

WP20 – Electrical Installations

Review Panel

- Il contesto impiantistico
- Limiti di competenza del Definitivo in analisi
- L'analisi dei carichi di progetto
- Criticità dell'impianto e studi in corso

- Gli impianti elettrici dei Laboratori sono alimentati in alta tensione a 150 kV dalla rete pubblica mediante la stazione elettrica 150/20 kV, di proprietà INFN.
- La cabina di consegna AT è adiacente alla nostra stazione ed è a sua volta alimentata in entrata dalla rete di distribuzione pubblica.

La rete AT pubblica (TERNA) è in fase di sviluppo per il progetto DTT di ENEA con un nuovo collegamento primario con una STAZIONE AAT

Stazione AT/MT

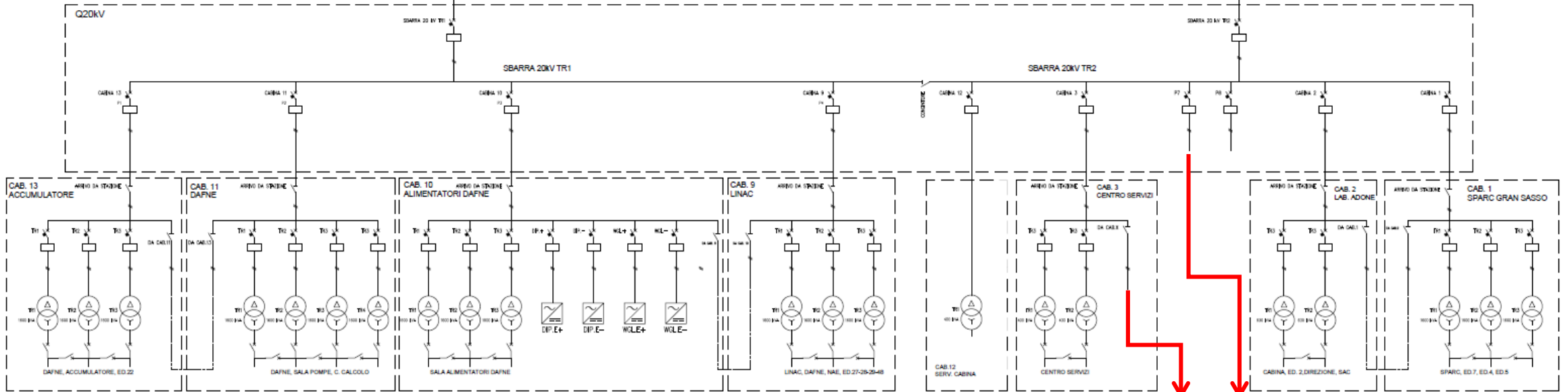
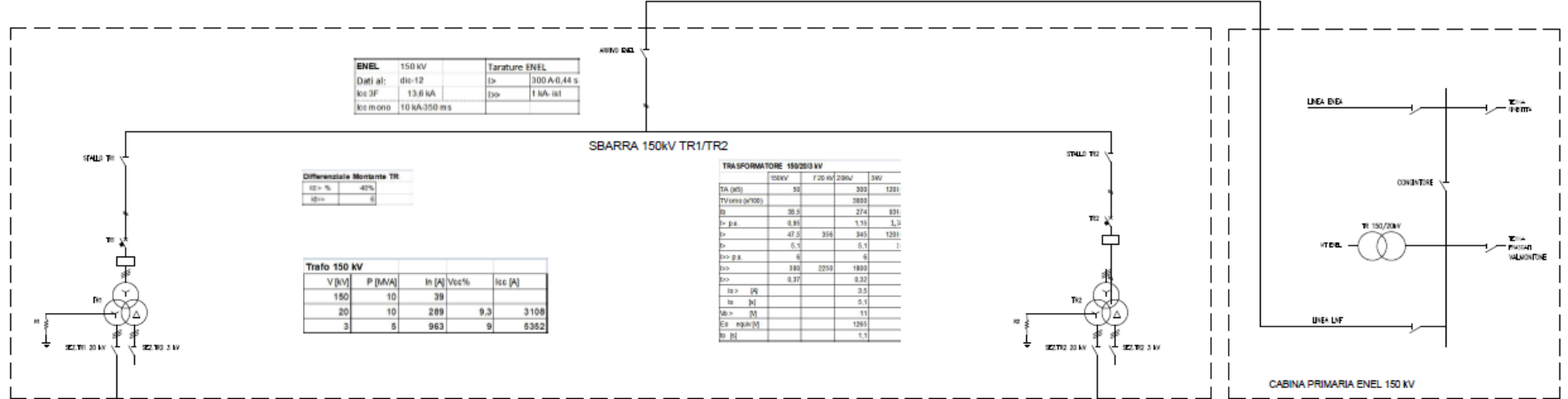
- La Stazione AT INFN è equipaggiata con due trasformatori da 10 MVA con variatore di rapporto sotto carico; normalmente funzionano uno di riserva all'altro. Lo stallo AT è isolato in aria.
- La Stazione è stata realizzata in occasione del progetto Dafne nel 1993.
- Le protezioni di montante a 150 e 20 kV sono state da poco sostituite con protezioni digitali i RET ABB. Le partenze MT sono invece protette da relè statici FIR del '94.
- Attualmente sono in servizio 8 cabine.
- Il sistema a 20 kV è esercito con neutro a terra su resistenza, la corrente di guasto a terra è limitata a 40 A.



Il QMT a 20 kV-630A, in esecuzione blindata, con interruttori ABB in SF6, inizialmente concepito con 6 partenze, è stato ampliato successivamente a 10 partenze, con due attualmente disponibili come riserve.

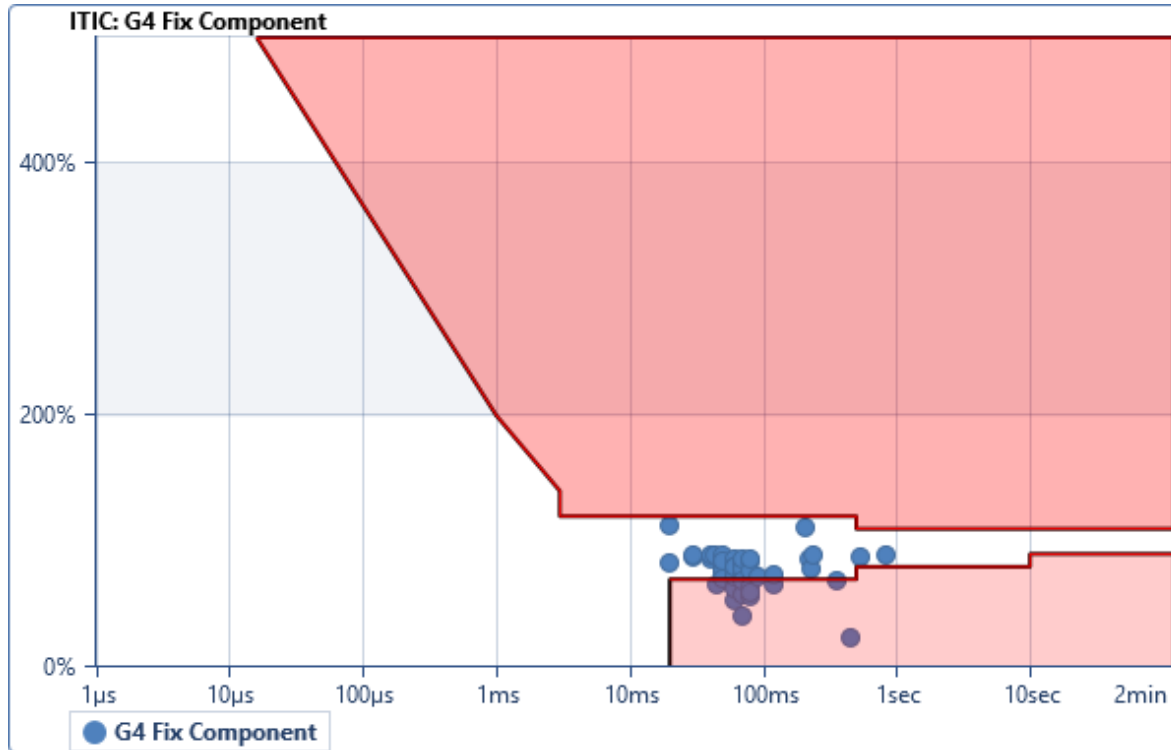
Cavi 20 kV				
	Feeder	Trafo	Wiggler	Cab. 1-2
S [mmq]	185	95	35	50
tz [A]	443	306	190	215
I _{comax} 1s [kA]	28	14	5	5
(KS) ² ·2 (E ² ·6)	810	184	21	59
I _{cc} linea [kA]	6.2	6.2	6.2	6.2
t _{max} [s]	21.07	4.79	0.55	1.53

