

“Electrical Network System”

Roberto Romano

DTT S.c.a r.l. , ENEA

DTT c/o C.R. ENEA Frascati

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma

Seminario - Gli aspetti progettuali di fisica della fusione nucleare e della sicurezza del progetto DTT - Divertor Tokamak Test facility

Giovedì 14 marzo 2024

Aula Marino - F50

DTT Consortium (DTT S.C.a r.l. Via E. Fermi 45 I-00044 Frascati (Roma) Italy)



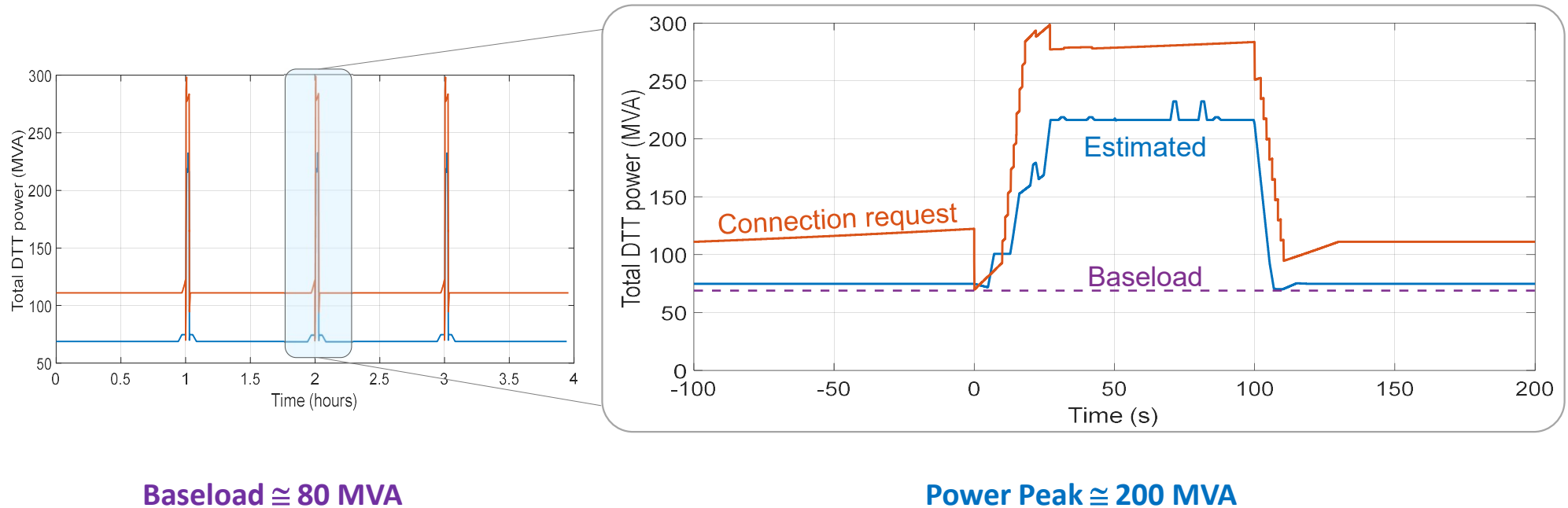
Il Sistema Elettrico a servizio della facility DTT presso il C.R. ENEA di Frascati

- 1. Profilo di Carico elettrico di DTT in configurazione Full Power**
- 2. Stato Attuale della Connessione alla Rete del C.R. ENEA di Frascati**
- 3. Nuova Connessione alla RTN del C.R. ENEA**
- 4. Design della Electrical Network System di DTT**
- 5. Impatto dell'impianto sulla rete elettrica – Analisi dei Transitori**
- 6. Sicurezza Elettrica: Impianto di Messa a Terra - VV.F. – Campi EM**

Electrical Network System



1. Profilo di Carico elettrico di DTT in configurazione Full Power



Carico con ciclo di funzionamento intermittente periodico 100s/3500s

Gradiente del Profilo di Carico di circa 15÷25 MVA/s (durante le fasi di ramp up - ramp down)

