



LINEA TRANVIARIA DI NAPOLI

VALORIZZAZIONE DELLE LINEE TRANVIARIE – SOTTOSTAZIONI ELETTRICHE

PROCEDURA APERTA EX ART. 60 D.LGS. 50/2016
PROGETTO FINANZIATO CON MISURA M2C2 – 4.2 DEL PNRR

CUP: B67H21009120001

CIG: 9513050135

CODICE: TRA-03-02.00

TITOLO:

CAPITOLATO SPECIALE – PARTE TECNICA

00	11/22	Prima Emissione			
Rev.	Data	Descrizione revisione documento	Redatto	Controllato	Approvato

INDICE

1	SCOPO	3
2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	3
3	NORME DI RIFERIMENTO	3
4	LEGGI	4
5	DESCRIZIONE GENERALE	5
6	DESCRIZIONE FUNZIONALE	7
7	COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI	7
8	QUADRO DI MEDIA TENSIONE	8
8.1	SCOMPARTO MT	8
8.2	LOGICA DI FUNZIONAMENTO DELLA SEZIONE MT	9
8.3	GESTIONE DEI COMANDI E DELLE PROTEZIONI	10
8.4	BLOCCHI A CHIAVE	12
9	CELLA TRASFORMATORE DI GRUPPO	12
10	QUADRO C.C.	13
10.1	QUADRI EXTRARAPIDI	13
10.2	LOGICA DI FUNZIONAMENTO	15
10.3	SCOMPARTO RADDRIZZATORE DI GRUPPO	17
10.4	SCOMPARTO SEZIONAMENTO NEGATIVI	18
11	QUADRO DI DISTRIBUZIONE BT	18
12	ARMADIO CARICA BATTERIE	20
13	ARMADIO BATTERIE	21
14	IMPIANTI SUSSIDIARI	21
14.1	IMPIANTO RILEVAMENTO INCENDI	21
14.2	IMPIANTO ANTINTRUSIONE	22
14.3	QUADRO TELECONTROLLO	22
15	ARMADIO COMUNICAZIONI	23
16	IMPIANTO DI MESSA A TERRA	23
17	DIMENSIONAMENTO CAVI MT	24
17.1	COLLEGAMENTO QUADRO MT – TRASFORMATORE DI GRUPPO	24
17.2	COLLEGAMENTO TRASFORMATORE DI GRUPPO E RADDRIZZATORE	27
17.3	COLLEGAMENTO TRASFORMATORE DI GRUPPO E QUADRO BT	29
17.4	COLLEGAMENTO A TERRA DEGLI SCOMPARTI IN CORRENTE CONTINUA	31
18	FASI DI INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO	31

1 SCOPO

Questo documento ha come oggetto la fornitura della nuova SSE denominata Arenaccia, comprensivo di tutti i componenti e impianti elettrici in grado di dare funzionante la rete attualmente in esercizio. Si precisa che la nuova SSE dovrà essere del tipo mobile (container). Attualmente la SSE che si intende sostituire è in esercizio ed è collocata all'interno del Deposito di Stella Polare, in un proprio fabbricato. Lo scopo del documento è quello di descrivere le specifiche delle forniture dei componenti che caratterizzano il nuovo impianto, comprese le opere civili per la realizzazione della connessione in linea.

2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Nella redazione del progetto dovranno essere presi in considerazione i seguenti documenti:

Codice	Descrizione
01 RT	Relazione Tecnica
02 DT	Dati Tecnici
03 SPC 01	Specifica centri di Alimentazione
04 SPT 01	Specifica tecnica AUX
05 SPT 02	Specifica tecnica Coordinamento CC
06 SPT 03	Specifica tecnica MT
07 SPT 04	Specifica tecnica QBT
08 SPT 05	Specifica tecnica QCC
09 SPT 06	Specifica tecnica RDZ
10 SPT 07	Specifica tecnica Trafo TE
12 PLG 01	Planimetria Generale

3 NORME DI RIFERIMENTO

Le norme a cui si è fatto riferimento sono le seguenti:

Codice	Descrizione
CEI 64-8	Impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V a corrente continua.
CEI 11-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata
CEI 11-8	Impianti di messa a terra
CEI 17 - 13	Quadri elettrici a Bt
CEI 20 - 22	Utilizzazione cavi elettrici
CEI 9 - 6	Impianti di messa a terra relativi alle linee e SSE di trazione elettrica
CEI 14 - 4	Trasformatori di potenza
CEI 11 – 27/ 11 - 48	Sicurezza sui lavori elettrici
CEI EN 50122-1	Provvedimenti di protezione concernenti la sicurezza elettrica e la messa a terra.

4 LEGGI

D.L. 9 aprile 2008, N. 81	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro (e successive integrazioni)
Legge 1/3/1968 n.186	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
Legge 18/10/1977 n.791	Attuazione delle direttive CEE 72/23 relative alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico
D.M. 37 del 22 01 2008	Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
DPR 462 del 22 10 2001	Regolamento delle denunce dei dispositivi di messa a terra e protezione scariche atmosferiche
DPR 753 del 11 07 1980	Norme di sicurezza e di esercizio in materia di trasporti pubblici a impianto fisso

5 DESCRIZIONE GENERALE

La sottostazione denominata “SSE Arenaccia” attualmente è in esercizio e alimenta almeno 7 centri distinti tra loro e protetti da altrettanti Interruttori extrarapidi. Tutte le apparecchiature sono installate all'interno di locali tecnici presso il deposito di Stella Polare. La scelta di realizzare una nuova SSE mobile in container è dovuta all'esigenza di lasciare libere le vecchie aree dell'impianto che saranno destinate ad altri usi, pertanto sarà necessario procedere con la connessione in esercizio dei nuovi impianti.

