

<div><div><div>REGIONE TOSCANA</div><div></div></div><div><div></div><div>Comune di AREZZO</div></div></div>			<div>Committente:</div> <div><div>BESS AREZZO s.r.l. Via Mike Bongiorno, 13 - 20124 Milano (MI) P.IVA 13140350961</div><div>Quarry PV s.r.l. Corso Italia, 75 – 52100 Arezzo (AR) P.IVA 02468060518</div><div>Sorgenia Lyra s.r.l. Via Alessandro Algardi, 4 – 20148 Milano (MI) P.IVA 13485500964</div></div>		
<div>Titolo del progetto:</div> <div>Progetto opere di connessione alla rete</div>					
<div>Documento:</div> <div>PROGETTO DEFINITIVO</div>				<div>Cod. elaborato:</div> <div>REL06</div>	
<div>Elaborato:</div> <div>RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE ELETTRICHE</div>		<div>SCALA:</div> <div>FOGLIO:</div> <div>FORMATO:</div>		<div>---</div> <div>1 di 27</div> <div>A4</div>	
<div>Progettazione:</div> <div><div><div>MANGIAPANE</div><div>HSE ENGINEERING</div><div></div><div>COSTEL & PARTNERS s.r.l.</div><div>servizi tecnici per l'ingegneria</div></div></div>		<div>Progettisti:</div> <div><div></div><div></div></div>			
Rev:	Data revisione:	Descrizione revisione:	Redatto:	Controllato:	Approvato:
02	27/09/2024	Revisione Sottostazione	---	---	---
01	26/07/2024	Modifica Sottostazione Utente	---	---	---
00	15/02/2024	Prima emissione	-----	-----	-----

Sommario

1	OGGETTO	4
2	SCOPO.....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
4	DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI.....	6
5	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/132 KV (SSE) E DI CONDIVISIONE	6
5.1	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE	6
5.2	STAZIONE DI CONDIVISIONE.....	7
5.3	CARATTERISTICHE APPARATI.....	7
5.4	SEZIONE 30 KV	12
5.4.1	TENSIONI DI ESERCIZIO (Distanze minime)	13
5.4.2	CARPENTERIE METALLICHE	13
5.4.3	STRUTTURA METALLICA PER APPARECCHIATURE A 132 KV.....	13
5.4.4	STRUTTURE METALLICHE A 30 KV.....	14
5.4.5	SBARRE.....	14
5.4.6	SBARRA DA 30 KV	14
5.4.7	CELLE A MEDIA TENSIONE (30 KV).....	16
5.4.8	TIPO DI CELLE	16
5.4.9	CARATTERISTICHE DELL'APPARECCHIATURA	17
5.4.9.1	<i>INTERRUTTORI.....</i>	17
5.4.9.2	<i>TRASFORMATORI DI CORRENTE.....</i>	17
5.4.9.3	<i>TRASFORMATORI DI TENSIONE DELLE SBARRE</i>	18
5.4.9.4	<i>SEZIONATORI TRIPOLARI</i>	18
5.4.10	REATTANZA DI MESSA A TERRA	18
5.4.11	CARATTERISTICHE.....	19
5.4.12	SERVIZI AUSILIARI	20
5.4.13	SERVIZI AUSILIARI IN C.A.	20
5.4.13.1	<i>TRASFORMATORI DI SERVIZI AUSILIARI.....</i>	20
5.4.13.2	<i>GRUPPO ELETTROGENO</i>	20
5.4.14	SERVIZI AUSILIARI IN C.C.....	20
5.5	MISURA ENERGIA.....	21
5.5.1	MISURE DI ENERGIA (FATTURAZIONE)	21
5.5.2	ULTERIORI APPARATI DI MISURA	22
5.6	TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI.....	22
5.7	OPERE CIVILI	22

5.7.1	PIATTAFORMA.....	22
5.7.2	FONDAZIONI	22
5.7.3	BASAMENTO E DEPOSITO DI OLIO DEL TRASFORMATORE MT/AT.....	23
5.7.4	DRENAGGIO DI ACQUA PLUVIALE	23
5.7.5	CANALIZZAZIONI ELETTRICHE	23
5.7.6	ACCESO E VIALI INTERNI	23
5.7.7	RECINZIONI INTERNE	23
5.7.8	EDIFICIO DI CONTROLLO SET E STAZIONE DI CONDIVISIONE	23
5.8	MESSA A TERRA.....	24
5.9	CARICHI ELETTRICI.....	25
5.9.1	MASSIMA CORRENTE DI IMPIEGO	25
5.9.2	CORRENTI NOMINALI LATO 132 E 30 KV	26
6	STALLO DI CONSEGNA TERNA (IR - IMPIANTO DI RETE).....	26
7	CAVIDOTTO A 132 KV.....	27

1 OGGETTO

Si intende realizzare nel territorio del comune di Arezzo (AR) una Sottostazione di condivisione tra l'impianto di accumulo elettrochimico "BESS Arezzo" e due impianti fotovoltaici di proprietà delle società Quarry PV s.r.l. e Sorgenia Lyra s.r.l.