CABINE 20 kV 10-11-13				
	TRAFIO 10000kVA		WIGGLER(Dipoli)	
	MT Separi	BT Cabina	Aliment	
TA (kV)	50	2500	50	50
I _b	46	2300	42	42
I _{cc} p.u.	1.2	0.82	0.85	
I _{cc}	60	2300	50	42.5
I _{cc} [A]	0.3	0.2	1	0
Curva	WT	DT2m	DT	DT
I _{cc} > p.u.	8.35	1.5	6	2.5
I _{cc} > [A]	500	3450	300	150
I _{cc} > s	WT	0.1	0.1	0.3
I _{cc} BT > [A]	1	0.1		
I _{cc} > [A]	1	0.1		
Curva	WT	WT		DT
I _{cc} > > [A]	20	2		
I _{cc} > > [A]	0.3	0.2		
I _{cc} [A]	18000			15000
I _{cc} [A]	0.2			0.1



Cabina Eupraxia

Dati PQ DAL 10/3/21 al 13/12/21



Strumento: ELSPEC G4400 installato su arrivo linea AT

Dips and Interruptions

Value (% from ref.)	Duration (ms)				
	10 < t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90 > u ≥ 80	25	4	0	0	0
80 > u ≥ 70	14	1	0	0	0
70 > u ≥ 40	11	1	0	0	0
▶ 40 > u ≥ 5	1	1	0	0	0
5 > u	0	0	0	0	0

Swells

Value (% from ref.)	Duration (ms)		
	10 < t ≤ 500	500 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
▶ u ≥ 120	0	0	0
120 > u > 110	2	0	0

Dati aggregati in 6 h

Value (% from ref.)	Duration (ms)				
	10 < t ≤ 200	200 < t ≤ 500	500 < t ≤ 1000	1000 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
90 > u ≥ 80	10	5	0	0	0
80 > u ≥ 70	3	1	0	0	0
70 > u ≥ 40	3	1	0	1	1
40 > u ≥ 5	1	1	0	0	0
5 > u	0	0	0	0	0

Value (% from ref.)	Duration (ms)		
	10 < t ≤ 500	500 < t ≤ 5000	5000 < t ≤ 60000
u ≥ 120	0	0	0
120 > u > 110	2	0	0

Registro interruzioni dal 1999 ad oggi della rete MT LNF

Senza preavviso

- 2 interruzioni da Rete senza preavviso (Black out nazionale 2003, guasto Terna 1/1/21)
- 2 interruzioni brevi/microinterruzioni
- 3 per guasti interni (2 scatto protezioni AT)

Protezioni sostituite nel 2021

Con preavviso

- 18 interruzioni con preavviso di cui 15 richieste da ENEL (durata media 4-8 h)

Il gruppo elettrogeno è utilizzato per la gestione delle interruzioni lunghe, per utenze essenziali

Il gruppo elettrogeno principale da 560 kW presso la Stazione elettrica alimenta le utenze privilegiate dei LNF in 6 punti (Calcolo + utenze essenziali) E' utilizzato oggi al 50% della potenza

Un secondo gruppo elettrogeno da 60 kW a servizio di Sparc – ed 8

Eupraxia: allocati 100 kW del GE principale.

Gli impianti elettrici di competenza della costruzione dell'edificio riguardano:

- alimentazione a 20 kV (da stazione elettrica – partenza esistente)
- Cabina dedicata MT/BT
- Distribuzione elettrica principale, illuminazione, FM
- impianti a servizio del sistema di CDZ
- Alimentazione delle utenze di alta tecnologia: fino alle blindosbarre in prossimità delle utenze.
- Compreso il **sistema di controllo degli impianti**, in parte da integrare con il sistema esistente.

IMPIANTI SPECIALI

- Trasmissione dati: limitatamente alla linea in FO e alla distribuzione funzionale agli impianti.
Esclusi apparati attivi
- Rilevazione incendi -> Sicurezze
- Spegnimento -> Sicurezze e meccanica
- Videosorveglianza -> eliminata. Sarà ampliato l'impianto attuale.
- Telefonia

ESCLUSI:

a) Lavori di completamento

- 1. Alimentazione utenze terminali acceleratore** dai quadri o blindo locali
- 2. Cablaggi:** DC, segnali e interlock acceleratore
- 3. Parte elettrica del cooling dell'acceleratore**

b) Predisposizioni, in attesa di informazioni e successive valutazione

- 1. Filtri di rete o sistemi dinamici di compensazione:**
Nel progetto sono integrate le predisposizioni e lo spazio in locale dedicato. Fornitura degli apparati non compresa nell'appalto.
- 2. DVR** (sistemi di compensazione dei buchi di tensione).

Ricognizione dei carichi Baseline

	KVA
RF power Units	700
Magnet PS	773
Laser	150
Experiemental users	300
Vacuum, electronics and controls	100
Tot machine	2023
Process Cooling	360
HVAC	400
Lighting	30
Services	30
Tot AUX	820
Total Power demand	2843

Evoluzioni in corso

Sviluppi sulle stazioni RF.

Ipotesi sul numero e sul tipo di Klystron, ipotesi ad alta efficienza.

Ipotesi 400 Hz: comporta un aumento di potenza che al momento viene trattato come predisposizione.

Potenze di dimensionamento

RF: 2 linee blindo da 500 kVA (800 A)

Al momento del progetto:

- Gun S- Band (90 kVA)
- RF Deflector S-band (90 kVA)
- 5 X-band (5x120 kVA)

Tot 790 kVA

Massima potenza disponibile

1000 kVA

PS: 3 linee blindo da 430 kVA (630 A)

a) $E_{TL2}=1\text{GeV}$ - $E_{TL3}=1\text{ GeV}$: 562 kVA


b) $E_{TL2}=2\text{GeV}$ - $E_{TL3}=5\text{ GeV}$: 773 kVA

Laser: 2 linee blindo da 170 kVA (250 A)