Richiesta di Connessione a TERNA nel 2019 con Potenza Disponibile di **300MVA**

Electrical Network System



2. Stato Attuale della Connessione alla Rete del C.R. ENEA di Frascati

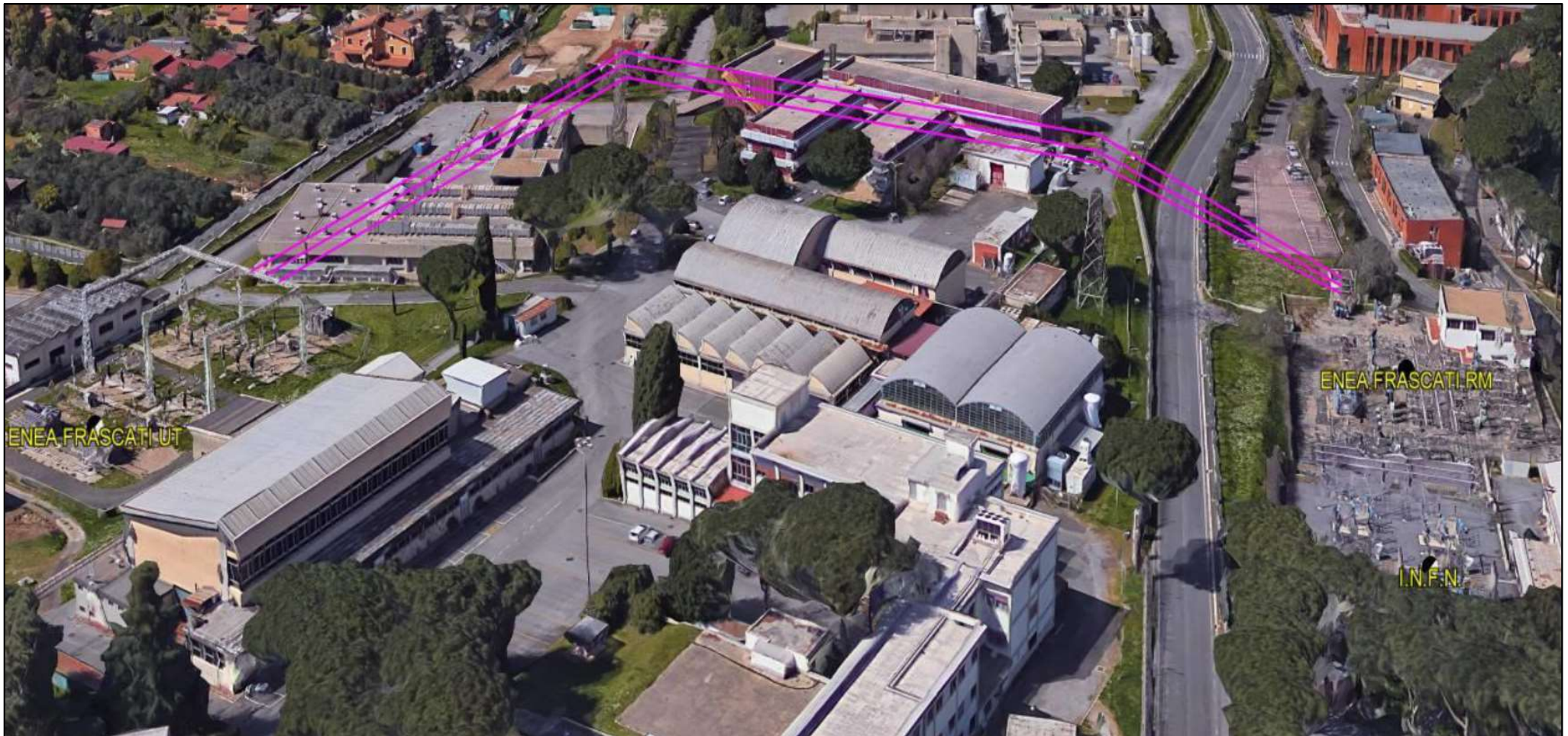


Connessione alla RTN di TERNA a 150kV

Electrical Network System



2. Stato Attuale della Connessione alla Rete del C.R. ENEA di Frascati

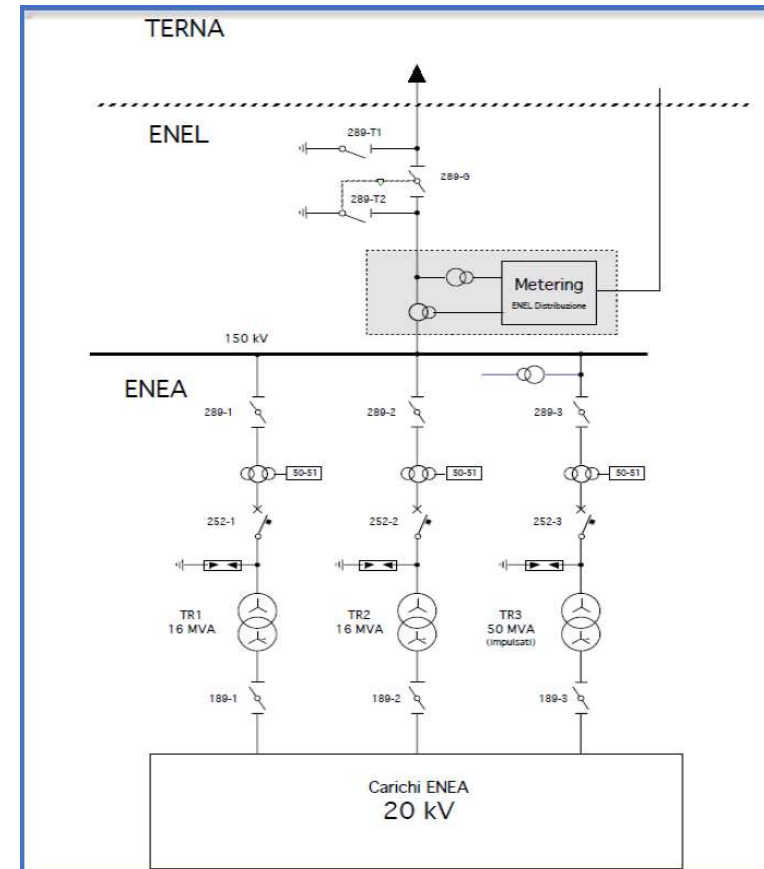


- Tipo di connessione in antenna;
- Conduttore in alluminio-acciaio (ACSR);
- Lunghezza di 240 m;
- Sezione conduttore di 308 mm².

Electrical Network System



2. Stato Attuale della Connessione di Rete del C.R. ENEA di Frascati



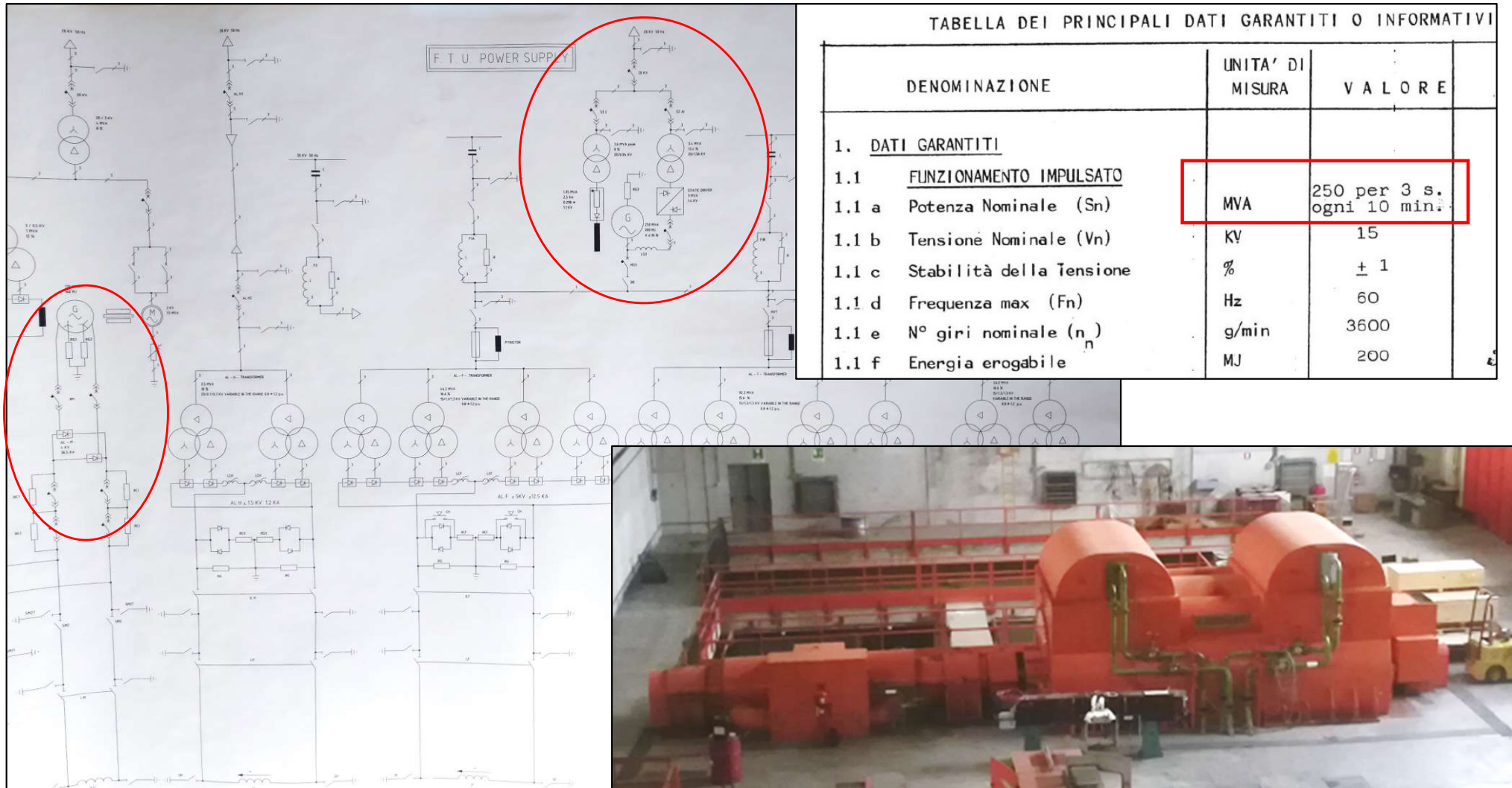
Realizzata nel 1975 con n. 2 Trasformatori da 16MVA