N°	Denominazione centri	Tipologia T=tranviarioF=filoviario	SSE	Tipo	Esecu_	Stato
1	Carmine	T	Arenaccia	IR6002	Fissa	Serv_
2	D. Stella Polare	F	Arenaccia	IR6002	Fissa	Serv_
3	D.degli Abruzzi	T	Arenaccia	IR6002	Fisso	Serv_
4	Nolana	F	Arenaccia	IR6002	Fissa	FS
5	S.Erasmo	F	Arenaccia	IR6002	Fissa	Serv_
6	Vespucci	F	Arenaccia	IR6102	Estraibile	Serv_
7	Vigliena	T	Arenaccia	IR6002	Fissa	Serv_

Il fornitore dovrà provvedere ad una valutazione dimensionale che preveda le soluzioni in container/mobili, temperando gli spazi disponibili come da planimetria allegata. Dalle analisi che risulteranno la nuova SSE potrà essere costituita anche da n° 2 containers separati e con l'arrivo Enel in edificio.

Qualora a seguito di tale analisi dovesse essere realizzata una SSE mono-gruppo il secondo gruppo previsto potrà essere installato in altre SSE in sostituzione di quelli attualmente esistenti.

La nuova SSE sarà costituita dalle seguenti apparecchiature elettriche:

- Quadro blindato MT
- Cella trasformatore di gruppo
- Quadro c.c.
- Scomparto raddrizzatore
- Scomparto sezionamento negativi
- Armadio servizi ausiliari
- Armadio carica batterie
- Armadio batterie
- Armadio PLC master e touch screen

6 DESCRIZIONE FUNZIONALE

Il sistema di alimentazione primaria in Media Tensione garantirà la distribuzione di energia elettrica occorrente per la trazione e per i servizi dell'intera linea assoggettata ai centri di alimentazione della SSE.

Le SSE deve garantire l'energia di trazione a 750 Vcc e l'energia in bassa tensione per gli impianti di sottostazione.

L'impianto in questione risponderà principalmente a:

- assicurare la potenza necessaria seguendo precisi criteri di disponibilità e razionalità;
- essere concepito con la massima economia di esercizio;

Le caratteristiche dell'impianto nel punto di consegna saranno:

tensione nominale di consegna trifase:	9 kV (in futuro 20 kV), 50 Hz
valore massimo della corrente di corto circuito:	16 kA efficaci (a 9 kV)
stato del neutro:	isolato
valore massimo presumibile della corrente di guasto monofase a terra:	250 A
tempo previsto di eliminazione del guasto:	0,5 s.

7 COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI

La selettività delle protezioni elettriche di media e bassa tensione dell'impianto di alimentazione e la regolazione delle protezioni, garantisce una corretta protezione dell'impianto ed una selettività di intervento, facendo in modo che sia sempre e solo la protezione più vicina al guasto ad intervenire.

La filosofia di utilizzo delle protezioni è basata sulla conoscenza che le condizioni anomale di funzionamento o di guasto possono essere suddivise come segue:

- sovraccarichi;
- guasti a terra;
- guasti fase-fase e trifase.

Lo studio di selettività delle protezioni sarà basato sul calcolo delle correnti di cortocircuito; la selettività di intervento delle protezioni sarà studiata per essere valida sia con correnti di corto circuito massime, sia con correnti di corto circuito minime.

8 QUADRO DI MEDIA TENSIONE

Il quadro di media tensione, del tipo blindato e costituito da un unico scomparto, avrà le seguenti caratteristiche indicative:

Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	24 kv
Tensione di esercizio	9 – 20 kv
Tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min.	50 kv
Corrente nominale	2000 A
Corrente di corto circuito per 3 sec.	31,5 kA
Corrente limite dinamica	80 kA
Tensione ausiliaria: comandi e segnalazioni	24-110 Vcc
Grado di protezione	IP-20-30
Norme di riferimento	IEC 298
Norme di riferimento	CEI 17-6

Lo scomparto MT sarà costituito indicativamente da un interruttore tripolare in gas SF₆, per ciascun arrivo linea, del tipo estraibile e sezionabile su carrello, da un sezionatore di messa a terra lato uscita cavo, da una protezione a microprocessore, da un dispositivo di comunicazione protocollo mod_bus e da sensori di corrente e divisori resistivi.

Si precisa che gli schemi unifilari sono presenti presso ANM, a disposizione del fornitore, per eventuali copie e/o consultazioni.

8.1 SCOMPARTO MT

Caratteristiche:

- Interruttore tripolare in esafluoruro di zolfo SF₆ – 24 kv – 630 A – potere di interruzione 31,5 kA con comando a motore, sganciatore di apertura e contatti ausiliari
- Sezionatore di terra tripolare, con comando manuale e blocco a chiave e relativi contatti ausiliari
- Tre sensori di corrente per la gestione delle protezioni 50-51-51N
- Tre divisori resistivi e lampade di segnalazione presenza tensione

- Protezione minima tensione 27 e massima tensione 59
- Illuminazione interna e scaldiglie anticondensa
- L'apparecchiatura dovrà essere conforme alla norma CEI 0-16

8.2 LOGICA DI FUNZIONAMENTO DELLA SEZIONE MT

I cavi in media tensione, provenienti dalla cabina di alimentazione Enel, si attestano allo scomparto MT.

L'uscita dell'interruttore alimenta il trasformatore del gruppo di conversione.

L'interruttore di linea può essere chiuso solo in presenza di tensione sul proprio cavo; la mancanza di tensione provoca l'apertura dell'interruttore.

All'interruttore MT è affidata la protezione del trasformatore di potenza e del raddrizzatore.

L'interruttore MT, in versione estraibile, impiega gas esafluoruro di zolfo per l'estinzione dell'arco elettrico e come mezzo isolante; esso sarà equipaggiato con una unità centrale basata sull'impiego di un sistema a microprocessore che elabora in tempo reale tutte le funzioni di controllo, di segnalazione, di protezione, di misure ed allarmi.

Il dispositivo sarà dotato di un display grafico che visualizza lo schema elettrico unifilare dell'impianto in cui è inserito, oltre ad una serie di informazioni come lo stato delle unità e di autodiagnostica.

Dovranno, inoltre, essere previste le seguenti segnalazioni:

- Molle scariche
- Bassa pressione gas SF6 (1° livello)
- Bassissima pressione gas SF6 (2° livello)
- Presenza tensione MT
- Assenza tensione MT
- Scomparto in locale
- Scomparto in remoto
- Guasto unità microprocessore

Le suddette segnalazioni dovranno essere monitorate anche al Posto Pilota per il telecomando delle Sottostazioni.