2 SCOPO

Scopo del presente documento è la descrizione ed il calcolo degli impianti elettrici di evacuazione dall'impianto BESS Arezzo, Quarry PV s.r.l. e Sorgenia Lyra s.r.l. nella rete di AT di proprietà della società TERNA – Rete Elettrica Nazionale SpA.

La connessione alla rete AT avverrà per mezzo di un collegamento in antenna a 132 kV su un ampliamento/adeguamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 220/132 kV denominata "Arezzo C.

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- R.D. 11 Dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di Legge sulle Acque e sugli Impianti Elettrici",
- Legge 22/02/01 n° 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", (G.U. n° 55 del 7 marzo 2001),
- DPCM 08/07/03, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", (GU n°200 del 29/08/03),
- DM 21/03/88 "Disciplina per la costruzione delle linee elettriche aeree esterne" e successive modifiche ed integrazioni,
- Circolare Ministero Ambiente e Tutela del Territorio DSA/2004/25291 del 14/11/04 in merito ai criteri per la determinazione della fascia di rispetto,
- DM 29/05/08 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti",
- Legge 28/03/86 n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne",
- D.M.LL.PP 21/03/88 n° 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",

- D.M.LL.PP 16/01/91 n° 1260 “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”,
- D.M.LL.PP. 05/08/98 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche esterne”,
- Artt. 95 e 97 del D.Lgs n° 259 del 01/08/03,
- Circola Ministeriale n. DCST/3/2/7900/42285/2940 del 18/02/82 “Protezione delle linee di telecomunicazione per perturbazioni esterne di natura elettrica – Aggiornamento delle Circolare del Mini. P.T. LCI/43505/3200 del 08/01/68,
- Circolare “Prescrizione per gli impianti di telecomunicazione allacciati alla rete pubblica, installati nelle cabine, stazioni e centrali elettriche AT”, trasmessa con nota Ministeriale n. LCI/U2/2/71571/SI del 13/03/73,
- DPR 151/11 Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell’articolo 49 comma 4-quater, decreto- legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito con modificazioni dalla L. 30/07/2010, n. 122,
- CEI 7-6 Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee e impianti elettrici,
- CEI 99-2 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni - I Ed. 2011,
- CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a. - I Ed. 2011,
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne,
- CEI 99-27 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica: Linee in cavo,
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata,
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici,
- CEI EN 50110-1-2 esercizio degli impianti elettrici,
- CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V,
- CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione,
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua,
- CEI 11-32 Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria,
- CEI 103-6 fascicolo 4091 Edizione agosto 1997, Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto,

- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", 2a Ed.,
- Codice di Rete TERNA.
-

4 DESCRIZIONE DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Gli impianti elettrici sono costituiti da:

1. la stazione di trasformazione 30/132 kV (SE): trasforma l'energia al livello di tensione della rete AT. In questa stazione vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
2. Stazione di Condivisione: impianto in alta tensione a cui sono connesse le stazioni di trasformazione 30/132 kV dei tre produttori;
3. stallo di consegna TERNA a 132 kV (IR - impianto di rete per la connessione);

5 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/132 KV (SSE) E DI CONDIVISIONE

La SE BESS AREZZO 132kV è necessaria ad elevare la tensione da 30kV a 132kV e per successivamente condividere con gli altri produttori la consegna dell'energia alla rete di TERNA.

5.1 STAZIONE DI TRASFORMAZIONE

La SSE è costituita da una sezione a 132 kV e una sezione a 30 kV per ciascun produttore.

Le sezioni a 30kV sono costituite dalle seguenti apparecchiature isolate in aria:

- N° 3 scaricatori di sovratensione;
- N° 3 trasformatori di tensione induttivi (fatturazione);
- N° 3 trasformatori di corrente (protezione e fatturazione);
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare;
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare), SEZ.

Le sezioni a 132kV sono costituite dalle seguenti apparecchiature isolate in aria:

- N° 3 trasformatori di corrente (protezione e misura), TA;
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare, INT;
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare) con lame di terra, SEZ;
- N° 3 trasformatori di tensione induttivi (misura), TVI;
- N° 3 scaricatori di sovratensione, SC;
- N° 3 terminali cavo, TC.

5.2 STAZIONE DI CONDIVISIONE

La stazione di condivisione permetterà la condivisione della consegna tra BESS Arezzo, Quarry PV s.r.l. e Sorgenia Lyra s.r.l. Essa è costituita dalle seguenti apparecchiature isolate in aria, SBARRE AT, composto da:

- N° 1 sistema di sbarre (5 passi sbarra), SB;
- N° 6 trasformatori di tensione capacitivi (protezione e misura), TVC;
- N° 3 trasformatori di corrente (protezione e misura), TA;
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare, INT;
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare) con lame di terra, SEZ;
- N° 3 trasformatori di tensione capacitivi (protezione e misura), TVC;
- N° 3 scaricatori di sovratensione, SC;
- N° 3 terminali cavo, TC.