Ampliamento nel 1985 con aggiunta del trasformatore FTU da 50MVA Pulsati per 3s di funzionamento e Potenza Disponibile da ENEL di **25MVA**→oggi **7MVA** da TERNA

Electrical Network System



2. Stato Attuale della Connessione di Rete del C.R. ENEA di Frascati



Electrical Network System



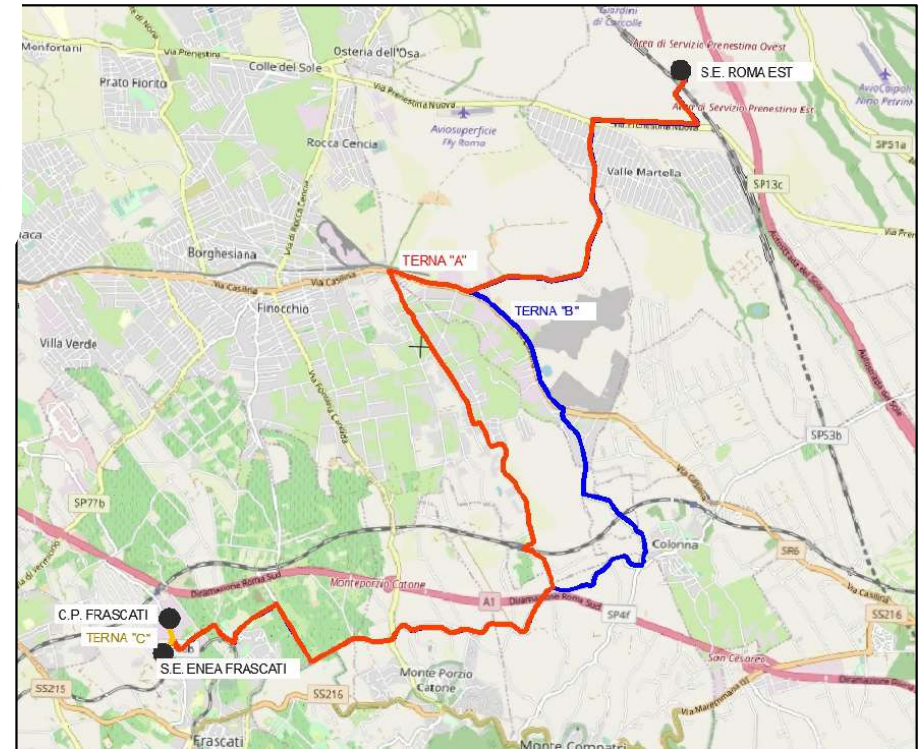
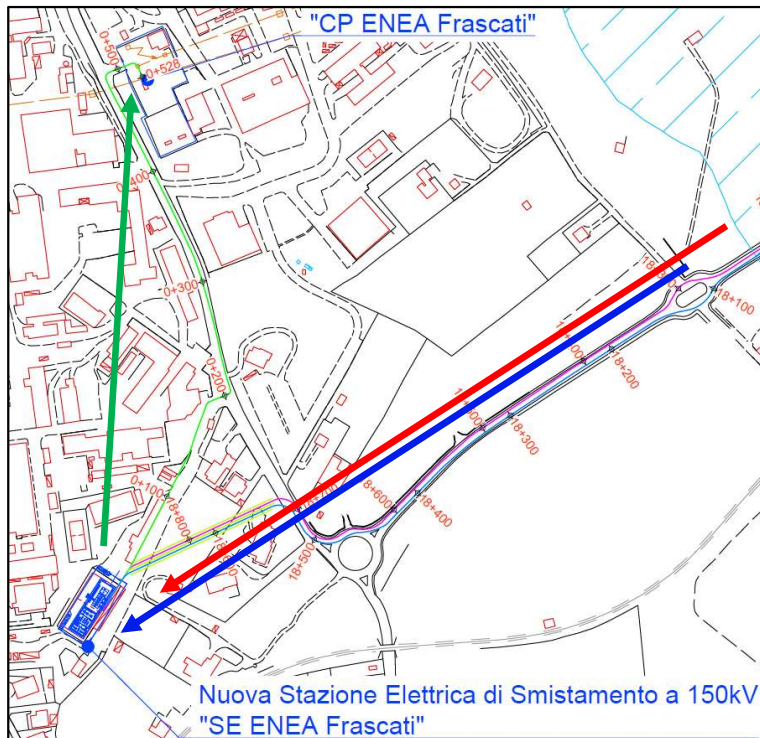
3. Nuova Connessione alla RTN del C.R. ENEA



COMUNICATO
STAMPA

Media Relations
Tel. +39 06 83139081
Fax +39 06 83138372
e-mail: ufficio.stampa@terna.it

TERNA: AUTORIZZATO IL NUOVO COLLEGAMENTO IN CAVO "ROMA EST- ENEA FRASCATI"



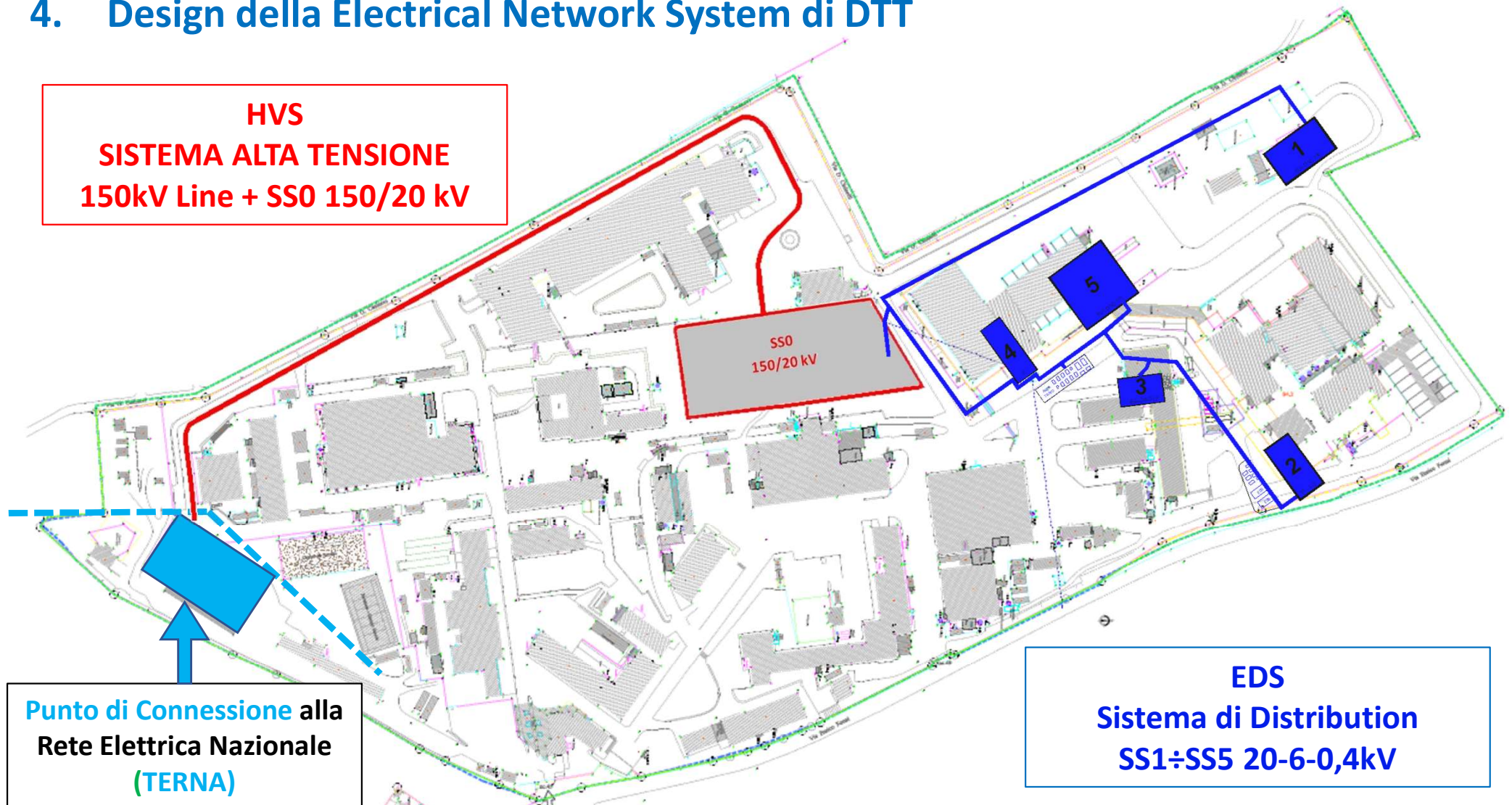
Potenziamento della RTN:

