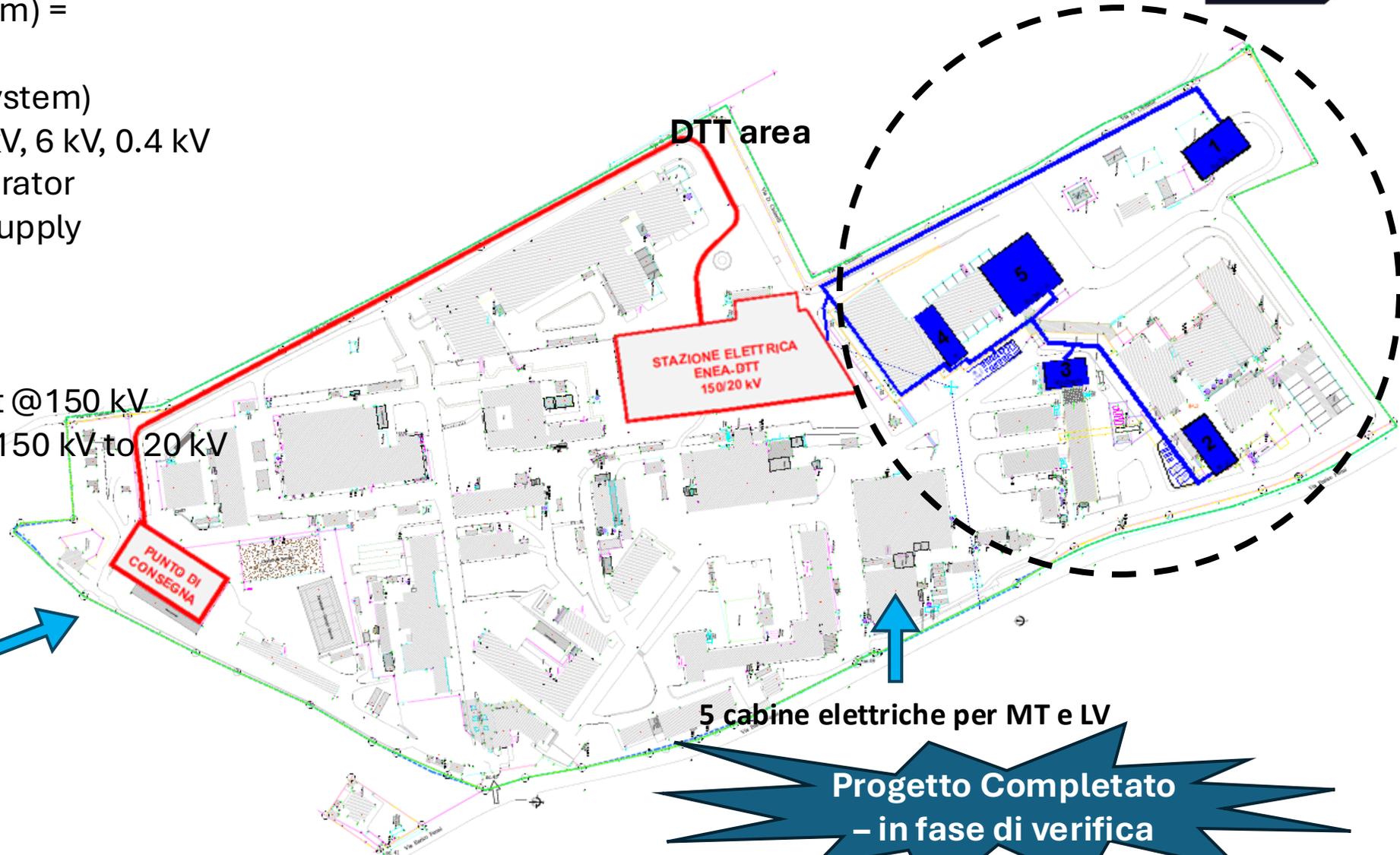
EDS (Electrical Distribution System)