5.3 CARATTERISTICHE APPARATI

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- Tensione nominale: 132 kV
- Tensione massima: 170 kV
- Livello di isolamento:
 - Tensione a frequenza industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace) 315 kV
 - Tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50 µs) (cresta) 750 kV
- Corrente nominale montante di linea..... 800 A
- Massima corrente di cortocircuito..... 31,5 kA
- Tempo di estinzione dei guasti:..... 0,5 s
- Altezza dell'installazione..... <1000 m

La norma CEI 99-2 definisce le distanze minime che bisogna rispettare dai punti in tensione. Si adotteranno distanze sempre superiori a quelle specificate nella suddetta norma, in particolare:

- Distanza fase-terra: 3,3 m
- Distanza fase-fase: 2,2 m
- Distanza fase-suolo: 4,5 m

GRANDEZZE NOMINALI		
Tipologia	Tipo 1	Tipo 2
Salinità di tenuta a 98 kV (Kg/m^3) valori minimi consigliati	da 14 a 56 (*)	
Poli (n°)	3	
Tensione massima (kV)	170	
Corrente nominale (A)	2000	1250
Frequenza nominale (Hz)	50	
Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico verso massa (kV)	750	
Tensione nominale di tenuta a frequenza industriale verso massa (kV)	325	
Corrente nominale di corto circuito (kA)	40-31,5	31,5
Potere di stabilimento nominale in corto circuito (kA)	100-80	80
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Sequenza nominale di operazioni	O-0,3"-CO-1"-CO	
Potere di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	5
Potere di interruzione nominale su linee a vuoto (A)	63	
Potere di interruzione nominale su cavi a vuoto (A)	160	
Potere di interruzione nominale su batteria di condensatori (A)	600	
Potere di interruzione nominale di correnti magnetizzanti (A)	15	
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms)	80	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Massima non contemporaneità tra i poli in chiusura (ms)	5,0	
Massima non contemporaneità tra i poli in apertura (ms)	3,3	

(*)Valori superiori, per condizioni particolari, potranno essere adottati.

GRANDEZZE NOMINALI	
Poli (n°)	3
Tensione massima (kV)	145-170
Corrente nominale (A)	2000
Frequenza nominale (Hz)	50
Corrente nominale di breve durata:	
- valore efficace (kA)	40-31.5
- valore di cresta (kA)	100-80
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1
Tensione di prova ad impulso atmosferico:	
- verso massa (kV)	650
- sul sezionamento (kV)	750
Tensione di prova a frequenza di esercizio:	
- verso massa (kV)	275
- sul sezionamento (kV)	315
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale longitudinale (N)	800
- orizzontale trasversale (N)	250
- verticale (N)	1000
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15
Prescrizioni aggiuntive per il sezionatore di terra	
- Classe di appartenenza	A o B, secondo CEI EN 61129
- Tensioni e correnti induttive nominali elettromagnetiche ed elettrostatiche (kV, A)	Secondo classe A o B, Tab.1 CEI EN 61129

GRANDEZZE NOMINALI		
Tensione massima	(kV)	170
Frequenza	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione(**)	(A/A)	400/5 800/5 1600/5
Numero di nuclei(**)	(n°)	3
Corrente massima permanente	(p.u.)	1,2
Corrente termica di corto circuito	(kA)	31,5-40
Impedenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	≤0,4
Reattanza secondaria alla frequenza industriale	(Ω)	Trascurabile
Prestazioni(**) e classi di precisione:		
- I nucleo	(VA)	30/0,2 50/0,5
- II e III nucleo	(VA)	30/5P30
Fattore sicurezza nucleo misure		≤10
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV	(kg/m ³)	da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti		
Secondo la Tab.8, Classe II della Norma CEI EN 60044-1.		

(*) Valori superiori potranno essere adottati

(**) I valori relativi ai rapporti di trasformazione, alle prestazioni e al numero di nuclei devontendersi come raccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Rapporto di trasformazione	$\frac{150.000}{\sqrt{3}}$ $\frac{100}{\sqrt{3}}$
Frequenza nominale (Hz)	50
Capacità nominale (pF)	4000
Prestazioni nominali (VA/classe)	40/0,2-75/0,5-100/3P(**)
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Scarti della capacità equivalente serie in AF dal valore nominale a frequenza di rete	-20% ÷ 50%
Resistenza equivalente in AF (Ω)	≤ 40
Capacità e conduttanza parassite del terminale di bassa tensione a frequenza compresa tra 40 e 500 kHz, compresa l'unità elettromagnetica di misura:	
- C _{pa} (pF)	≤(300+0,05 C _n)
- G _{pa} (μS)	≤50
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale, applicato a 600 mm sopra la flangia B (N)	2000
- verticale, applicato sopra alla flangia B (N)	5000

(*) Valori superiori potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero di nuclei devo intendersi comeraccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione massima di riferimento per l'isolamento (kV)	170
Tensione nominale primaria (V)	150.000/√3
Tensione nominale secondaria (V)	100/√3
Frequenza nominale (Hz)	50
Prestazione nominale (VA)(**)	50
Classe di precisione	0,2-0,5-3P
Fattore di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s	1,5
Tensione di tenuta a f.i. per 1 minuto (kV)	325
Tensione di tenuta a impulso atmosferico (kV)	750
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Sforzi meccanici nominali sui morsetti:	
- orizzontale (N)	Tab. 9 Norma CEI EN 60044- 2
- verticale (N)	

(*) Valori superiori potranno essere adottati

(**) I valori relativi alle prestazioni e al numero di nuclei devo intendersi comeraccomandati. Altri valori potranno essere adottati in funzione delle esigenze dell'impianto.