Inoltre, sul display grafico, si dovranno leggere le seguenti misure:

- Misura delle tensioni stellate
- Misura delle tensioni concatenate
- Misura delle correnti assorbite L_1 , L_2 , L_3
- Misura del fattore di potenza
- Misura della potenza attiva
- Misura della potenza reattiva
- Misura dell'energia attiva
- Misura dell'energia reattiva

Tutte le misure descritte dovranno essere ripetute sul Panel view locale e al Posto Pilota per il telecomando delle Sottostazioni, presso il deposito di Carlo III.

8.3 GESTIONE DEI COMANDI E DELLE PROTEZIONI

La manovra di chiusura locale da scomparto MT dell'interruttore di linea e di gruppo potrà ottenersi solo se il selettore di scelta servizio locale o remoto, sullo scomparto, è in posizione locale indipendentemente dalla posizione del selettore LT sull'armadio PLC master e solo se l'interruttore è in posizione di inserito.

La manovra di chiusura remota dell'interruttore di linea e di gruppo potrà ottenersi solo se il selettore di scelta servizio locale o remoto è in posizione remoto.

La posizione del selettore locale-telecomando sull'armadio PLC master deve essere in posizione telecomando per la chiusura dal Posto Pilota o in locale per la chiusura dal panel view (sinottico).

In entrambe le posizioni l'interruttore deve essere inserito.

Per motivi di sicurezza le aperture devono essere sempre possibili, indipendentemente dalla posizione dei selettori.

I comandi di apertura da telecomando o da sinottico sono inibiti solo nella posizione di comando locale sullo scomparto e con interruttore in prova.

Sullo scomparto MT dovrà essere cablato l'ingresso esterno del pulsante 74 PAG (apertura generale). L'intervento di tale protezione provocherà la caduta istantanea di tutte le alimentazioni, ad eccezione della tensione di alimentazione del quadro telecontrollo, la cui caduta avverrà con un ritardo di circa 40 sec. per consentire l'invio dei dati al Posto Pilota per l'acquisizione degli ultimi interventi.

L'intervento della protezione 50 per max corrente provocherà il blocco dello scomparto.

Il reset dovrà essere possibile solo localmente.

L'intervento della protezione 51 per sovraccarico provocherà l'apertura dello scomparto, con possibilità di richiusura da telecomando.

L'intervento della protezione 51N per guasto a terra provocherà il blocco dello scomparto.

Il reset sarà possibile solo localmente.

Gli interventi delle protezioni 27L per minima tensione e 59L per massima tensione provocheranno l'apertura dell'interruttore MT.

La richiusura sarà possibile solo al ripristino delle normali condizioni di esercizio.

Inoltre dovrà essere previsto il blocco dello scomparto MT per l'intervento delle seguenti protezioni:

- Seconda soglia di temperatura del trasformatore di gruppo
- Seconda soglia di temperatura del raddrizzatore di gruppo
- Scatto fusibili RC
- Intervento protezione guasto a terra del quadro corrente continua

8.4 BLOCCHI A CHIAVE

Per evitare errate manovre e garantire la sicurezza del personale, il quadro MT sarà dotato di una serie di chiavi che permetteranno il fuori servizio garantendo la sicurezza dell'operatore e dell'impianto.

9 CELLA TRASFORMATORE DI GRUPPO

La sezione di trasformazione sarà costituita da un gruppo di alimentazione.

La cella di contenimento del trasformatore sarà segregata dalle altre tramite carpenteria metallica.

L'accessibilità a tale cella sarà consentita tramite una chiave, la cui disponibilità sarà consentita solo quando lo stallo MT sarà disalimentato.

Le chiavi di apertura delle celle dovranno essere disponibili solo dopo aver attivato tutti i sistemi di sicurezza.

I dati del trasformatore di gruppo sono indicativamente i seguenti:

Tensione nominale primaria attuale	9 kV \pm 2x0,25 kV
Tensione nominale primaria futura	20 kV \pm 2x0,5 kV
Tensione nominale secondaria a vuoto	590 V
Tensione di corto circuito	7-8%
Isolamento	Classe F
Tipo di installazione	Box metallico
Raffreddamento	AN
Isolamento avvolgimenti	Resina
Materiale avvolgimenti	Alluminio
Potenza nominale	1150 kVA
Collegamento primario	Triangolo
Collegamento secondario	Stella

I trasformatori, oltre a poter funzionare con una tensione di ingresso di 9 o 20 kV, saranno corredati da termosonde tipo PT100 collegate ad una centralina elettronica di temperatura.

Sul display della centralina si leggeranno i valori di temperatura dei tre avvolgimenti e del nucleo.

I livelli di temperatura per l'allarme e lo scatto saranno fissati rispettivamente a 120 °C e 140 °C, in accordo con la classe di isolamento.

La centralina di temperatura comanderà anche l'intervento di avvio di n. 4 ventilatori di raffreddamento.

Per specifica tecnica del trasformatore di gruppo vedere il doc. rif. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata. Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** "Specifica tecnica trasformatore di trazione TE".

10 QUADRO C.C.

Il quadro in corrente continua, del tipo blindato con interruttori e raddrizzatore estraibili, sarà così composto:

- N. 5 scomparti interruttore extrarapido
- N. 2 scomparto raddrizzatore di gruppo
- N. 2 scomparto sezionatore negativi

10.1 QUADRI EXTRARAPIDI

La sezione di alimentazione in corrente continua sarà costituita da due scomparti normalizzati, contenenti tutte le apparecchiature di manovra, di comando, di misure, di protezione e diagnostica.