- n.2 ATR in CP Roma EST per 650MVA
- n.2 Nuove Linee interrate 15km
- Nuova Stazione di Smistamento SE ENEA Frascati
- Nuova interconnessione con CP ENEA Frascati

Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT



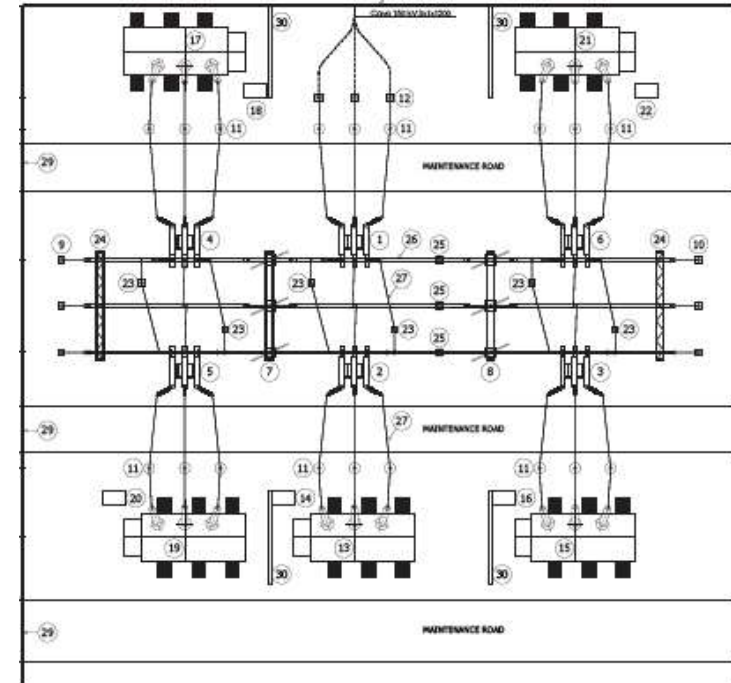
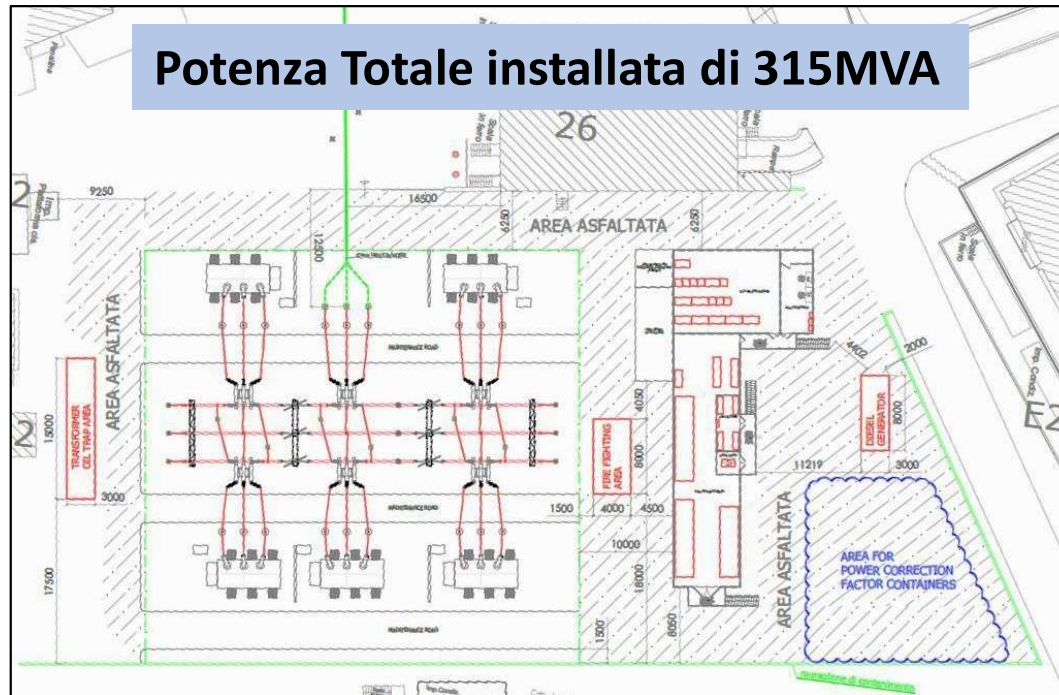
ENS (Electrical Network Systems) = **HVS** (High Voltage System) + **EDS** (Electrical Distribution System)

Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT

HVS



Sottostazione “SS0” Si sviluppa su un area di circa 4’800 m² consta di:

- n. 5 trasformatori 150kV/20kV - $S_n = 63\text{MVA}$ - $V_{cc}\% = 12,5\%$
- n. 6 interruttori a 150kV
- n. 28 interruttori a 20kV
- Locale tecnico e Sala Controllo
- Area Impianto di Rifasamento

HVS

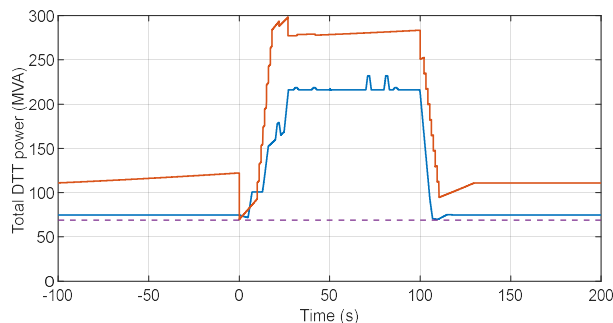


Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT

EDS



Architettura del sistema di distribuzione è suddivisa tra carichi:

- “quasi stazionari o lentamente variabili”
Steady-State Electrical Network (SSEN)
- fortemente variabili cosiddetti “pulsati”
Pulsed-Power Electrical Distribution (PPED)