GRANDEZZE NOMINALI	
Tensione di servizio continuo (kV)	108
Frequenza (Hz)	50
Salinità di tenuta alla tensione di 98 kV (kg/m ³)	Da 14 a 56(*)
Massima tensione temporanea per 1s (kV)	158
Tensione residua con impulsi atmosferici di corrente (alla corrente nominale 8/20 µs) (kV)	396
Tensione residua con impulsi di corrente a fronte ripido (10 kA - fronte 1 µs) (kV)	455
Tensione residua con impulsi di corrente di manovra (500 A, 30/60 µs) (kV)	318
Corrente nominale di scarica (kA)	10
Valore di cresta degli impulsi di forte corrente (kA)	100
Classe relativa alla prova di tenuta ad impulsi di lunga durata	3
Valore efficace della corrente elevata per la prova del dispositivo di sicurezza contro le esplosioni (kA)	40

(*) Valori superiori potranno essere adottati

5.4 SEZIONE 30 KV

Il sistema è costituito da elementi necessari a connettere la rete di media tensione del BESS ai secondari dei trasformatori di potenza e ad alimentare i Servizi Ausiliari (SSAA), costituiti da:

- N°3 scaricatori di sovratensione,
- N°3 sezionatori unipolari destinati ad isolare la reattanza di messa a terra,
- N°1 reattanza di messa a terra del secondario del trasformatore di potenza

All'interno dell'edificio tecnico saranno installati inoltre gli apparati di misura, comando, controllo e protezione necessari per la corretta funzionalità dell'impianto.

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- Tensione nominale: 30 kV
- Tensione massima: 36 kV
- Livello di isolamento
 - Tensione a impulso atmosferico 170 kV
 - Tensione a frequenza industriale 70 kV
- Corrente nominale di cortocircuito ¹ 31,5 kA
- Tempo di estinzione del guasto: 0,5 s

¹ Corrispondente al potere di interruzione degli interruttori installati nella cella a 30 kV.

5.4.1 TENSIONI DI ESERCIZIO (Distanze minime)

	CEI 99-2	Fissata in questo progetto
Distanza minima fase-terra in aria	0,32 m	0,5 m
Distanza minima fase-fase in aria	0,32 m	0,5 m
Altitudine minima fase-suolo	3,2 m	3,6 m

Tab. 4: Verifica distanze minime ($V_n = 30$ kV, $V_{1,2/50 \mu s} = 170$ kV)

Nel sistema a 30 kV all'interno della sottostazione si utilizzano cavi isolati e segregati in apposite celle prefabbricate, collaudate e certificate dal Costruttore secondo procedure a norma di legge per il livello di isolamento indicato.

5.4.2 CARPENTERIE METALLICHE

Tutti gli apparati dell'impianto elettrico esterno saranno installati su idonei supporti metallici. L'altezza dei supporti sarà superiore a 2,25 m per evitare di posizionare barriere di protezione da elementi in tensione. La base della struttura dei supporti sarà realizzata in acciaio ed in grado di sopportare gli sforzi nelle condizioni peggiori. Le fondazioni necessarie per l'ancoraggio delle strutture sono dimensionate per assicurare la stabilità e evitare ribaltamenti.

La struttura metallica necessaria a supportare gli apparati consta di:

5.4.3 STRUTTURA METALLICA PER APPARECCHIATURE A 132 KV

- Sei supporti per trasformatori di tensione,
- Un supporto per sezionatore di consegna,
- Tre supporti per trasformatori di corrente
- Tre supporti per interruttori
- Tre supporti per scaricatori di sovratensione

Le strutture potranno sopportare il tiro totale previsto dei conduttori.

5.4.4 STRUTTURE METALLICHE A 30 KV

Per ogni trasformatore di potenza:

- Un supporto per il lato sbarra esterna 30 kV in uscita del trasformatore
- Un supporto per l'altro lato della sbarra esterna 30 kV, scaricatori, reattanza di messa a terra ed il suo sezionatore di isolamento.

5.4.5 SBARRE

Le sbarre (di due tipi: sbarre principali e interconnessioni tra gli apparati) saranno scelte in modo tale da sopportare gli sforzi elettrodinamici e termici delle correnti di cortocircuito previste, senza la produzione di deformazioni permanenti.

5.4.6 SBARRA DA 30 KV

Sbarre esterne

Comprende dai morsetti dell'avvolgimento secondario del trasformatore di potenza, alla connessione con i cavi isolati che vanno alla cella a 30 kV; la sbarra sarà costituita da:

- Materiale: Tubo di rame 80/70 mm.
- Sezione equivalente del conduttore: 1180 mm²
- Portata nominale conduttore: 2095 A

Isolatore supporto sbarre

La sbarra da 30 kV da esterno è sostenuta da isolatori di appoggio con le seguenti caratteristiche:

- Tensione massima 36 kV
- Tensione a impulso atmosferico 170 kV
- Tensione a frequenza industriale (sotto la pioggia)..... 70 kV
- Linea di fuga 850 mm
- Carica di rottura a flessione..... 4000 N
- Carica di rottura a torsione 1200 Nm

Sezionatore

Si installerà un sezionatore per la connessione / disconnessione della reattanza di messa a terra, con le seguenti caratteristiche:

- Tensione nominale 36kV
- Tensione a impulso atmosferico:
- A terra ed interpolare (cresta).....170kV
- Sulla distanza di sezionamento (cresta)195kV
- Tensione a frequenza industriale:
- A terra ed interpolare (cresta)..... 70kV
- Sulla distanza di sezionamento (cresta) 80kV
- Corrente massima 400 A
- Corrente massima di breve durata (1s) (cresta) 16 kA

Il sezionatore è formato da tre sezionatori unipolari e sarà del tipo a due colonne per fase, con apertura verticale e azionamento manuale, senza lama di messa a terra.