Le caratteristiche dello scomparto extrarapido sono:

Tensione nominale	750 V
Tensione massima permanente	900 V
Tensione massima non permanente per 5 min.	950 V
Tensione di tenuta a 50 Hz per 1 min.	5,5 kV
Corrente nominale max (tarabile tra 900 e 2500)	2500 A
Corrente di corto circuito per 200 ms circ. principali	70 kA
Corrente limite dinamica circuiti principali	110 kA
Corrente di corto circuito per 200 ms circ. di terra	30 kA

Corrente limite dinamica circuiti di terra	65 kA
Tensione ausiliaria comandi e segnalazioni	24-110 V
Grado di protezione	IP20-30
Norme di riferimento	CEI 17-1
Norme di riferimento	CEI 17-13

Ciascun scomparto sarà costituito da:

- n. 1 interruttore extrarapido $I_n=2500$ A
- n. 1 shunt per l'inserzione dei trasduttori di corrente per misure e diagnostica
- n. 1 trasduttore di corrente in fibra ottica
- n. 1 complesso test di linea T.E.
- n. 1 relè di protezione e diagnostica
- n. 2 fusibili di protezione del relè prova linea
- n. 1 sezionatore di terra con comando manuale
- n. 1 scaricatore di sovratensione
- n. 1 sezionatore di linea con comando manuale con $I_n=2500$ A, con bobina di blocco a 110 V, blocco a chiave e chiave libera a sezionatore aperto
- n. 1 selettore a chiave per comando prova-distante
- n. 1 punto fisso per la messa a terra, tramite fioretto volante, delle uscite linee a valle del sezionatore di linea
- n. 1 fioretto per la messa a terra
- Lampade di segnalazione
- Scaldiglie
- Illuminazione interna delle celle contenenti i sezionatori di linea, comandata da un selettore montato sul fronte dello scomparto
- Connettore volante femmina per il collegamento del carrello interruttore
- Morsetti, fine corsa, relè ausiliari, targhette di identificazione, targhe di sequenza manovre e quanto altro necessario a realizzare lo schema tipico dell'unità

Dovrà, inoltre, per ogni centro di alimentazione della rete ferroviaria e quindi per ogni extrarapido, la misura e l'invio al Posto Pilota dell'energia attiva assorbita.

Una opportuna implementazione dell'attuale software gestirà i segnali inviati in modo da ottenere le totalizzazioni giornaliere dell'energia assorbita da ogni singolo centro di alimentazione.

10.2 LOGICA DI FUNZIONAMENTO

L'alimentatore extrarapido, derivato dalle sbarre omnibus del quadro a corrente continua, a valle dei raddrizzatori di gruppo, sarà gestito attraverso logiche cablate. I cavi di uscita verso le linee di contatto saranno attestati sul retro dello scomparto a valle del sezionatore di linea.

Le manovre di chiusura e apertura dell'interruttore extrarapido dovranno essere possibili sia in locale che in distante.

In particolare la manovra di chiusura locale o in prova dovrà essere possibile solo se il selettore locale-remoto è in posizione locale e l'interruttore è nella posizione di inserito.

Questa operazione, appena descritta, dovrà essere indipendente dalla posizione del selettore locale – distante posto sul panel view della sottostazione.

La manovra di chiusura remota degli interruttori extrarapidi dovrà ottenersi solo nelle seguenti condizioni:

- Selettore locale-distante dello scomparto in posizione distante
- Selettore sul panel view in posizione “telecomando” per la chiusura dal Posto Pilota
- Selettore sul panel view in posizione “locale” per la chiusura da sinottico
- Interruttore in posizione di inserito
- Presenza della tensione 750 Vcc sulle sbarre omnibus (almeno un gruppo di conversione chiuso)

Per motivi di emergenza e sicurezza i comandi di apertura da panel view e da telecomando dovranno essere sempre possibili, eccezion fatta per la posizione locale dello scomparto.

Infine, sullo scomparto le aperture dovranno essere sempre possibili.

Il comando di chiusura dell'extrarapido da telecomando o da panel view dovrà attivare automaticamente il relè di prova linea per la verifica della integrità dei cavi in partenza e della linea di contatto.

Se il test risulta positivo, il relè darà il consenso alla chiusura dell'extrarapido, in caso contrario verranno eseguite automaticamente altre due prove di isolamento che provocheranno il blocco dell'interruttore in caso di esito negativo.

L'interruttore extrarapido, oltre ad essere dotato di un proprio sganciatore diretto che ne provoca l'apertura qualora la corrente di alimentazione della linea T.E. superi i valori di taratura prestabiliti, sarà anche asservito da un sistema a microprocessore al fine di integrare la protezione diretta dell'interruttore.

Il sistema, appena descritto, è un'apparecchiatura a microprocessore con funzione di protezione, che oltre a discriminare i vari guasti lungo la linea di alimentazione filotranviaria, dovrà fornire una serie di informazioni che consentano di gestire un piano di manutenzione preventiva.

In particolare, dovrà essere possibile mediante tastiera di comando:

- Regolare i parametri di funzionamento
- Indirizzare i relè di uscita per ogni funzione
- Effettuare la prova locale per la verifica del modulo
- Effettuare il reset della protezione intervenuta

Sul display si dovranno leggere:

- Valori attuali e massimi delle varie grandezze
- Valori dei parametri impostati
- Valori della funzione che ha provocato l'ultimo intervento
- Numero e tipo di interventi
- Vita meccanica residua
- Vita residua dei contatti
- Vita residua della camera di estinzione

Dovranno, inoltre, essere gestiti attraverso contatori interni le seguenti informazioni:

- Numeri di manovre elettriche convenzionali dei contatti d'arco
- Numeri di interruzioni convenzionali del caminetto spegniarco
- Numeri di manovre meccaniche

Compito principale del modulo in descrizione dovrà essere la completa gestione dell'andamento della corrente di linea e del suo gradiente, discriminando sovraccarichi e guasti lungo la linea elettrica di trazione.

Il quadro extrarapidi dovrà essere protetto contro i guasti a terra dalla protezione TO-64.

Sarà inoltre prevista la protezione TO-64 per ogni alimentatore in uscita.

L'intervento di tale protezione aprirà l'interruttori di gruppo MT e di conseguenza tutti gli extrarapidi. L'intervento di tale protezione sarà segnalato sulla protezione stessa, sul panel view ed al Posto Pilota per il telecomando.

Il reset dovrà essere possibile solo localmente.