Principali Carichi SSEN

- TF Power Supply
- Cooling System
- Cryogenic plant
- Vacuum pumps
- Other Auxiliary Systems

<40MVA

20 kV
6 kV
400 V

Principali Carichi PPEN

- Power Supply System **50MVA**
CS, PF, VS, DIV, NACoil
- NBI Power Supply **60MVA**
- ECRH Power Supply **90MVA**
- ICRH Power supply **20MVA**

20 kV

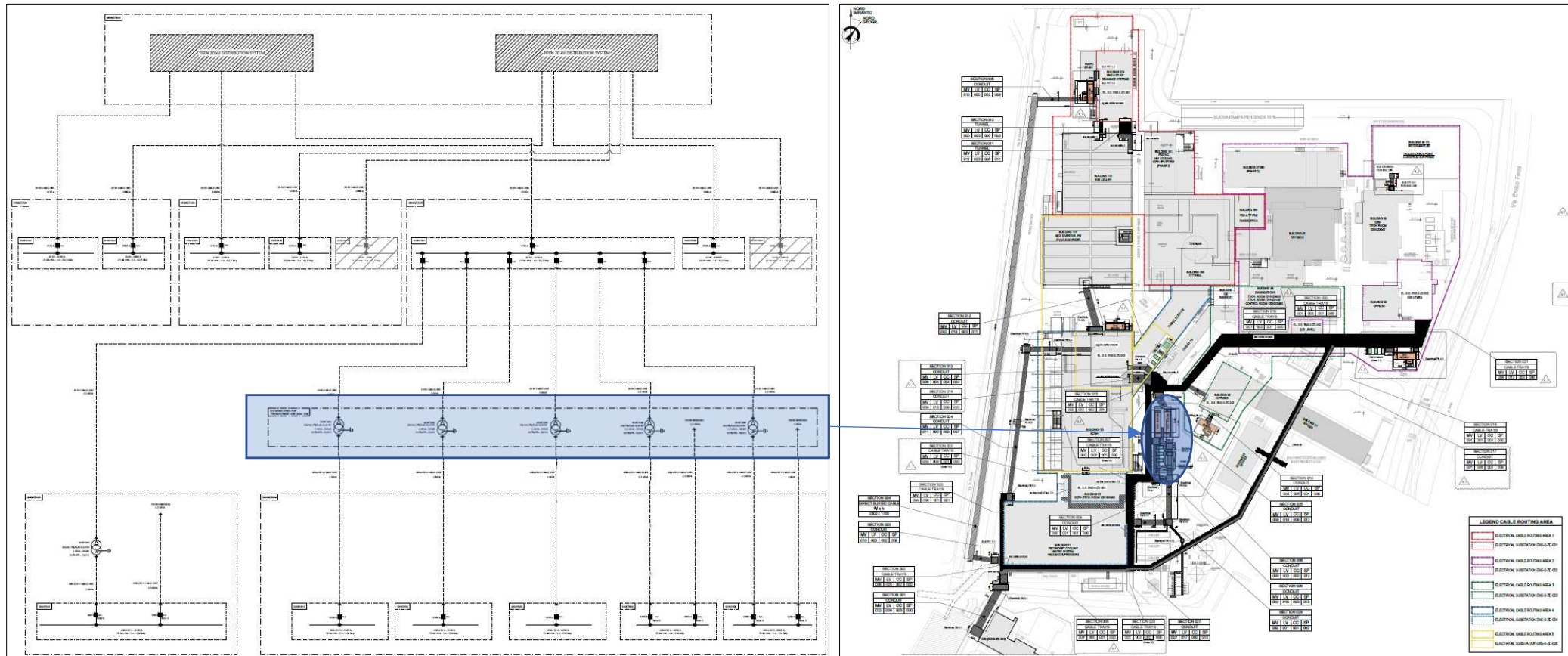
~220MVA

Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT

EDS



Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT

LOADs

Principali Carichi SSEN

- TF Power Supply
- Cooling System
- Cryogenic plant
- Vacuum pumps
- Other Auxiliary Systems

20 kV
6 kV
400 V

<40MVA

Principali Carichi PPEN

- Power Supply System **50MVA**
CS, PF, VS, DIV, NACoil
- NBI Power Supply **60MVA**
- ECRH Power Supply **90MVA**
- ICRH Power supply **20MVA**