Scaricatori di sovratensione

- Tensione di servizio continuo U_c (fase-terra)..... 30kV
- Tensione massima transitoria (1 s) U_r (fase-terra) 37,5 kV
- Tensione massima residua (10 kA, 8/20 s) 92,1 kV
- Corrente nominale di scarica..... 10 kA

Gli scaricatori di sovratensione saranno ad ossido di zinco con isolamento polimerico.

Si installeranno un totale di tre scaricatori di sovratensione a 30 kV per trasformatori. L'insieme degli scaricatori di sovratensione sarà montato sul supporto della reattanza di messa a terra e sarà equipaggiato con un unico contatore di scarica.

Conduttori interconnessione sbarre esterne – sbarre interne

La connessione tra la sbarra esterna e la cella a 30 kV del trasformatore di potenza, si effettua attraverso:

- Materiale: due terne di cavi di rame
- Tipo di cavo: ARG16H1R12 - 18/30 kV (o equivalente)

Sbarre interne

Nella sbarra interna delle celle la distanza tra le fasi è di 14,5 cm (sbarre isolate) e permette un passaggio di corrente di 2.500 A.

5.4.7 CELLE A MEDIA TENSIONE (30 KV)

Da punto di vista della struttura, queste celle saranno del tipo incapsulato metallico, isolamento in SF6, per installazione all'interno.

Le celle da installare sono le seguenti:

- N° 1 cella del trasformatore di potenza (con interruttore automatico);
- N° 5 celle di linea;
- N° 1 cella TR.SSAA (con interruttore automatico);
- N° 1 cella misure.

5.4.8 TIPO DI CELLE

Le caratteristiche strutturali di ogni cella sono analoghe, variando unicamente la apparecchiatura installata, compatibilmente alle necessità relative ad ogni servizio. Le apparecchiature con le quali sarà dotata ogni tipo di cella è la seguente:

Celle dei trasformatori

- Sbarra da 2000 A
- Derivazione a 1600 A
- 1 sezionatore tripolare
- 1 interruttore automatico
- 3 trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione

Cella di linea

- Sbarra da 630 A
- Derivazione a 630 A
- 1 sezionatore tripolare
- 1 interruttore automatico
- 3 trasformatori di corrente
- 3 trasformatori di tensione

Oltre alle apparecchiature menzionate, si dispone di 3 trasformatori di tensione nelle sbarre per poter realizzare misure di tensione e potenza.

5.4.9 CARATTERISTICHE DELL'APPARECCHIATURA

Le caratteristiche elettriche dell'apparecchiatura descritta per ciascuna cella sono le seguenti:

5.4.9.1 INTERRUTTORI

- Tensione massima 36kV
- Tensione a impulso atmosferico 170 kV
- Tensione a frequenza industriale 70kV
- Intensità massime:
 - Cella del trasformatore 2.000 A
 - Celle di linea 630 A
- Intensità di cortocircuito:
 - Cella del trasformatore 31,5 kA
 - Celle di linea 31,5 kA
- Isolamento n SF6

5.4.9.2 TRASFORMATORI DI CORRENTE

- Tensione massima 36kV
- Rapporti di trasformazione:
 - Cella del trasformatore 1250 / 5-5-5 A
 - Celle di linea (linee L1, L2, L3) 500 / 5-5 A
- Potenza e classi di precisione:
 - Cella del trasformatore:
 - Primo nucleo (misura) 15 VA; 0,5
 - Secondo nucleo (protezioni) 5 VA; 5P20
 - Terzo nucleo (protezioni) 15VA; 5P20
 - Celle di linea:
 - Primo nucleo (misura) 15 VA; 0,5
 - Secondo nucleo (protezioni) 5 VA; 5P20

5.4.9.3 TRASFORMATORI DI TENSIONE DELLE SBARRE

- Tensione massima 36kV
- Rapporto di trasformazione 30.000:√3/100: √3/100:3 V
- Potenza e classe di precisione:
 - Primo nucleo (misura)100 VA; 0,5
 - Secondo nucleo (protezioni) 50 VA; 3P

5.4.9.4 SEZIONATORI TRIPOLARI

I sezionatori delle celle saranno tripolari con tre posizioni (sbarre, disinserito, messa a terra) con azionamento manuale per manovre improvvise e blocco meccanico e elettrico con l'interruttore.