10.3 SCOMPARTO RADDRIZZATORE DI GRUPPO

Il raddrizzatore di gruppo, del tipo estraibile su carrello, sarà costituito da una unità collegata a ponte di Graetz trifase ed avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

Collegamento	Ponte di Graetz trifase
Ventilazione	Naturale
Temperatura ambiente massima	40 °C
Frequenza di alimentazione	50 Hz
Numero diodi totali	6
Numero rami totali	6
Numero diodi per ramo	1
Tensione nominale	750 V
Corrente nominale a 750 V	1333
Corrente di carico per due ore	2000 A

I raddrizzatori saranno, inoltre, muniti di termostati e di circuiti di smorzamento RC.

L'intervento del livello del termostato provocherà un allarme che sarà visualizzato sul sinottico ed al Posto Pilota del telecomando.

L'intervento dei circuiti di smorzamento, protetti da fusibili con microcontatti, provocheranno il blocco dell'interruttore MT.

Ogni scomparto raddrizzatore dovrà, inoltre, essere corredato di tutte le apparecchiature per la gestione delle logiche di comando, di protezione, delle segnalazioni, di misure e diagnostica.

10.4 SCOMPARTO SEZIONAMENTO NEGATIVI

Negli scomparti destinati al sezionamento negativo dovranno essere installati tanti sezionatori quanti sono gli extrarapidi di centro.

Il sezionatore negativo previsto all'interno dello scomparto avrà le seguenti caratteristiche indicative (peraltro identiche per i sezionatori positivi):

Tensione nominale	3,6 kVcc
Tensione nominale di esercizio	750 Vcc
Corrente nominale	2600 Acc
Corrente di breve durata ammissibile per 1 sec.	50 kA
Corrente limite dinamica (valore di cresta)	125 kA
Comando	manuale
Contatti ausiliari	3 NA + 3 NC

La manovra dei sezionatori dovrà essere consentita soltanto con tutti gli interruttori extrarapidi aperti.

Anche gli scomparti negativi saranno dotati di scaricatore di sovratensione.

11 QUADRO DI DISTRIBUZIONE BT

L'armadio servizi ausiliari avrà il compito di distribuire ai vari apparati SSE le tensioni adatte al funzionamento degli ausiliari.

Le caratteristiche principali indicative del quadro saranno:

Tensione di isolamento nominale	500/690 V
Tensione di esercizio	380 Vca-110/24 Vcc
Frequenza	50 Hz
Sistema elettrico	TNS
Corrente nominale sbarre principali	50 A
Corrente di breve durata per 1 sec.	5 kA
Corrente di picco	7,5 kA
Tensione di prova circuiti di potenza	2500 V
Tensione di prova circuiti ausiliari	1500 V
Grado di protezione	IP30/IP20
Norme di riferimento	CEI 17-13/1 IEC 439-1

Il quadro dei servizi ausiliari sarà diviso in vari scomparti segregati fra loro tramite carpenteria metallica.

La parte inferiore sarà destinata all'alloggiamento del trasformatore SA, la cui alimentazione primaria sarà derivata direttamente dai secondari del trasformatore di gruppo.

I comandi degli attuatori diretti come le bobine di chiusura/apertura saranno alimentati a 110 V, le logiche del telecontrollo a 24 V, le luci e le scaldiglie degli scomparti a 220 V-50 Hz.

Le ventole di raffreddamento del trasformatore di potenza saranno alimentate a 380 V.

Lo scomparto sarà composto dalle seguenti sezioni:

- Arrivo linea
- Sezione 380/220 V
- Sezione 110 V
- Sezione 24 V

Tutti gli interruttori saranno muniti di contatto ausiliario di posizione e la segnalazione di apertura di ognuno di essi sarà inviata al Posto Pilota per il telecomando.

L' interruttore generale sarà motorizzato.

Dovranno essere previste le seguenti protezioni:

- Polo a terra 110 Vcc – 64SA
- Apertura generale PAG

L'intervento, provocato da pulsante di emergenza, causerà l'apertura degli scomparti MT di arrivo linea e, dopo circa 20 sec. per consentire l'invio dell'informazione al Posto Pilota, causerà anche l'apertura dell'interruttore delle batterie, disalimentando completamente la sottostazione.

Sul fronte quadro saranno presenti tutti gli strumenti necessari alle indicazioni delle misure elettriche.

Per specifica tecnica del quadro di bassa tensione vedere il doc. SPT04 "Specifica tecnica quadro di bassa tensione".

12 ARMADIO CARICA BATTERIE

L'insieme del quadro batterie sarà composto da un armadio carica-batterie e da uno scomparto contenente le batterie stazionarie necessarie alla formazione della tensione continua di 110 Vcc per l'alimentazione delle logiche di tutti gli scomparti.

L'armadio carica-batterie sarà costituito da un raddrizzatore utilizzato per la carica delle batterie e da n. 3 convertitori DC/DC.

Un primo convertitore 110/110 Vcc sarà utilizzato per la stabilizzazione della tensione 110 Vcc, mentre gli altri due, 110/24 provvederanno ad alimentare il quadro del telecomando, i PLC e le schede input/output dei vari segnali.

Dovrà essere previsto un circuito di by-pass automatico e manuale, in modo da sopperire ad un eventuale guasto del convertitore DC/DC 110/110 V.

Gli allarmi monitorati al Posto Pilota saranno:

- Allarme generico carica batterie
- Minima tensione batterie

Sul fronte quadro saranno installati un amperometro a zero centrale per il controllo della corrente di carica e scarica delle batterie ed un voltmetro per la misura della tensione.

13 ARMADIO BATTERIE

L'armadio batterie sarà costituito da 28 monoblocchi aventi le seguenti caratteristiche:

Tensione nominale	112 V
Capacità batteria	150 Ah/20 °C
Tensione di mantenimento	2,27 V/el
Tensione di ricarica massima	2,4 V/el

L'interruttore generale sarà del tipo tripolare in modo da sezionare oltre i poli principali, anche il collegamento al 14° elemento.

Tale soluzione garantirà maggior sicurezza per il personale.

14 IMPIANTI SUSSIDIARI

Nella SSE sarà realizzato un impianto di illuminazione principale, alimentato in c.a. proveniente dal QSA.

Le lampade di illuminazione saranno complete di circuiti di emergenza e batterie.

L'impianto F.M. sarà completo di prese 15A-380V e di prese 15A-220V.