- SS1 ~ SS5 Substation at 20 kV, 6 kV, 0.4 kV
- EDG Emergency Diesel Generator
- UPS Uninterruptible Power Supply

+

HVS (High Voltage System)

- TERNA Interconnection point @150 kV
- SS0 Substation Transformer 150 kV to 20 kV



Connessione alla rete nazionale a cura di TERNA
Attività finanziata dalla regione Lazio

5 cabine elettriche per MT e LV

Progetto Completato
- in fase di verifica



Altri sistemi da realizzare

Sistemi di controllo e acquisizione dati

Diagnostiche del plasma

Sistemi di pompaggio e immissione gas

Linee di trasmissione RF

Software di simulazione e fly-simulator

Distribuzione alimentazioni per campi magnetici (busbar)

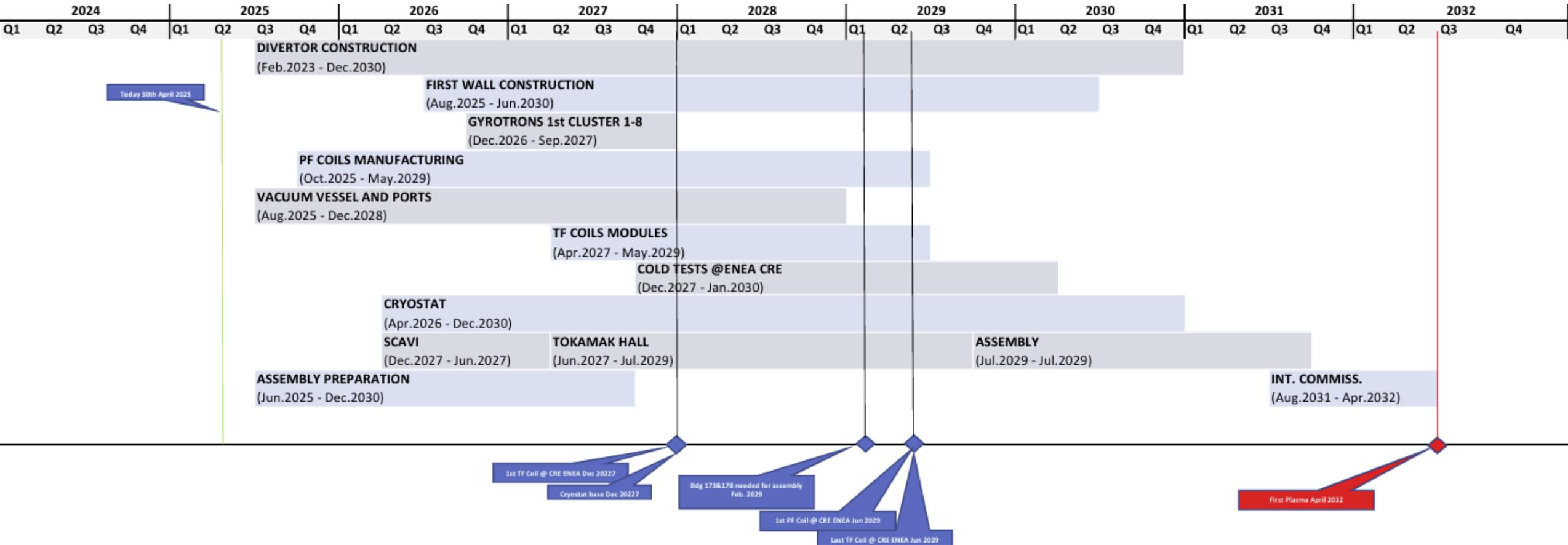
Sistemi distribuzione Azoto gassoso

Sistemi di Baking camera da vuoto

....