- Tensione massima 36kV
- Tensione a impulso atmosferico (1.2/50μs) 170 kV
- Tensione a frequenza industriale 70kV
- Corrente massima:
 - Cella del trasformatore 2000 A
 - Cella di linea 630 A
- Corrente di cortocircuito31,5 kA
- Isolamento inSF6

5.4.10 REATTANZA DI MESSA A TERRA

I collegamenti a triangolo del lato 30 kV del trasformatore di potenza e del lato 30 kV dei trasformatori dei singoli aerogeneratori bloccano la componente omopolare della corrente di guasto a terra con conseguente difficoltà da parte delle protezioni MT nel rilevare i guasti a terra.

Per superare tale difficoltà si installa una reattanza di messa a terra avente un collegamento a “zig-zag” sul lato 30 kV. Essa permette di avere neutro artificiale attraverso il quale la componente omopolare della corrente di guasto monofase a terra nella rete MT può scorrere facilitando l'individuazione dei guasti stessi da parte delle protezioni MT.

L'impedenza omopolare offerta alle correnti di guasto a terra ha per componenti la resistenza ohmica degli avvolgimenti e la reattanza di dispersione degli avvolgimenti della reattanza.

La reattanza viene dimensionata in modo da ottenere: I guasto

$$\text{monofase} = 3 \cdot I_0 < 500 \text{ A}$$

5.4.11 CARATTERISTICHE

Si installerà una reattanza trifase di messa a terra, insieme al trasformatore di potenza in olio 30/132 kV, le cui caratteristiche principali sono:

- Tensione nominale 30 kV
- Frequenza 50 Hz
- Gruppo di connessione Zig-Zag
- Corrente di guasto a terra per il neutro 500 A
- Durata del guasto a terra per il neutro 30 s
- Isolante di parti attive olio minerale
- Refrigerazione ONAN
- Tensione a impulso atmosferico (1,2/50 μ s) 170 kV
- Sovratensione indotta a 150 Hz e 40 s 60 kV
- Resistenza del Neutro 7,25 Ω
- Reattanza del Neutro 103,6 Ω
- Impedenza omopolare (*) 103,9 Ω

In ogni fase e sul neutro si disporrà un trasformatore di corrente per protezione di tipo

Bushing aventi le seguenti caratteristiche:

- Sulla fase

3 T.A. tipo BR, rapporto 300/5 A, 15 VA, 5P20

- Sul neutro

1 T.A. tipo BR, rapporto 300/5 A, 15 VA, 5P20

Le protezioni della reattanza saranno termometro e relè Buchholtz con comando di allarme.

5.4.12 SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari (SS.AA.) della sottostazione sono costituiti da due sistemi di tensione (c.a. e c.c.) necessari per il funzionamento della sottostazione. Si installeranno sistemi di alimentazione in corrente alternata e in corrente continua per alimentare i distinti componenti di controllo, protezione e misura.

I servizi di corrente alternata e continua saranno alloggiati in diversi armadi destinati a realizzare le rispettive distribuzioni.

5.4.13 SERVIZI AUSILIARI IN C.A.

5.4.13.1 TRASFORMATORI DI SERVIZI AUSILIARI

Per disporre di questi servizi è prevista l'installazione di un trasformatore esterno da 100 kVA.

Le caratteristiche sono le seguenti:

- Trifase isolato in olio
- Potenza nominale..... 100 kVA
- Tensioni primaria..... $\pm 2,5 \pm 5 \pm 7,5\%$ kV
- Tensione secondaria (trifase) 0,420 kV
- Connessioni Zig-zag / Stella
- Gruppo di connessione ZNyn11

5.4.13.2 GRUPPO ELETTROGENO

La sottostazione è dotata di un gruppo elettrogeno fisso che è disponibile come riserva in caso di guasto del trasformatore di servizi ausiliari o fuori servizio del trasformatore 30/132 kV per manutenzione o guasto.

5.4.14 SERVIZI AUSILIARI IN C.C.

L'alimentazione dei servizi in corrente continua é assicurata da un idoneo sistema raddrizzatore/batterie a 125 Vcc. Le caratteristiche di raddrizzatore e batterie sono: Raddrizzatore:

- Ingresso (c.a.): 3 x 400 / 230 Vca
- Uscita (c.c.): 125 V_{CC} +10%, -15%
- Corrente nominale: 40 A

Batteria:

- Capacità: 120 Ah
- Autonomia minima (guasto c.a.): 8 h

Le apparecchiature alimentate alla tensione di 110 V_{CC} funzioneranno ininterrottamente. Il processo di carica delle batterie sarà gestito automaticamente, senza la necessità di alcun tipo di vigilanza o controllo, quindi più sicuro per il mantenimento di un servizio permanente.

Le apparecchiature saranno idonee a funzionare con temperature interne all'edificio comprese tra 10°C e 40°C. In condizioni di normale funzionamento (corrente alternata presente), il raddrizzatore fornirà sia la corrente di funzionamento degli ausiliari in corrente continua, sia la corrente di mantenimento o di carica necessaria per la batteria.

In assenza di corrente alternata di alimentazione, la batteria deve essere in grado di alimentare i circuiti ausiliari in corrente continua per il tempo prefissato.

5.5 MISURA ENERGIA

5.5.1 MISURE DI ENERGIA (FATTURAZIONE)

L'energia esportata e importata del BESS si misurerà nel punto di connessione con la rete del Gestore.