Rack Room: 2 BS 100 kVA

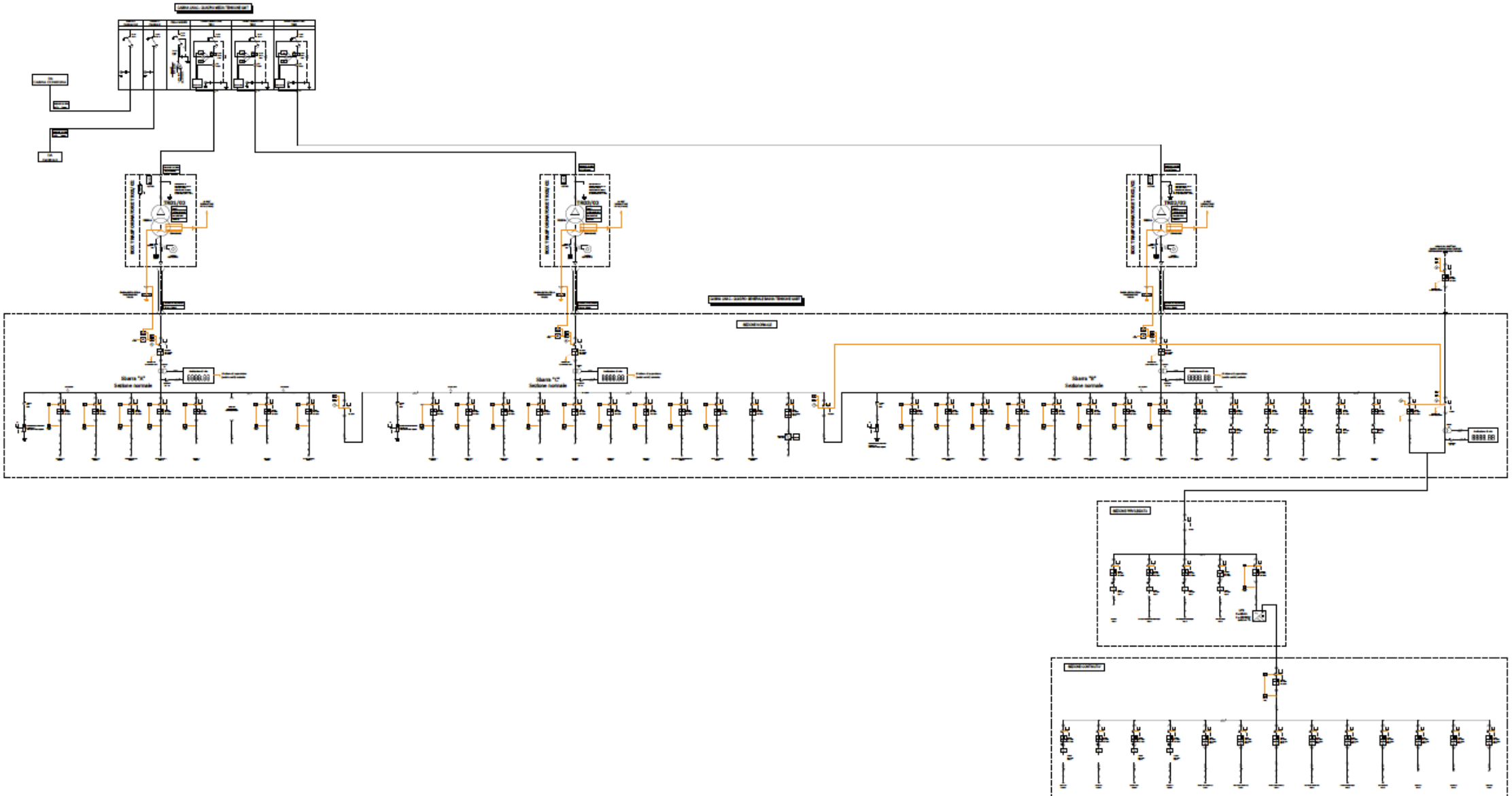
Experimental Hall e Users: BS 400 A (max 300 kW contemporanei)

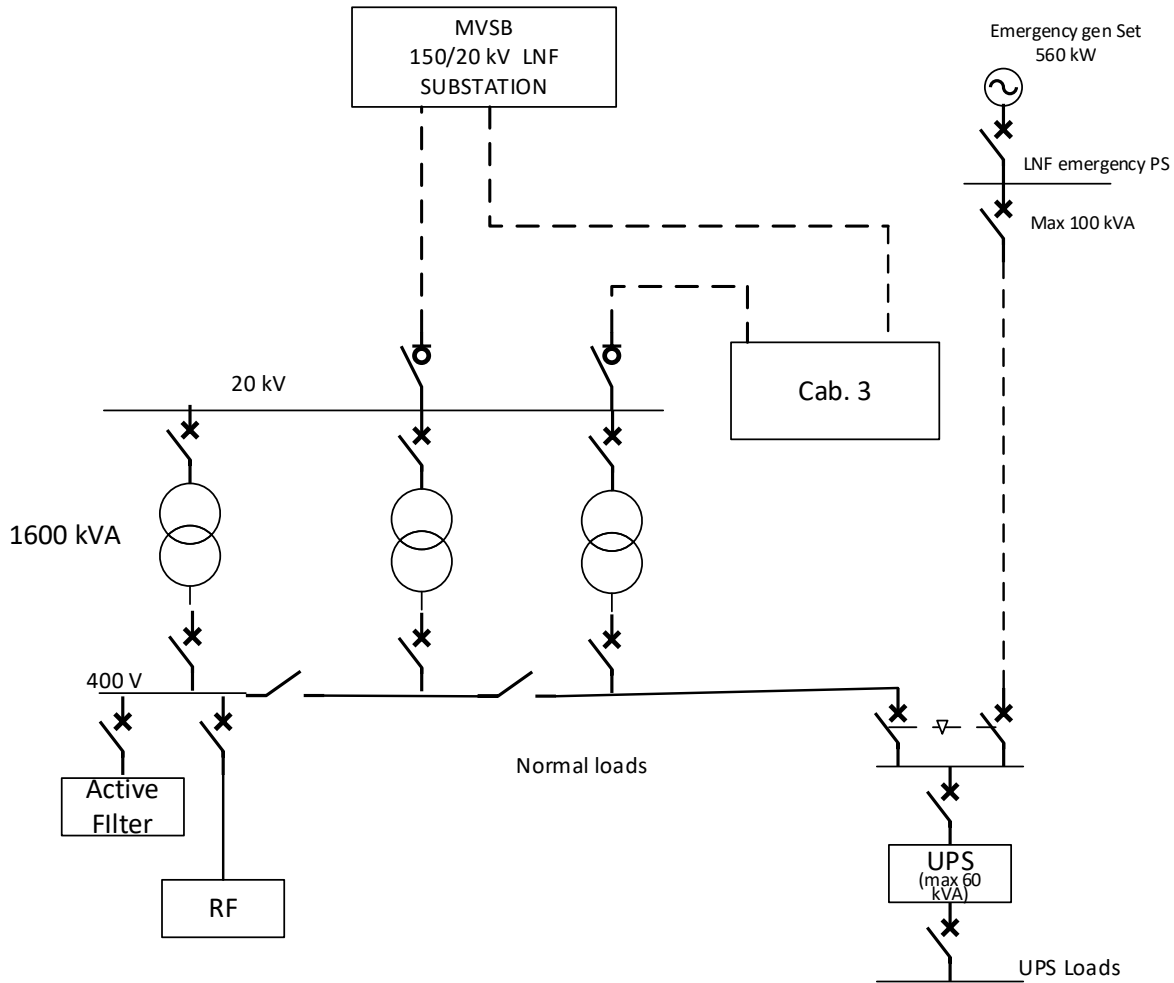
UPS distribuito in tutte le sale (max 60 kVA contemporanei)