Pianificazione Prossime Forniture

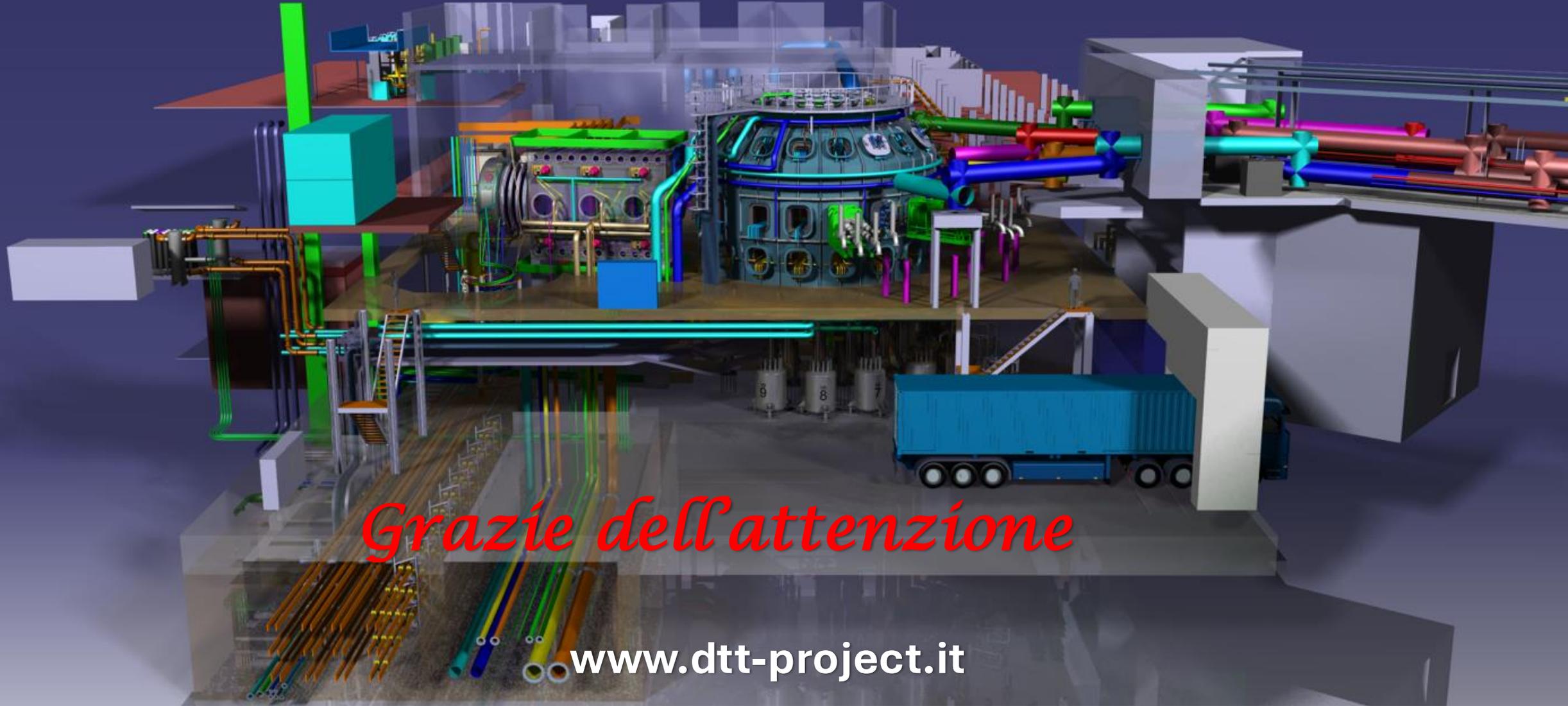


Aggiornamento a Giugno 25 – da convalidare

Conclusioni



- Nel piano di ricerca sulla fusione nucleare DTT è uno degli asset principali Europei, con lo scopo di preparare DEMO
- DTT richiede tecnologie avanzate e di dimensioni rilevanti in molteplici campi industriali
- DTT ha superato il 50% dell'impegni finanziario e nei prossimi 6 anni completerà la progettazione e l'acquisto dei rimanenti componenti.
- Le tecnologie sviluppate per DTT rappresentano l'opportunità di preparare l'industria alla futura generazione di reattori da fusione



Grazie dell'attenzione

www.dtt-project.it