La misura sarà effettuata tramite i tre trasformatori di tensione induttivi dedicati e i tre trasformatori di corrente (dai secondari di classe di precisione 0,2).

Caratteristiche degli apparati di misura:

1. Trasformatori di tensione: 150: √3/0,100: √3 50 VA cl 0,2
2. Trasformatori di corrente:
400/5-5-5-5 A
30VA cl 0,2s (sul secondario di fatturazione)
3. Contatore-registratore elettronico: Tipo:
contatore bidirezionale,
Precisione di misura: Energia attiva (classe 0.2) / Energia reattiva (classe 0.5)
Entrate: 3 x 100:√3 V e 3 x 5 A
N° Registri: 6 (Attiva +, Attiva -, Reattiva Induttiva +, Reattiva Induttiva -, Reattiva Capacitiva +, Reattiva Capacitiva -)
Comunicazioni: via modem GSM, incorporato nel contatore-registratore.

5.5.2 ULTERIORI APPARATI DI MISURA

Si disporrà delle seguenti misure nelle UCP.

Montanti 132 kV:

Tensione (V), Corrente (A), Potenza attiva (W), Potenza reattiva (VAr), Frequenza (Hz), Fattore di potenza ($\cos \phi$)

Celle 30 kV

Tensione (V), Corrente (A), Potenza attiva (W), Potenza reattiva (VAr), Frequenza (Hz), Fattore di potenza ($\cos \phi$)

5.6 TELECONTROLLO E TELECOMUNICAZIONI

La UCS sarà connessa via porta di comunicazione RS232 con il computer situato nella sala di controllo. Le informazioni della UCS, unitamente a quelle provenienti dagli aerogeneratori e dalle torri meteorologiche, saranno elaborate con un programma informatico al fine di permettere il controllo in remoto del BESS e della sottostazione.

5.7 OPERE CIVILI

Le opere civili per la costruzione della SSE sono di seguito descritte.

5.7.1 PIATTAFORMA

I lavori riguarderanno l'intera area della sottostazione e consisteranno nell'eliminazione del mantello vegetale, scavo, riempimento e compattamento fino ad arrivare alla quota di appianamento prevista.

5.7.2 FONDAZIONI

Si realizzeranno le fondazioni necessarie alla stabilità delle apparecchiature esterne a 132 kV e 30 kV.

5.7.3 BASAMENTO E DEPOSITO DI OLIO DEL TRASFORMATORE MT/AT

Per l'installazione dei trasformatori di potenza si costruirà un idoneo basamento, formato da fondazioni di appoggio, una vasca intorno alle fondazioni per la raccolta di olio che, durante un'eventuale fuoriuscita, raccoglierà l'olio isolandolo. Detta vasca dovrà essere impermeabile all'olio ed all'acqua, così come prescritto dalla CEI 99-2.

5.7.4 DRENAGGIO DI ACQUA PLUVIALE

Il drenaggio di acqua piovale sarà realizzato tramite una rete di raccolta formata da tubature drenanti che canalizzeranno l'acqua attraverso un collettore verso l'esterno, orientandosi verso le cunette vicine alla sottostazione.

5.7.5 CANALIZZAZIONI ELETTRICHE

Si costruiranno le canalizzazioni elettriche necessarie alla posa dei cavi di potenza e controllo. Queste canalizzazioni saranno formate da solchi, archetti o tubi, per i quali passeranno i cavi di controllo necessari al corretto controllo e funzionamento dei distinti elementi dell'impianto.

5.7.6 ACCESO E VIALI INTERNI

E' stato progettato l'accesso alla SEE da una strada che passa vicino alla stessa.

Si costruiranno i viali interni necessari a permettere l'accesso dei mezzi di trasporto e manutenzione richiesti per il montaggio e la manutenzione degli apparati della sottostazione.

5.7.7 RECINZIONI INTERNE

La recinzione dell'ingresso principale e le recinzioni delle diverse aree della SSE saranno realizzate da un cordolo di fondazione in calcestruzzo armato gettato in opera sul quale verranno inseriti dei pilastrini prefabbricati in calcestruzzo armato, larghe 7m con ingresso pedonale, così come descritto nell'elaborato grafico di dettaglio allegato alla presente relazione tecnica. Le recinzioni saranno alte 2,5 m dal suolo, rispettando il regolamento che ne stabilisce un'altezza minima di 2 m (CEI 99-2).

5.7.8 EDIFICIO DI CONTROLLO SET E STAZIONE DI CONDIVISIONE

L'edificio di controllo SSE sarà composto dai seguenti vani:

- Locale celle MT,
- Locale BT e controllo,
- Locale Gruppo Elettrogeno,
- Locale misure,
- Locale servizi igienici.

5.8 MESSA A TERRA

Descrizione

La sottostazione sarà dotata di una rete di dispersione interrata a 0,7 m di profondità.

Messa a terra di Servizio

Si connetteranno direttamente a terra i seguenti elementi, che si considerano messa a terra di servizio:

- I neutri dei trasformatori di potenza e misura
- Le prese di terra dei sezionatori di messa a terra
- Le prese di terra degli scaricatori di sovratensione
- I cavi di terra delle linee aeree che entrano nella sottostazione.