Siamo liberi sino alla fine di
cambiare il n. di modulatori e
la posizione

Schema unifilare



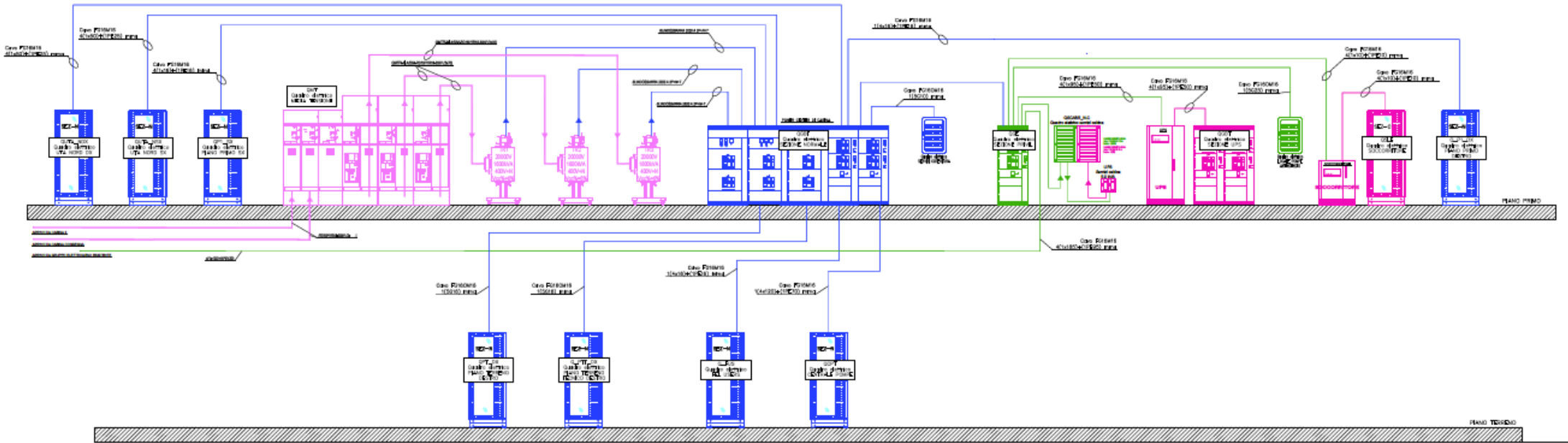


Criteria di dimensionamento e ridondanza

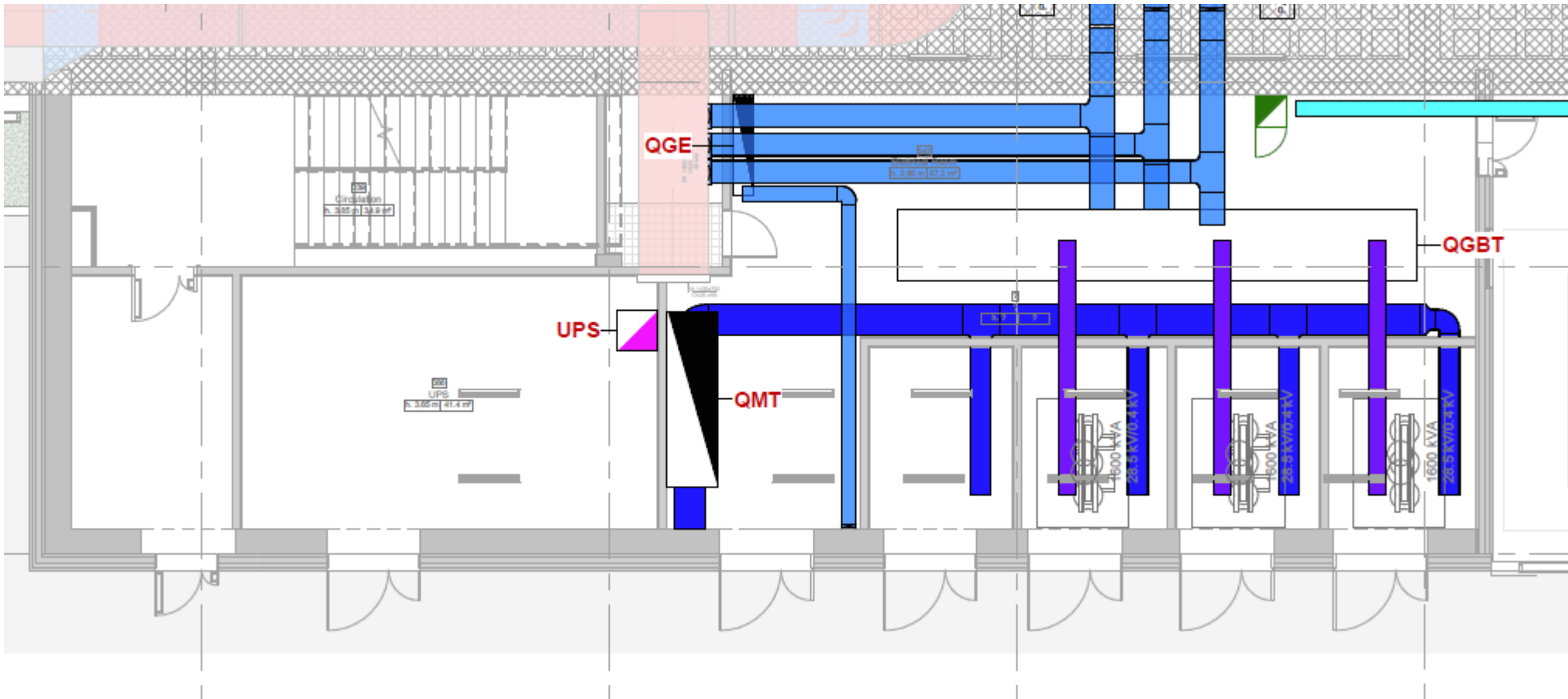
Il livello di ridondanza delle apparecchiature deve essere tale da garantire il funzionamento del sistema in condizioni di indisponibilità di:

- un montante trasformatore MT/BT (guasto trasformatore, interruttori e protezioni MT e BT, montante BT ecc.)
- linea MT interna
- un circuito di illuminazione normale

Schema pianoaltimetrico



Cabina



Distribuzione elettrica

INFN Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
LABORATORI NAZIONALI DI FRASCATI

PROGETTO DEFINITIVO
Realizzazione di un nuovo complesso edilizio EuSPARC per ospitare
la facility EuPRAXIA presso i Laboratori Nazionali di Frascati

STAZIONE APPALTANTE: INFN - Laboratori Nazionali di Frascati
via Enrico Fermi 26 - 03044 Frascati (FR)
Responsabile unico dei procedimenti:
Ing. Simona Innocenzi