14.1 IMPIANTO RILEVAMENTO INCENDI

L'impianto di rivelazione incendi da installare a protezione della SSE e dei vari scomparti sarà composto principalmente da:

- Centralina elettronica modulare a zone, completa di batterie
- Rivelatore ottico di fumo convenzionale

- Pannello ottico/acustico “Allarme incendio”
- Sirena elettronica 24V a più toni con segnalatore ottico rosso
- Pulsante manuale a rottura di vetro

La centralina, collegata ad opportuni sensori distribuiti nel container, in caso di intervento, dovrà provocare l'apertura generale di tutti gli impianti della sottostazione.

I segnali di allarme saranno inviati al Posto Pilota prima della caduta delle alimentazioni.

14.2 IMPIANTO ANTINTRUSIONE

L'impianto antintrusione dovrà essere completo di opportuni sensori magnetici collegati alle porte di ingresso della SSE.

Ogni eventuale intrusione dovrà, tempestivamente, essere segnalata al Posto Pilota per il Telecomando.

14.3 QUADRO TELECONTROLLO

Il quadro telecontrollo, costruito in lamiera metallica e con grado di protezione IP55, conterrà le seguenti apparecchiature:

- Interruttore generale con bobina di sgancio
- PLC, con modulo CPU per comunicazioni in Ethernet
- Moduli di ingresso/uscita analogici e digitali
- Alimentatori per Plc e moduli di input/output
- Scambiatore di calore
- Selettori e lampade di segnalazione
- Targhe monitorie
- Presa di servizio 220 V

L'alimentazione del quadro sarà opportunamente filtrata e tutti i cavi saranno del tipo antifiamma e schermati ove necessario.

Il quadro di telecontrollo dovrà essere in grado di dialogare con l'attuale sistema di telecomando e dovrà essere previsto l'adeguamento del SW del Posto Pilota necessario alla corretta visualizzazione della nuova configurazione della SSE Arenaccia

15 ARMADIO COMUNICAZIONI

La trasmissione dati tra le SSE e il Posto Pilota avverrà tramite linea dati Fastweb, in analogia con quanto già avviene per le SSE ANM già in servizio.

Allo scopo le apparecchiature di SSE saranno corredate di un quadro comunicazioni costituito da:

- Armadio IP 20 con modulo di alimentazione
- Router
- Pannello switch con almeno 24 ingressi RJ45
- Interfaccia fibra/rame

16 IMPIANTO DI MESSA A TERRA

La nuova SSE “Arenaccia” sarà dotata di impianto di terra generale, conforme alle Norme CEI vigenti in materia.

Dovrà essere realizzata una rete equipotenziale di terra, mediante posa in opera nel getto di basamento di una corda di rame nudo di sezione 95 mm².

Dovranno essere realizzati n. 6 pozzetti di terra, nei quali saranno infissi altrettanti dispersori in acciaio zincato e collegati alla maglia di terra.

Saranno realizzati nodi equipotenziali in barra di rame, collegati alla rete di terra e ai dispersori.

Da tali nodi saranno derivati i collegamenti di terra per le apparecchiature, i quadri, le strutture metalliche, e le masse estranee della SSE.

17 DIMENSIONAMENTO CAVI MT

Di seguito vengono descritti i criteri di dimensionamento per la determinazione della sezione dei principali cavi presenti in SSE.

Come noto si determinerà la tipologia e la sezione del cavo in funzione dei seguenti casi:

- Scelta del cavo in base alle tensioni
- Scelta del cavo in base alla sovracorrente
- Scelta del cavo in base alla portata
- Scelta del cavo in base alla temperatura di funzionamento
- Scelta del cavo in funzione della caduta di tensione

Verranno dimensionati i seguenti cavi:

- Collegamento quadro MT – trasformatore di gruppo
- Collegamento trasformatore di gruppo – quadro BT
- Collegamento trasformatore di gruppo – scomparto raddrizzatore
- Collegamento a terra degli scomparti in corrente continua

Si precisa che nel caso specifico, la nuova SSE “Arenaccia” sarà posizionata in prossimità dell’ingresso di officina del Deposito Stella Polare, in corrispondenza dei cavidotti che smistano verso i cavi di risalita in linea. Pertanto i cavi saranno quelli attualmente in uso che alimentano i cinque centri di alimentazione.

17.1 COLLEGAMENTO QUADRO MT – TRASFORMATORE DI GRUPPO

Scelta del cavo in base alla tensione:

La tensione di esercizio del sistema è in una prima fase pari a 9 kV e in seguito passerà a 20 kV, ragione per cui i cavi saranno scelti con una tensione nominale massima pari a 24 kV.

Ai fini della scelta delle tensioni nominali di isolamento dei cavi, i sistemi vengono distinti in tre categorie (CEI 11-17):

- Categoria A: questa categoria comprende quei sistemi in cui si permette il funzionamento con una fase a terra per una durata non superiore ad un’ora.

- Categoria B: questa categoria comprende quei sistemi in cui si permette il funzionamento con una fase a terra per una durata non superiore a 8 ore continuative e per una durata complessiva non superiore a 125 ore annue.
- Categoria C: questa categoria comprende tutti quei sistemi che non ricadono sotto le categorie A o B.

Verifiche tecniche per l'uso del cavo in base alla sovracorrente:

Per il dimensionamento al corto circuito si utilizzerà la formula della sezione minima, derivata dall'integrale di joule:

$$K^2 S^2 \geq I_{cc}^2 \cdot t$$

Da dove si ottiene:

$$S \geq \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Dove:

S: sezione in mm²;

I_{cc}: corrente di cc in ampere (16 kA);

t: tempo di permanenza del corto circuito in s (tempo di intervento delle protezioni, ipotizzato prudenzialmente 1 s);

K: costante di corto circuito. Si ottiene dalla tabella 2.2.02 della norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica; linee in cavo". Assumiamo i valori dei cavi isolati in gomma, con temperatura di esercizio 90°C e temperatura di Corto-Circuito di 250°C, risulta K=143;

Sostituendo i valori nella formula precedente si ottiene:

$$S = (16000 \cdot \sqrt{1}) / 143 \geq 111,88 \text{ mm}^2$$

Verrà utilizzato un cavo 1x150 mm² per fase, pertanto di sezione superiore alla minima necessaria.

verifica del cavo in base alla portata del cavo

Il calcolo della portata I_z del cavo è stato effettuato utilizzando i dati caratteristici del costruttore per il tipo di posa più cautelativa e cioè: posa interrata a trifoglio, resistività termica del terreno pari a 1.0°Cm/W. Da catalogo risulta essere 416 A.