Messa a terra di protezione

Tutti gli elementi metallici dell'impianto saranno connessi alla rete di terra, rispettando le prescrizioni nella CEI 99-2.

Si connetteranno a terra (protezione delle persone contro contatto indiretto) tutte le parti metalliche normalmente non sottoposte a tensione, ma che possano esserlo in conseguenza di avaria, incidenti, sovratensione o tensione indotta. Per questo motivo si connetteranno alla rete di terra:

- le carcasse di trasformatori, motori e altre macchine,
- le carpenterie degli armadi metallici (controllo e celle MT),
- gli schermi metallici dei cavi MT,
- le tubature ed i conduttori metallici.

Nell'edificio non si metteranno a terra:

- Le porte metalliche esterne dell'edificio
- Le sbarre anti-intrusione delle finestre
- Le griglie esterne di ventilazione.

I cavi di messa a terra si fisseranno alla struttura e carcasse delle attrezzature con viti e graffe speciali di lega di rame. Si utilizzeranno saldature alluminotermiche Cadweld ad alto potere di fusione per l'unione sotterranea, per resistere alla corrosione galvanica.

Ipotesi di progetto

Secondo i calcoli, si considerano i seguenti dati di partenza:

Corrente di cortocircuito monofase	31,5 kA
Tempo durata del guasto.....	0,5 s
Resistenza del terreno (ipotesi).....	150 Ωm
Resistenza manto superficiale (10 cm di ghiaia, de Ø 2-4 cm)	3000 Ωm

La rete di terra sarà formata da una maglia di circa 4 m x 4 m, e si realizzerà con un conduttore a corda di rame nuda di sezione 95 mm². Per il collegamento degli apparati alla rete di terra si utilizzerà corda di rame nuda di sezione 125 mm².

La rete di terra della sottostazione sarà connessa alla rete di terra del BESS, in modo da ridurre il valore totale della resistenza di terra e agevolare il drenaggio della corrente di guasto. Conformemente alla CEI 99-2, la terra della SE sarà a sua volta collegata alla rete di terra della cabina di consegna.

5.9 CARICHI ELETTRICI

5.9.1 MASSIMA CORRENTE DI IMPIEGO

La massime correnti di impiego su ciascuna sezione dell'impianto si calcolano per mezzo della seguente formula:

$$I_{IMP}(A) = \frac{S_N(MW)}{\sqrt{3} \times U_N(kV)} \times 1000$$

Con

S_N : la potenza nominale del circuito,

U_N : tensione nominale.

5.9.2 CORRENTI NOMINALI LATO 132 E 30 KV

Le correnti nominali degli apparati dovranno essere superiori alle massime correnti di impiego sopra definite.

Sugli stalli AT del trasformatore e sullo stallo di consegna gli apparati avranno le seguenti correnti nominali:

Apparato	Corrente Nom. (A)
Sezionatore	2000
Trasformatore di corrente	1600
Interruttore	2500
Trasformatore di Potenza	50/60 (ONAN/ONAF)

Sui circuiti e sui lati a 30 kV degli apparati le correnti nominali degli apparati sono riassunte nella seguente tabella:

Apparecchiatura	Corrente Nom. (A)
Trasformatore MT/AT di potenza	962/1155 (ONAN/ONAF)
TA cella trasformatore	1600
Interruttore cella trasformatore	1600
Sezionatore cella trasformatore	2000
Barre celle	2000
Sezionatore cella linee	630
Interruttore cella Linee	630
Trasformatori corrente cella linee	400

6 STALLO DI CONSEGNA TERNA (IR - IMPIANTO DI RETE)

Lo stallo di consegna TERNA sarà ubicato all'interno della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 132 kV di "Arezzo C" e sarà costituito da:

- N° 3 scaricatori di sovratensione,
- N° 3 terminali cavo AT,
- N° 3 trasformatori di tensione,
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare),
- N° 3 trasformatori di corrente,
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare,
- N° 2 sezionatori a pantografo (tripolare).

Tutte le opere, se non diversamente specificato, dovranno essere realizzate in osservanza delle Norme CEI, IEC, CENELEC, ISO, UNI in vigore.

7 CAVIDOTTO A 132 KV

Per collegare la stazione di condivisione all'impianto di rete per la connessione (stallo TERNA) verrà realizzato un tratto di linea interrata a 132 kV per mezzo di cavi unipolari del tipo XLPE 87/150 kV da 1600mm².

I cavi verranno posati con una protezione meccanica (bauletto in CA) ed un nastro segnalatore. Su terreni pubblici e su strade pubbliche la profondità di posa, previa autorizzazione del Comune, tra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo dovrà essere comunque non inferiore a 1,5m per la AT nei casi dove non esiste interferenza con altri sottoservizi. In tale caso, la profondità dovrà essere non inferiore a 2,3m per la AT. Mantenendo valide le ipotesi di temperatura e resistività del terreno, i valori di portata indicati nel precedente paragrafo vanno moltiplicati per dei coefficienti di correzione che tengono conto della profondità di posa di progetto, del numero di cavi presenti in ciascun bauletto e della ciclicità di utilizzo dei cavi.

Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato numero EG23.