PROGETTAZIONE: mytha

Responsabile di progetto:
Ing. Fabio Iozzi

Progettista opere architettoniche:
Arch. Stefano Carini

Progettista opere impiantistiche:
Ing. Stefano Mariani

Progettista opere strutturali:
Ing. Luca Giordano

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione:
Ing. Luca Giordano

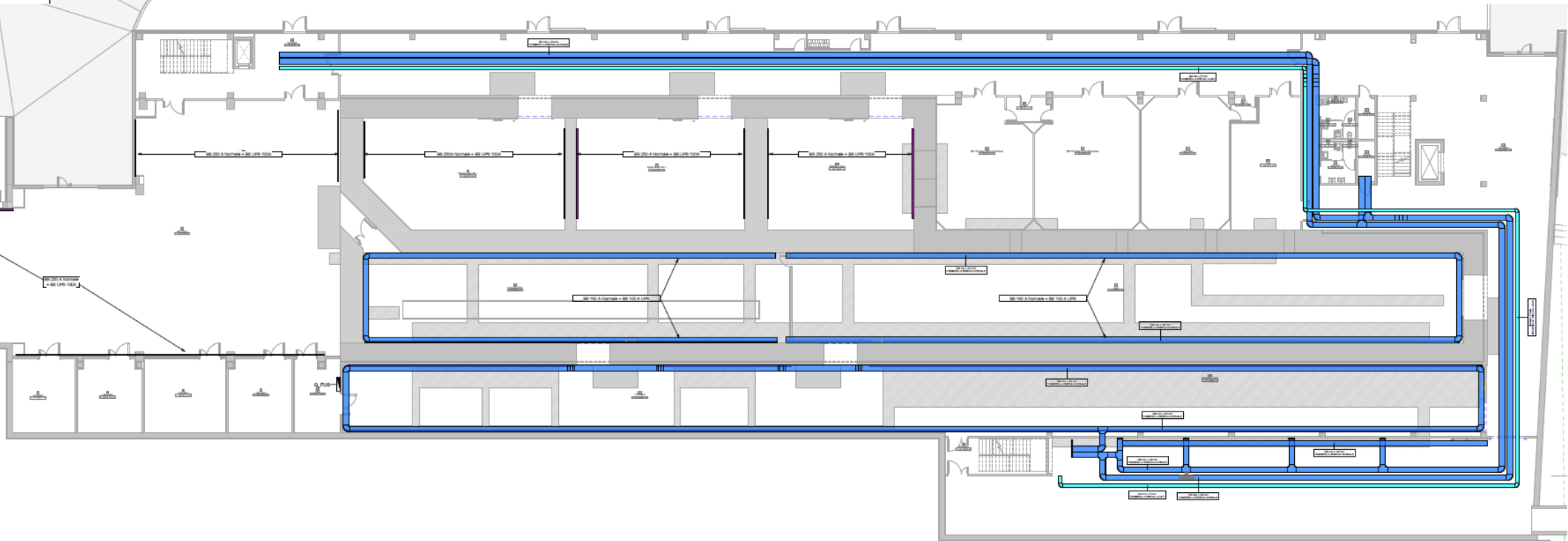
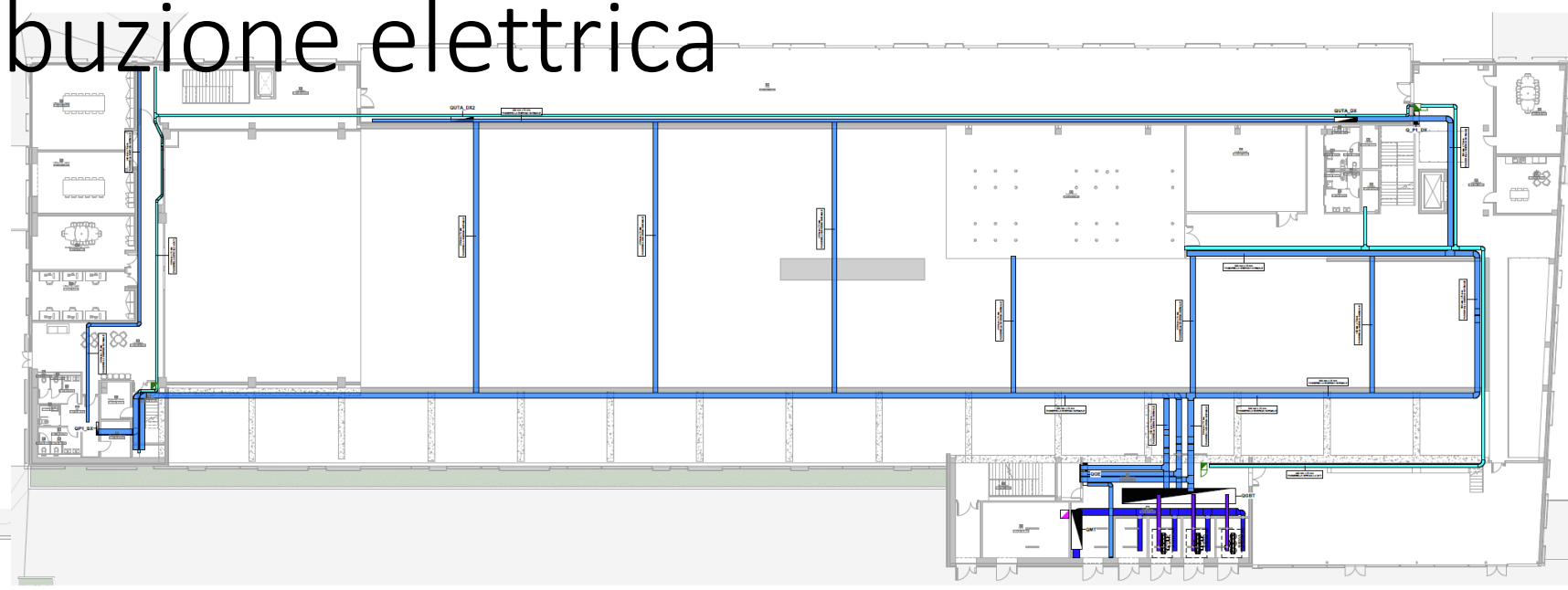
Progettista incaricato per la progettazione antincendio:
Ing. Fabio Iozzi

Discipline di progetto:
PROGETTO IMPIANTO ELETTRICO

Elaborato:
Pianta piano terra - Distribuzione generale

04EL.P0.PNT.200

REV. N°	DATA REV.	SCALA:	ORIGINALE:
		1:100	Date: 30/07/2021

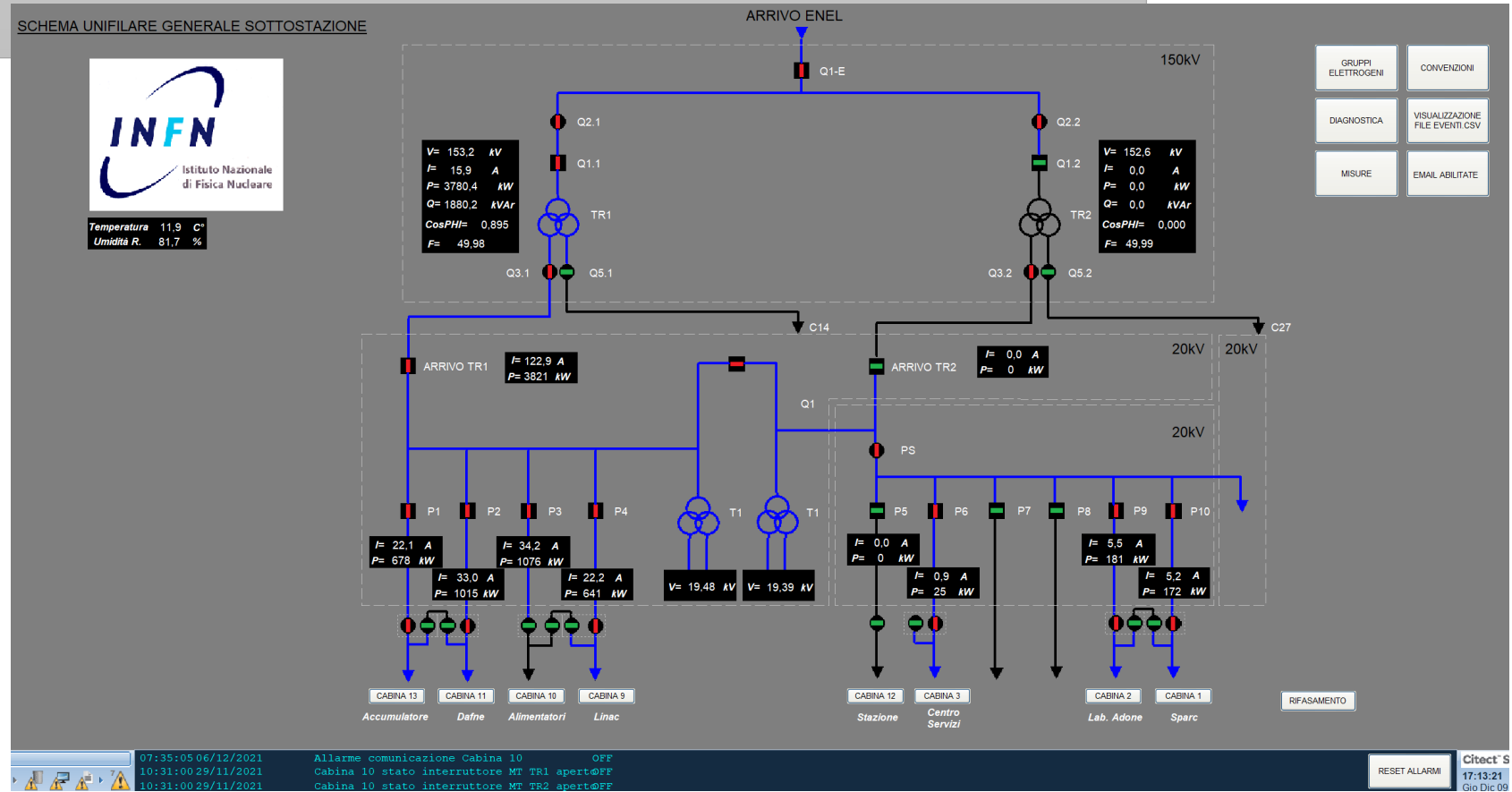


Integrazione nel sistema di supervisione

- Il sistema di controllo della stazione elettrica e delle 8 cabine, PLC e relativo sistema di supervisione, è stato completamente rinnovato nel 2020.
- La gestione della stazione elettrica è completamente operata tramite supervisore, mentre per le cabine ci si limita alla lettura delle misure, stati ed allarmi.