Per il dimensionamento della portata si considera la corrente di massimo carico che può interessare il cavo. Considerando anche il sovraccarico del 50% per le due ore previsto per il trasformatore di gruppo e il funzionamento in fase di minima tensione nominale (9 kV) abbiamo un assorbimento complessivo pari a 110,7 A.

Risulta infatti:

$$P_n = 1150 \text{ kVA}$$

Quindi:

$$I_n = P_n / (\sqrt{3} \cdot U_n) = 1150000 / (\sqrt{3} \cdot 9.000) = 73,8 \text{ A}$$

$$I_{n50\%} = 73,8 \times 1.5 = 110,7 \text{ A}$$

Inferiore alla portata del cavo di 416A.

verifica del cavo in base alla temperatura del cavo

La temperatura di funzionamento del cavo è stimata in modo empirico tramite la seguente formula:

$$T_f = [(I_n / (I_z \cdot N))^2 \cdot (T_e - T_a)] + T_a$$

Dove:

T_f: temperatura di funzionamento;

I_n: corrente nominale di linea A;

I_z: portata nominale del cavo A;

N: numeri di conduttori per fase;

T_e: temperatura di esercizio;

T_a: temperatura ambiente;

Per il dimensionamento alla temperatura di funzionamento si utilizzano i seguenti dati del cavo:

$$I_{zc} = 416 \text{ A}$$

$$I_n = 110,7 \text{ A (prudenzialmente consideriamo la fase di sovraccarico)}$$

$$N = 1 \text{ cavo per fase}$$

$$T_e = 90^\circ\text{C (temperatura massima di esercizio per conduttori in gomma G7)}$$

$$T_a = 30^\circ\text{C}$$

Risulta dunque $T_f = 34,2^\circ\text{C}$ ben inferiore alla temperatura massima di funzionamento per il cavo in oggetto.

verifica del cavo in base alla caduta di tensione

Tale verifica sebbene nel caso della brevissima distanza tra il quadro MT e il trasformatore di gruppo, fornisce risultati non significativi, deve essere condotta ai fini del rilascio del NOT da parte di ANSFISA.

17.2 COLLEGAMENTO TRASFORMATORE DI GRUPPO E RADDRIZZATORE

verifica del cavo in base alla tensione:

La tensione nominale al secondario del trasformatore risulta, nelle condizioni di funzionamento del sistema a 750 Vcc, pari a 590 V.

Si è scelta, per questo tipo di collegamento, la seguente tipologia di cavo:

RG7H1R 1,8/3 kV

verifica del cavo in base alla sovraccorrente:

Per il dimensionamento al corto circuito si è utilizzata la formula della sezione minima, derivata dall'integrale di joule:

$$K^2 S^2 \geq I_{cc}^2 \cdot t$$

Da dove si ottiene:

$$S \geq \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Dove:

S: sezione in mm²;

I_{cc}: corrente di cc in ampere (I_{cc} al secondario del trafo pari a 15,6kA);

t: tempo di permanenza del corto circuito in s (tempo di intervento delle protezioni, ipotizzato prudenzialmente 1 s);

K: costante di corto circuito. Si ottiene dalla tabella 2.2.02 della norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica; linee in cavo". Assumiamo i valori dei cavi isolati in gomma, con temperatura di esercizio 90°C e temperatura di Corto-Circuito di 250°C, risulta K=143;

Sostituendo i valori nella formula precedente si ottiene:

$$S = (15600 \cdot \sqrt{1}) / 143 \geq 70 \text{ mm}^2$$

Verranno utilizzati cavi da 300mm², occorre determinarne il numero per fase.

verifica del cavo in base alla portata del cavo

Il calcolo della portata I_z del cavo è stato effettuato utilizzando i dati caratteristici del costruttore per il tipo di posa più cautelativa e cioè: posa interrata a trifoglio, resistività termica del terreno pari a 1.0°Cm/W . Da catalogo risulta essere 620A.

Per il dimensionamento della portata si considera la corrente di massimo carico che può interessare il cavo. Considerando anche il sovraccarico del 50% per le due ore previsto abbiamo un assorbimento complessivo pari a 1687 A

Risulta infatti:

$$P_n = 110 \text{ kVA}$$

Quindi:

$$I_n = P_n / (\sqrt{3} \cdot U_n) = 115000 / (\sqrt{3} \cdot 590) = 1125 \text{ A}$$

$$I_{n50\%} = 112,3 \times 1.5 = 1687 \text{ A}$$

Per individuare il numero di cavi in parallelo per fase occorre dividere la corrente di impianto per la portata reale del cavo unipolare prima determinato:

$$N_p = 1687 / 620 = 2,7$$

Da qui risulta che occorre prevedere 3 cavi in parallelo per fase

verifica del cavo in base alla temperatura del cavo

La temperatura di funzionamento del cavo è stimata in modo empirico tramite la seguente formula:

$$T_f = [(I_n / (I_z \cdot N))^2 \cdot (T_e - T_a)] + T_a$$

Dove:

T_f : temperatura di funzionamento;

I_n : corrente nominale di linea A;

I_z : portata nominale del cavo A;

N : numeri di conduttori per fase;

T_e : temperatura di esercizio;

T_a : temperatura ambiente;

Per il dimensionamento alla temperatura di funzionamento si utilizzano i seguenti dati del cavo:

$$I_{zc} = 620 \text{ A}$$

$$I_n = 1687 \text{ A (prudenzialmente consideriamo la fase di sovraccarico)}$$

$$N = 3 \text{ cavo per fase}$$

$$T_e = 90^\circ\text{C (temperatura massima di esercizio per conduttori in gomma G7)}$$

$$T_a = 30^\circ\text{C}$$

Risulta dunque $T_f = 79^\circ\text{C}$ inferiore alla temperatura massima di funzionamento per il cavo in oggetto.

verifica del cavo in base alla caduta di tensione

Tale verifica perde significato a causa della brevissima distanza tra trasformatore di gruppo e raddrizzatore.