20 kV

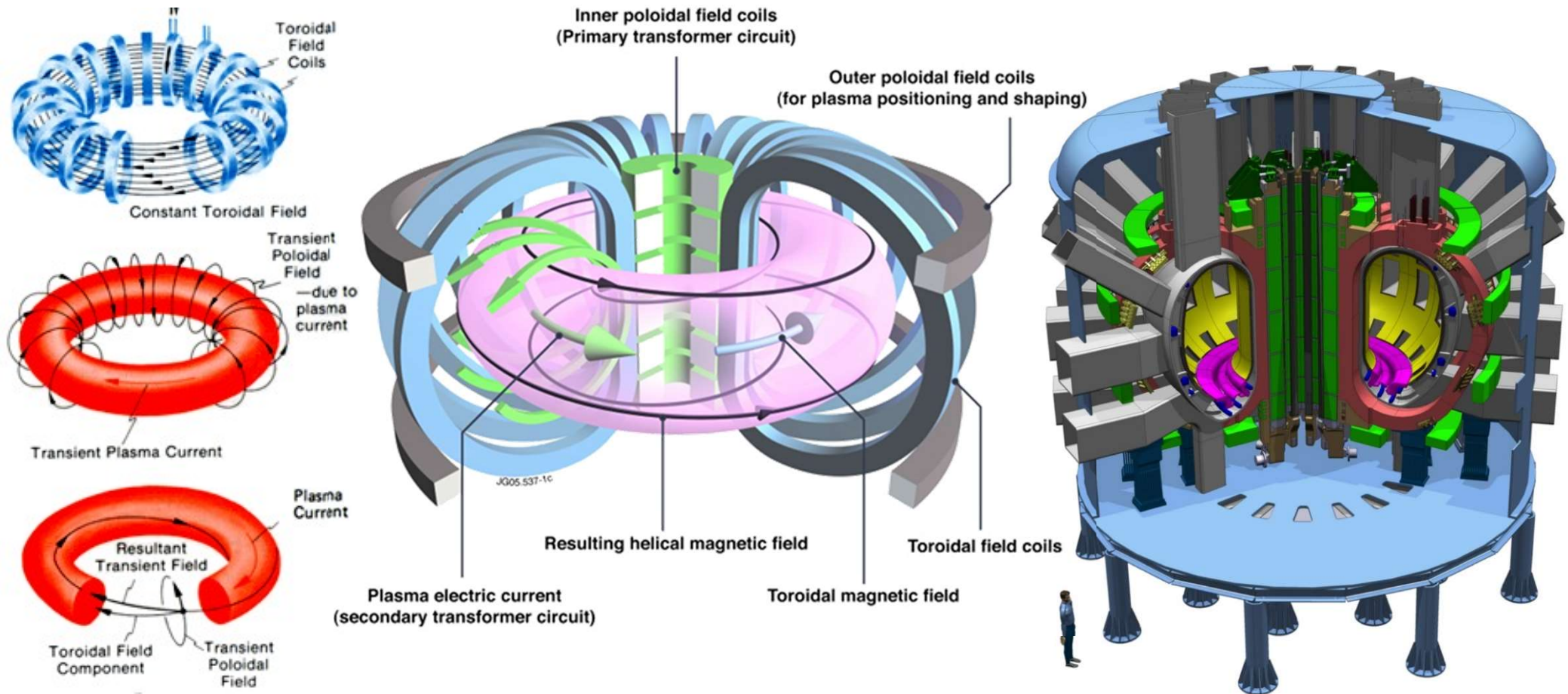
~220MVA

Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT

LOADs



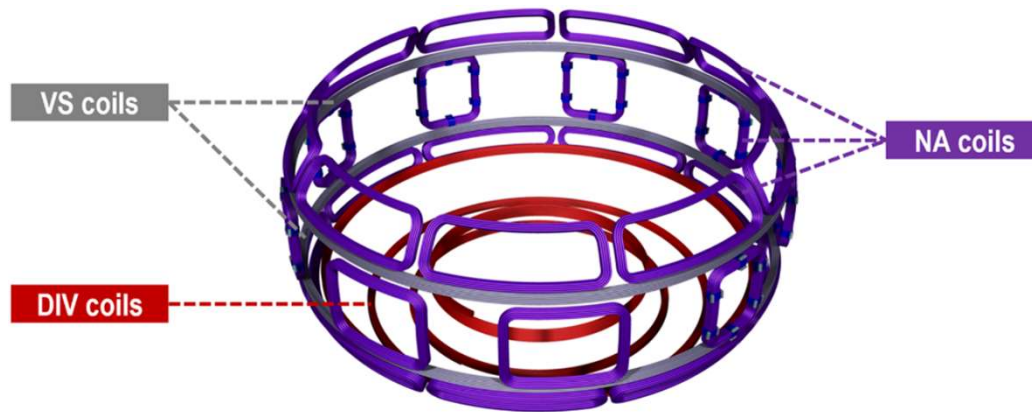
Cenni sul confinamento magnetico

Electrical Network System



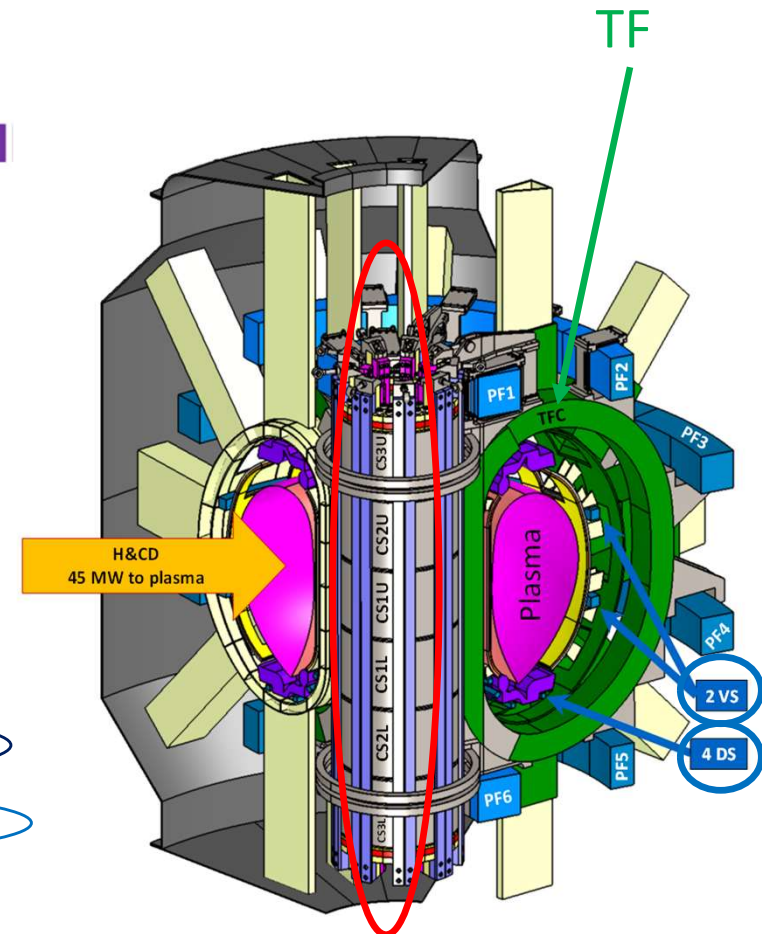
4. Design della Electrical Network System di DTT

LOADs



- **Power Supplies per i magneti di circa 50MW:**

- 6 moduli superconduttori del CS
- 6 magneti superconduttori classificati come PF
- Stabilizzatori verticali (VS) e del divertore (DIV)
- 27 Non Axisymmetric coils
- 18 magneti toroidali (TF)



PSS alimentano correnti unidirezionali fino a 40kA

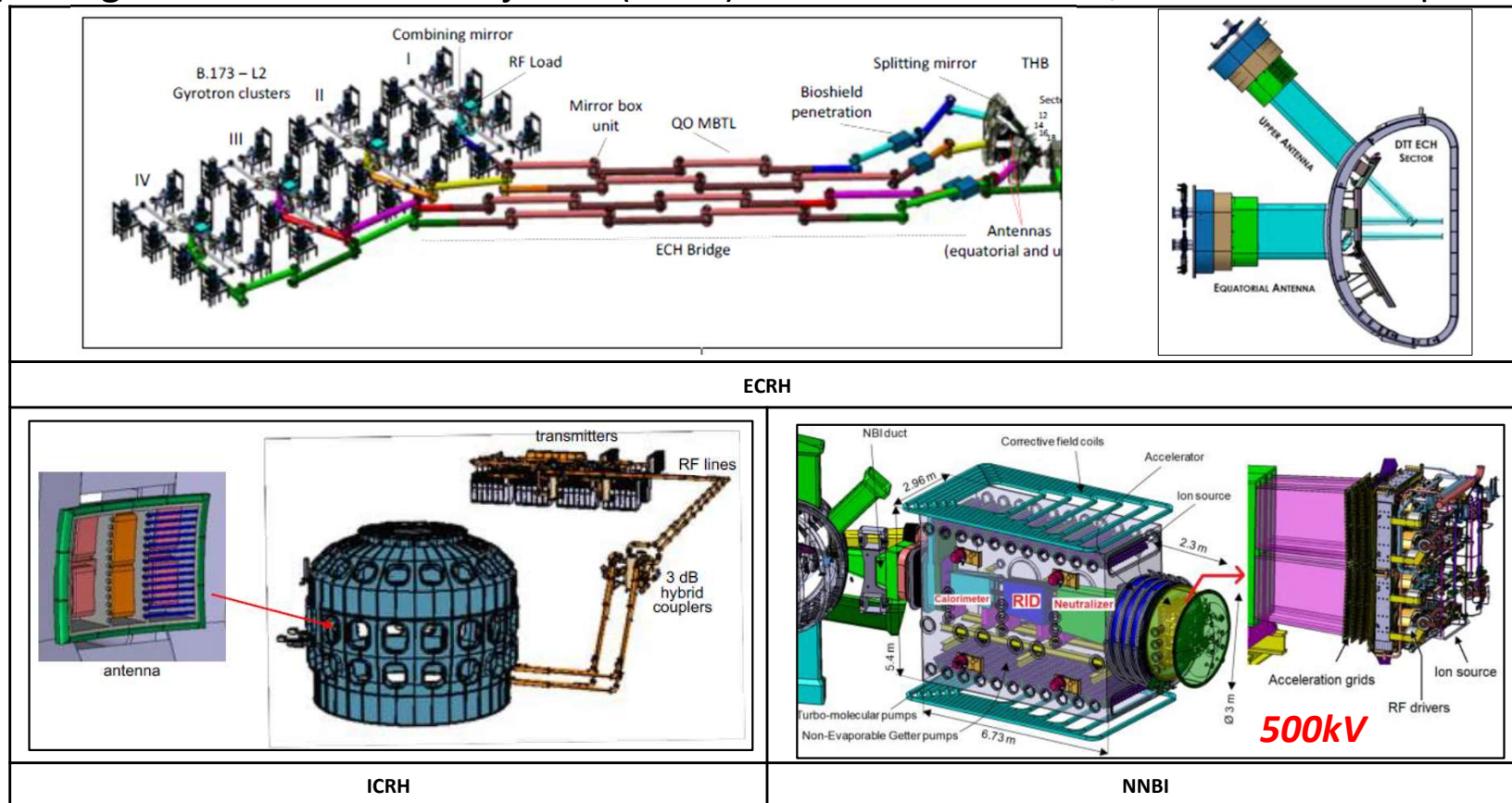
Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT

LOADs

- **Power Supplies per Heating and Current Drive (H&CD) per circa 220MW_elettrici:**
 - a) Electron Cyclotron Resonance Heating (**ECRH**): 32MW installati e 28,8 MW trasferiti al plasma
 - b) Ion Cyclotron Resonance Heating (**ICRH**): 8 MW installati e 6 MW trasferiti al plasma
 - c) Negative Neutral Beam Injector (**NNBI**): 10 MW installati e 9,5 MW trasferiti al plasma



Electrical Network System



4. Design della Electrical Network System di DTT

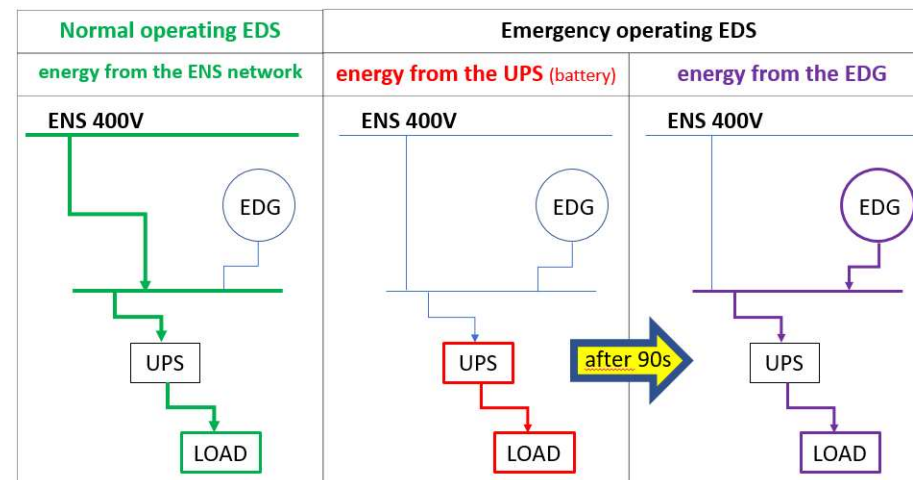
LOADs

Classificazione dei carichi

- Normali
- Safety Important Class (**SIC**)
- Investment Protection (**IP**)

Continuità di esercizio con alimentazione di emergenza e sicurezza:

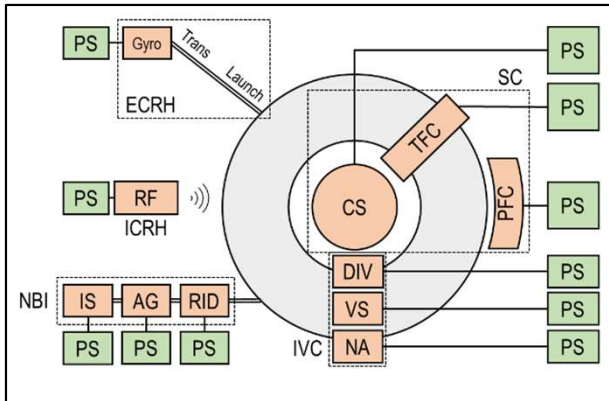
- Generatori Diesel **EDG** per circa **4MW**
- Gruppi di continuità **UPS** per circa **2MW**



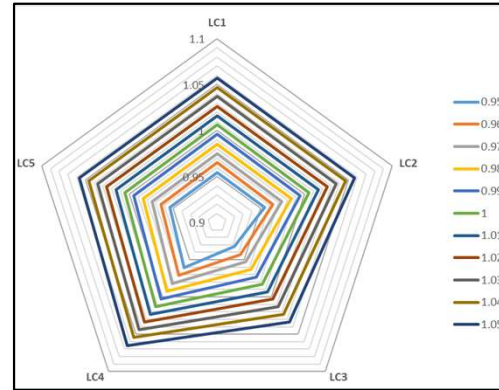
Electrical Network System



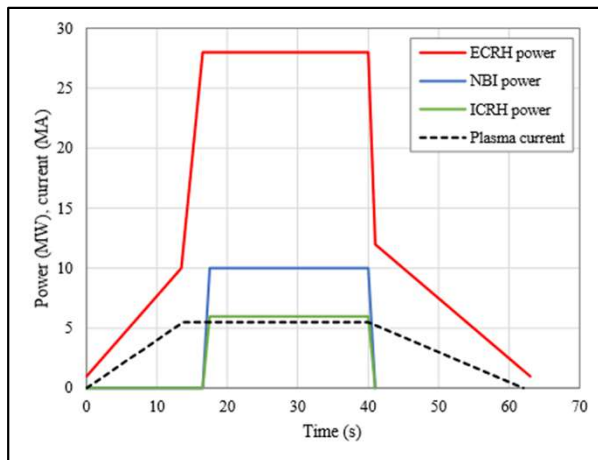
5. Impatto dell'impianto sulla rete elettrica – Analisi dei Transitori



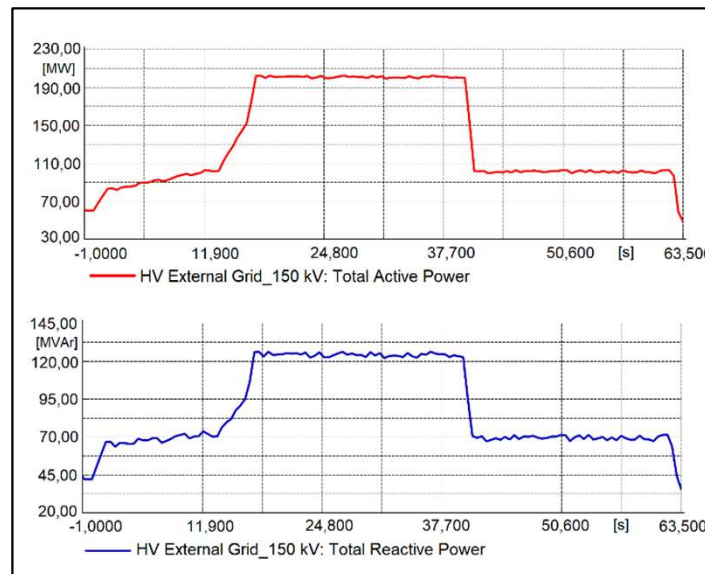
Carichi Pulsati: H&CD e PSS systems



Limiti di funzionamento ENS(V_{RTN})