PLC: M340 Schneider

SCADA: Vijeo Citect



- Impianti tecnologici oggetto dell'appalto (impianti elettrici di distribuzione e CDZ)
- Impianti elettrici MT/BT (Cabina) da integrare nel sistema LNF
- Sistemi di gestione energetica
- Impianti cooling acceleratore

Richiesta ai progettisti di realizzare i sistemi di automazione sulla base di sistemi industriali (PLC) e non di BMS né sistemi proprietari.

L'uniformità della scelta delle apparecchiature ci consentirà una autonomia in fase di gestione dei sistemi

Creare i presupposti da sviluppare nella successiva fase di progettazione esecutiva

La rete di terra è interconnessa in tutta l'area dei LNF

Per la riduzione dei disturbi si utilizza una rete equipotenziale diffusa, integrata nelle strutture dell'edificio

Ferri di armatura di fondazione utilizzati come dispersori

Ferri di armatura e reti elettrosaldate da utilizzare per la realizzazione del piano equipotenziale dei locali dell'acceleratore.

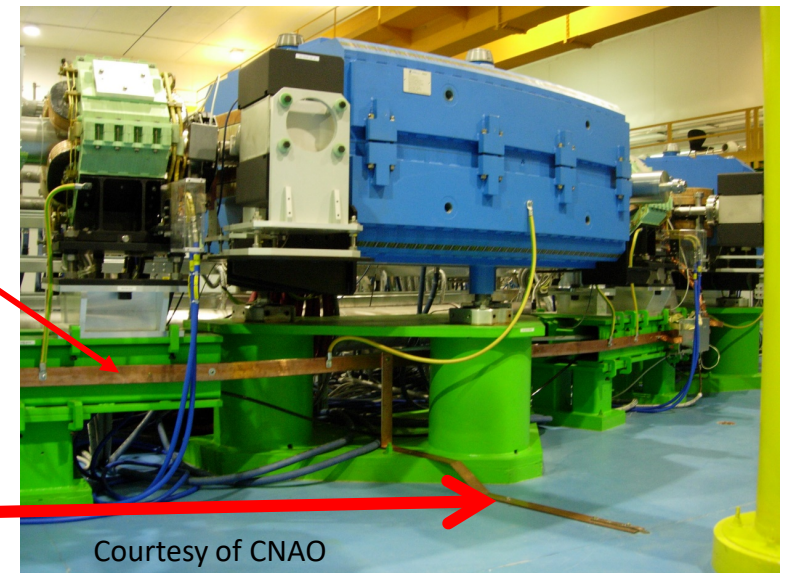
CBN: conduttore equipotenziale accessibile in prossimità degli apparati sensibili predisposto in tutta l'area, e integrato poi sul girder.

Continuità elettrica delle vie cavi

In questa fase l'intervento è limitato alla parte connessa con le opere edili

CBN

Punti di connessione esterni per il collegamento con il sistema equipotenziale dell'edificio.

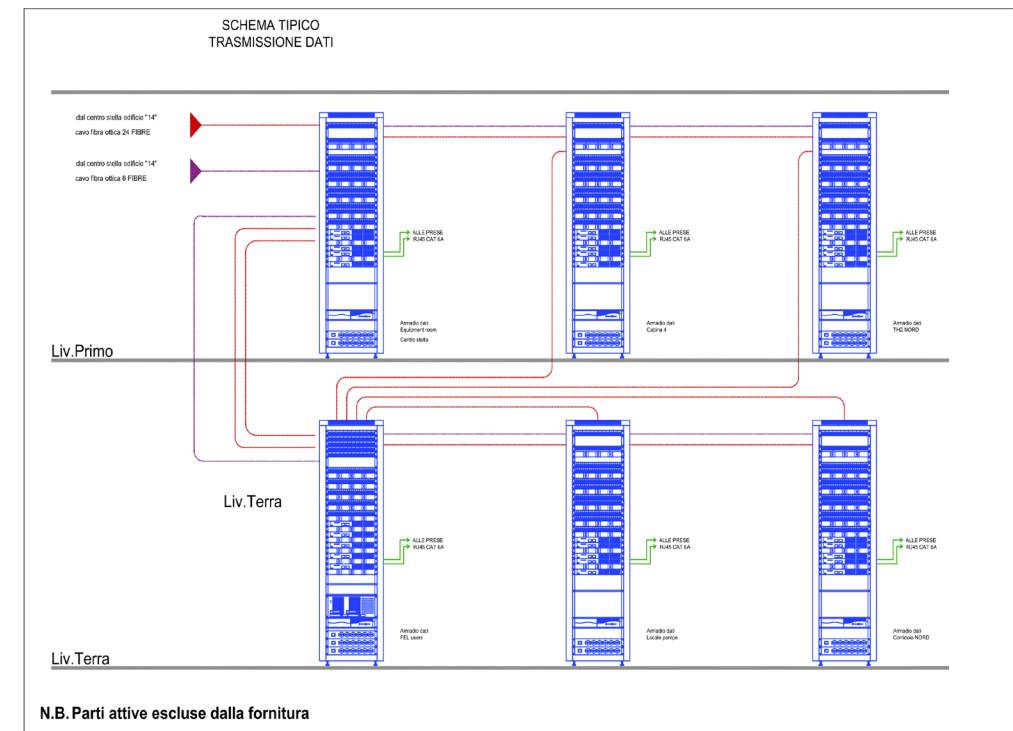


La rete dati per le attrezzature scientifiche deve essere ancora studiata.

La rete comunque serve anche per gli impianti tecnologici, la fonia ecc. e dunque è indispensabile prima della consegna dell'edificio.

- Uplink: FO monomodale 24 coppie, (come abbiamo appena posato per SPARC) verso il calcolo, con cavidotto dati pronto ad ospitare eventuali altri collegamenti
- 6 rack dati di edificio per l'attestazione della fibra e delle attestazioni del cablaggio strutturato base da realizzare

- esclusi gli apparati attivi -> servizio di calcolo
- cablaggio in cat. 6a con un numero minimo di prese dati nei vari locali
- cablaggio verso gli impianti tecnologici oggetto dell'appalto (impianti elettrici e CDZ)
- Spazio disponibile nei rack per ulteriori apparati
- Vie cavi pronte per la successiva distribuzione



Modulatori Scandinova S-Band realizzati per Eurogammas (2015) hanno manifestato un elevatissimo contenuto armonico e carico fortemente squilibrato

Non compatibile con EN 61000-3-12

ScandiNova		Document name			
		FAT Report, M892-4			
Document No	Revision	Rev Author	Approver	Rev Date	Status
DOC-000953	00	PV	LEM	2015-01-19	Approved

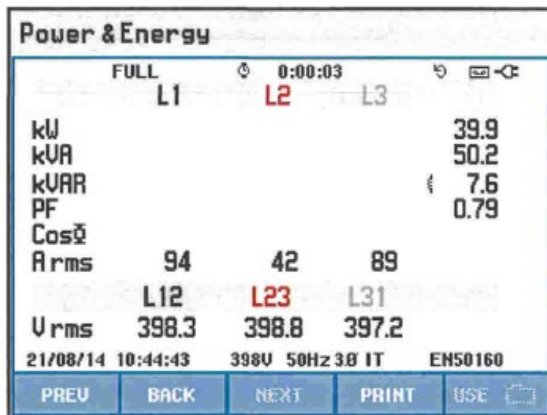
The FFT harmonic spectrum of load current shows odd order harmonics:

I3= 50 %

I5= 50 %

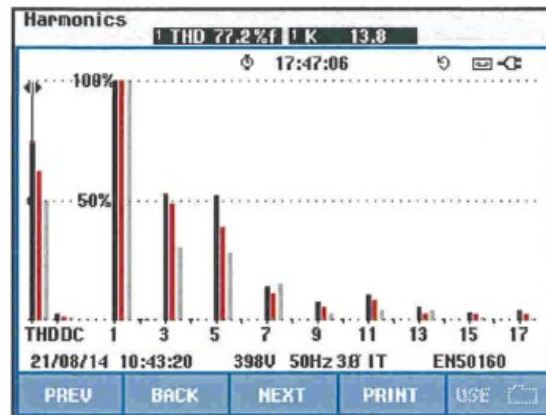
Not expected very high content of low order of harmonics in current