17.3 COLLEGAMENTO TRASFORMATORE DI GRUPPO E QUADRO BT

Scelta del cavo in base alla tensione:

La tensione nominale al secondario del trasformatore risulta, nelle condizioni di funzionamento del sistema a 750 Vcc, pari a 590 V.

Si è scelta, per questo tipo di collegamento, la seguente tipologia di cavo :

RG7H1R 1,8/3 kV

Scelta del cavo in base alla sovracorrente:

Per il dimensionamento al corto circuito si è utilizzata la formula della sezione minima, derivata dall'integrale di joule:

$$K^2 S^2 \geq I_{cc}^2 \cdot t$$

Da dove si ottiene:

$$S \geq \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

Dove:

S: sezione in mm²;

I_{cc}: corrente di cc in ampere (I_{cc} al secondario del trafo pari a 15,6kA);

t: tempo di permanenza del corto circuito in s (tempo di intervento delle protezioni, ipotizzato prudenzialmente 1 s);

K: costante di corto circuito. Si ottiene dalla tabella 2.2.02 della norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica; linee in cavo". Assumiamo i valori dei cavi isolati in gomma, con temperatura di esercizio 90°C e temperatura di Corto-Circuito di 250°C, risulta K=143;

Sostituendo i valori nella formula precedente si ottiene:

$$S = (15600 \cdot \sqrt{1}) / 143 \geq 70 \text{ mm}^2$$

Verranno utilizzati cavi da 300mm².

Scelta del cavo in base alla portata del cavo

Per il dimensionamento della portata si considera la corrente di massimo carico che può interessare il cavo. La ipotizziamo pari alla corrente nominale del trasformatore da 15 kVA all'interno del quadro QBT.

Risulta :

$$P_n = 15 \text{ kVA}$$

Quindi:

$$I_n = P_n / (\sqrt{3} \cdot U_n) = 15000 / (\sqrt{3} \cdot 400) = 14,7 \text{ A}$$

Il calcolo della portata I_z del cavo è stato effettuato utilizzando i dati caratteristici del costruttore per il tipo di posa più cautelativa e cioè: posa interrata a trifoglio, resistività termica del terreno pari a 1.0°Cm/W. Da catalogo risulta essere 620A.

Scelta del cavo in base alla caduta di tensione

Tale verifica perde significato a causa della brevissima distanza tra trasformatore di gruppo e quadro BT.

Risultato

Dall'analisi dei punti precedenti si è deciso di utilizzare per il collegamento tra trasformatore di gruppo e raddrizzatore la seguente tipologia di cavi:

$$\text{RG7H1R } 1,8/3 \text{ kV } 3 \times 1 \times 300 \text{ mm}^2$$

17.4 COLLEGAMENTO A TERRA DEGLI SCOMPARTI IN CORRENTE CONTINUA

Scelta del cavo in base alla sovracorrente:

Il quadro QCC viene collegato a terra in un solo punto attraverso il relè di rilevazione guasto a terra, con cavo isolato. Il coefficiente K di tale cavo risulta dunque pari a 143.

Utilizzando la formula della sezione minima, derivata dall'integrale di joule:

$$S \geq \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K}$$

nell'ipotesi che:

I_{cc}: icc corrente limite dinamica circuiti di terra pari a 65 kA;

t: tempo di permanenza del corto circuito in s (tempo di intervento ipotizzato prudenzialmente delle protezioni di media, 0,2 s);

Sostituendo i valori nella formula precedente si ottiene: $S = (2400 \cdot \sqrt{1})/143 \geq 204 \text{ mm}^2$.

Occorrerà quindi collegare il quadro QCC a terra mediante 2 cavi da 120 mm² o 3 cavi da 95 mm².

Tali cavi devono attraversare il toroide del relè di massa.

18 FASI DI INSTALLAZIONE E MESSA IN SERVIZIO

Le attività di installazione e di messa in servizio della nuova SSE dovranno avvenire in regime di esercizio e pertanto non dovranno essere registrati disservizi alla circolazione. Solo durante la fase di sfilaggio cavi da 500mmq, successive connessioni ai nuovi Extrarapidi, sarà consentita un breve l'interruzione del servizio limitatamente al periodo strettamente necessario al completamento delle prove. Altresì si precisa che il progetto dovrà essere autorizzato dalla Direzione di Esercizio e sottoposto alle autorizzazioni finali da parte di ANSFISA.

Pertanto, premesso che:

- al fine di ottimizzare i tempi della fase di installazione, già nella fase di progettazione della nuova SSE il lay-out in container dovrà tenere conto della posizione dei cavi di relazione con il campo da intercettare e collegare, in configurazione definitiva, ai corrispondenti scomparti di uscita.
- che per il locale di consegna Enel sarà possibile utilizzare locali esistenti adiacenti all'area messa a disposizione per l'installazione

per l'installazione e attivazione della nuova SSE, a titolo indicativo e non esaustivo, saranno previste le seguenti fasi principali:

1. Realizzazione delle vie cavi necessarie per il collegamento del container con il locale di consegna della Media Tensione Enel;
2. Realizzazione delle vie cavi per il collegamento degli extrarapidi con i cavi di relazione con il campo a 750 V;
3. Realizzazione del basamento del/dei container;
4. Installazione del/dei container della nuova SSE;
5. Realizzazione del collegamento della nuova SSE con la fornitura Enel di Media Tensione;
6. Realizzazione di tutte le prove necessarie per l'attivazione completa della SSE in bianco, ovvero senza collegamento con il campo;
7. Intercettazione dei cavi di relazione con il campo e scollegamento dalla SSE esistente e collegamento alla nuova SSE attraverso le canalizzazioni precedentemente realizzate;
8. Realizzazione delle prove finali complete con collegamento degli extrarapidi con il campo.
9. Messa fuori esercizio della SSE esistente