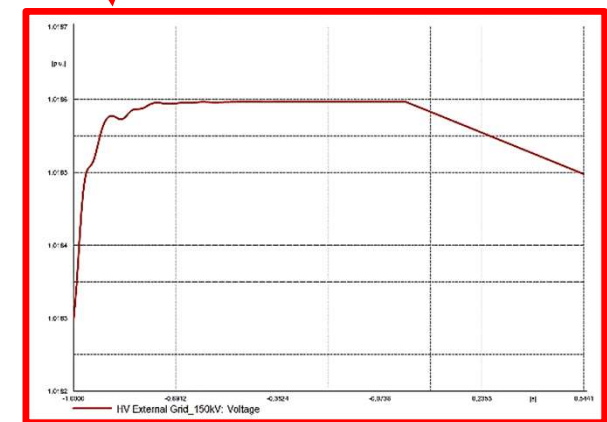
Scenario di riferimento del plasma



Potenze nel punto di connessione RTN



Perturbazione V al nodo RTN



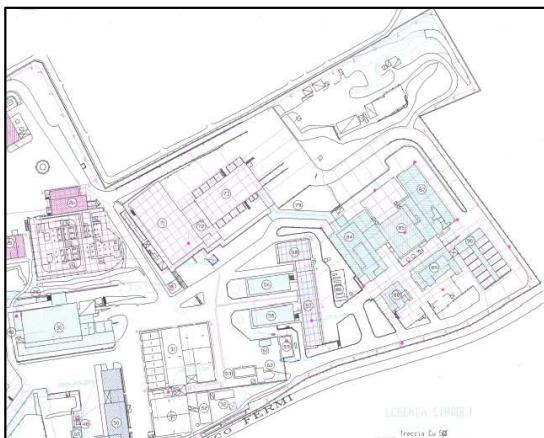
Dettaglio Perturbazione V al nodo RTN

Electrical Network System



6. Sicurezza Elettrica: Impianto di Messa a Terra - VV.F. – Campi EM

Impianto di Messa a Terra



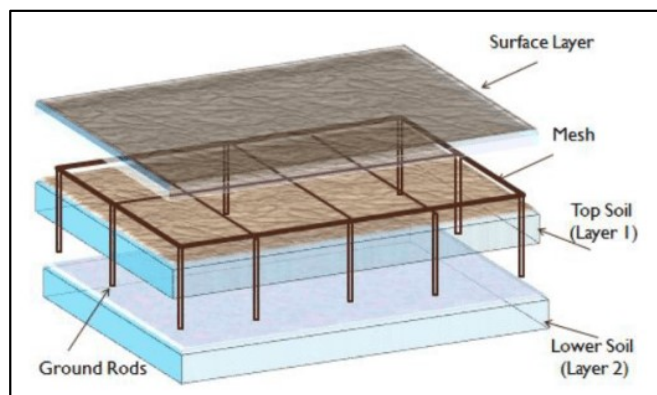
Rete di Terra Esistente



Rete di Terra di Progetto HVS



Rete di Terra di Progetto EDS



Rete di Terra Nuovi Edifici



Isolamento delle masse nella tourus hall ecc...

Electrical Network System



6. Sicurezza Elettrica: Impianto di Messa a Terra - VV.F. – Campi EM

Analisi Prevenzione Incendio Sottostazione HV:

DM 15 luglio 2014 e Testo coordinato Maggio 2021, DPR n.151/2011

Ipotesi:

Trasformatore AT/MT

$S_n = 63 \text{ MVA}$

$V_{olio} = 32 \text{ m}^3$

x n.5 Trasformatori

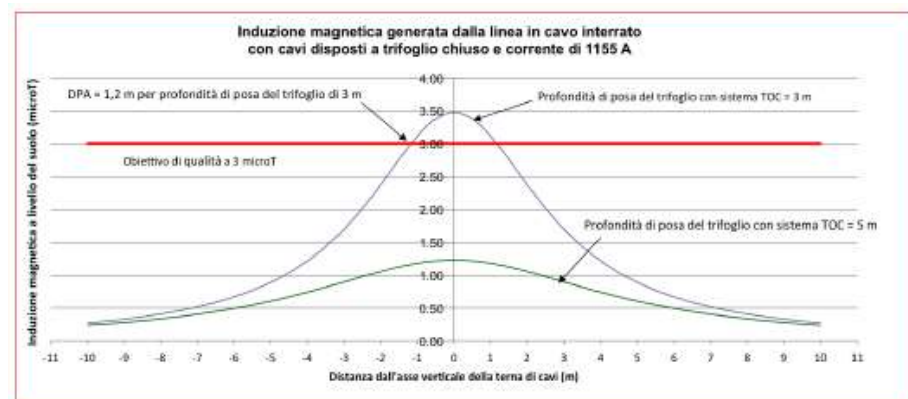
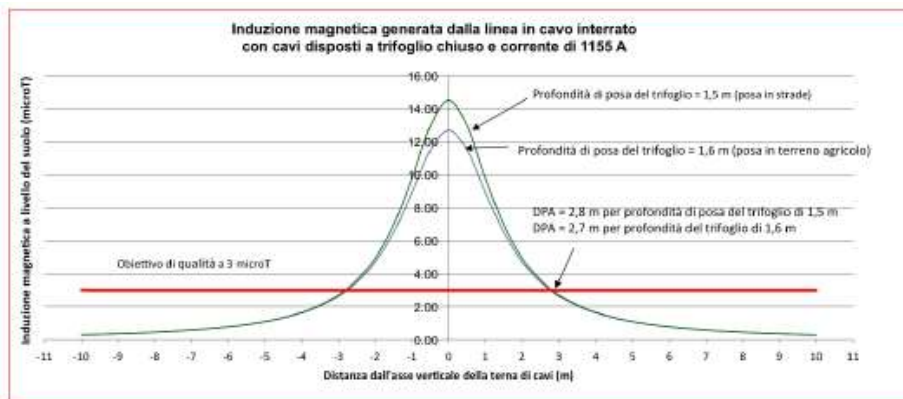
ATTIVITA' VVF N°: 48.1.B

Vincoli:

- Distanze.....30m (15m)
- Capacità Vasca raccolta olio
- Accessibilità Area

Verifica Distanza di Prima Approssimazione (DPA) per posa cavo 150kV:

DM 29.05.08, L. n.36 del 22-2-2001, DPCM 8/7/2003



5 kV/m
3μT



Ordine degli Ingegneri
della Provincia
di Roma



Electrical Network System

Roberto Romano

Ing. Roberto Romano

Responsabile Sistema Elettrico di DTT
roberto.romano@dtproject.it

Thank you for attention

DTT Consortium (DTT S.C.a r.l. Via E. Fermi 45 I-00044 Frascati (Roma) Italy)