Pic 7:



Three phase power and energy

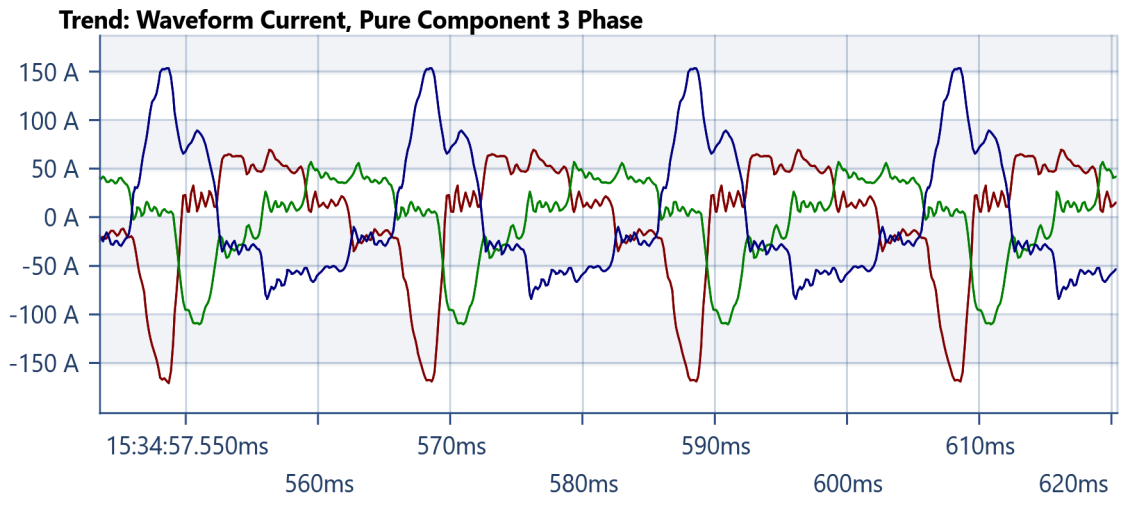
Pic 8:



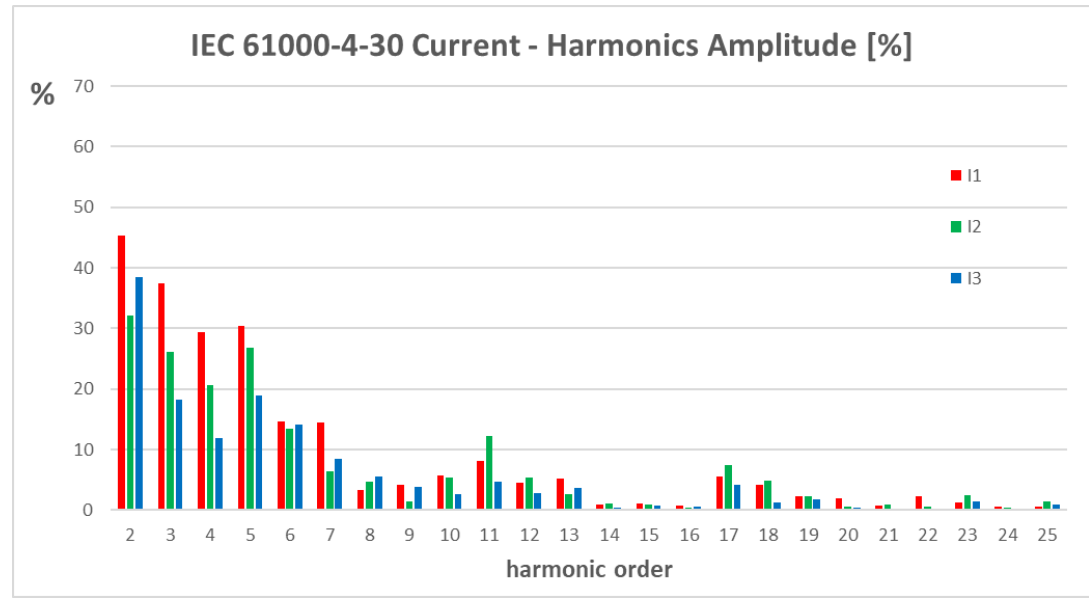
Harmonics

Even order (2nd) too

- Il carico è sostanzialmente monofase (FF)
- Tutti i modulatori sono sincronizzati
- Non è possibile equilibrare i carichi ruotando le fasi tra vari modulatori.

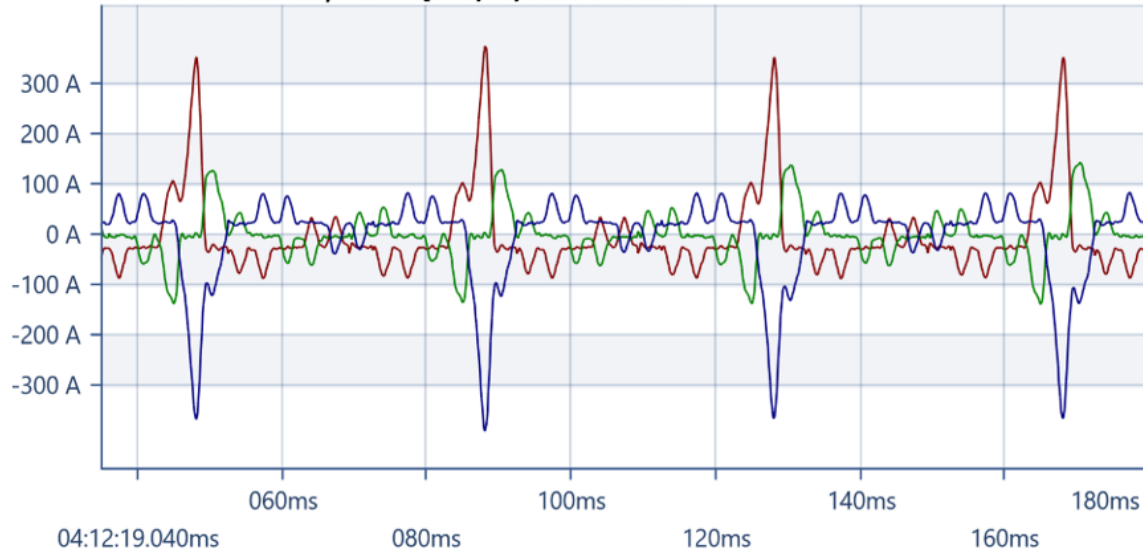


Corrente assorbita dal modulatore Scandinova K400 su klystron CPI @ 50 Hz (Eupraxia 100 Hz)



Allo studio sistemi di compensazione basati su UPS con supercondensatori per il Linac.

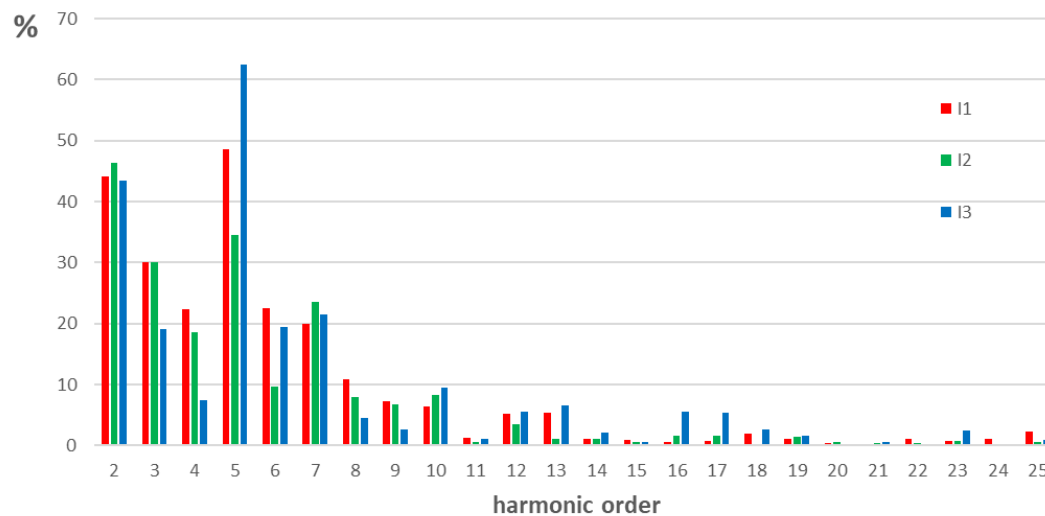
Trend: Waveform Current, Pure PQZ 13/12/2021 11:08:52



Corrente assorbita dai nuovi alimentatori (TDK Lambda) dei modulatori del LINAC di Dafne

- Il carico è sostanzialmente monofase (FF)
- Tutti i modulatori sono sincronizzati
- Non è possibile equilibrare i carichi ruotando le fasi

IEC 61000-4-30 Current - Harmonics Amplitude [%]



Allo studio sistemi di compensazione basati su UPS con supercondensatori per il Linac.

- Nel progetto abbiamo previsto solo la predisposizione impiantistica e gli spazi per eventuali filtri per la compensazione delle armoniche e la riequilibratura dei carichi.
- Per il Linac di Dafne stiamo studiando una soluzione che nel prossimo anno potrebbe essere installata basata su UPS con supercondensatori proposti da alcuni costruttori.
- L'effettiva necessità dipenderà dalla soluzione che sarà presentata da chi si aggiudicherà la gara per i modulatori (che oggi non esistono commercialmente)
- Nel planning è prevista una task di studio e procurement che parte a seguito dell'approvazione del progetto del primo prototipo di modulatore.

IMMUNIZZAZIONE

L'utilizzo di apparecchiature conformi alle normative CE con livelli di immunità ordinari, limita a pochi eventi l'anno il tasso di malfunzionamento dovuto ai buchi di tensione.

Riferimento: CEI EN-61000-2-2

COMPENSAZIONE

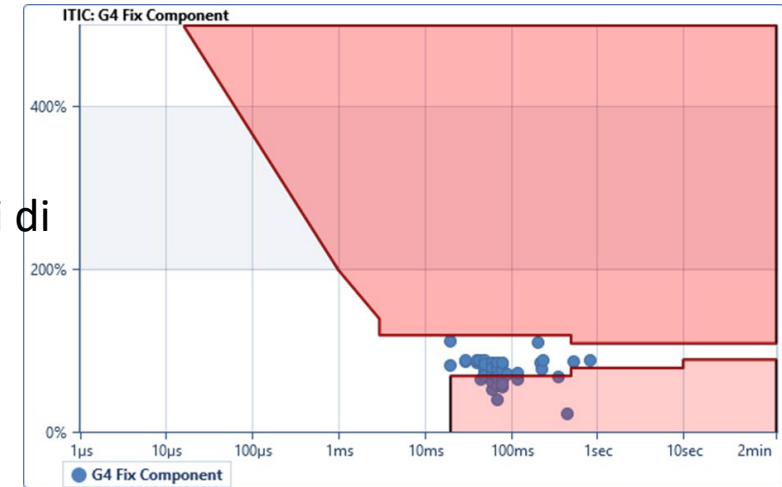
a) Concentrata: Ipotesi di compensazione di massa mediante DVR

Primo studio del progettista:

Ipotesi di sistema di condizionamento della potenza a valle dei trasformatori con sistemi da 2 MW – 1 s:
costo 400 k€ cad.+ i costi di impianto

b) Distribuita: Abbiamo individuato alcune tipologie di UPS a supercondensatori, da inserire in serie ai carichi sensibili, se si ritiene necessario. Abbiamo predisposto lo spazio in cabina. L'installazione è compatibile con gli impianti.

Tali sistemi sono in parte in sovrapposizione con eventuali dispositivi di compensazione delle armoniche.



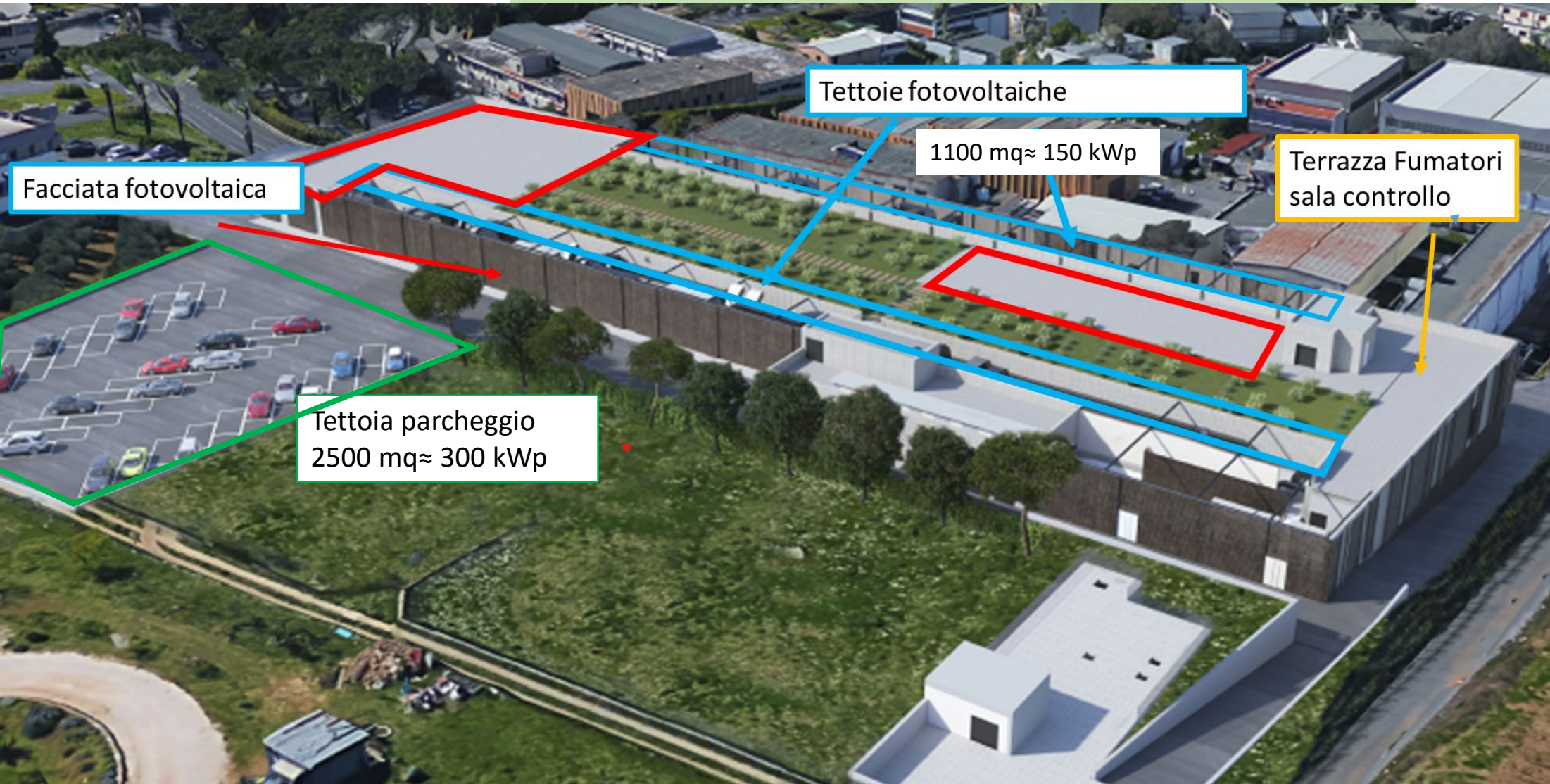
Differenza 1,5 M€ previsti -2,7 M€ al 30/7 (prima emissione, in fase di rettifica)

Alcuni errori di compilazione, parti poi eliminate per circa 400 k€
Impianti speciali non inseriti in questa voce nel preliminare:

- Rilevazione incendi
- Trasmissione dati
- Videosorveglianza (eliminata)

WP 20– Electrical Installations

Green & efficienza energetica: fotovoltaico allo studio



Grazie dell'attenzione