

Realizzazione di un impianto agrivoltaico avanzato da 39 MW con sistema di accumulo BESS da 12 MW presso Gavorrano (GR)

Progetto definitivo

NAT02_PD_PEC_REL03

RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE

COMMESSA				LIVELLO	AMB.	ELAB.	NUM.	NOME FILE		SCALA
N	A	T	02	PD	PEC	REL	03	NAT02_PD_PEC_REL03		-
REV.	DATA			REDAZIONE		VERIFICA		APPROVAZIONE	VERIFICATO	DESCRIZIONE
0	2 agosto 2024			L. Nigro		L. Nigro		Ing. M. I. Gianviti		Consegna
1										
2										
3										

Sede di Roma

Via Cristoforo Colombo, 149 - 00147

Roma (RM)

Tel. 06/45678571

Web page: www.ambientesc.it

Altre sedi principali

Carrara (sede legale e operativa) Via Frassina, 21 - 54033 Carrara (MS) -
Tel. 0585/855624 - Fax. 0585/855617

Firenze Via di Soffiano, 15 - 50143 Firenze (FI) - Tel. 055/7399056 - Fax
055/7134442

Milano Via Tibullo, 2 - 20151 Milano (MI) - Tel. 02/45473370

Taranto Via Matera, km 598/I - 74014 Laterza (TA) - Mob. 347/1083531

Sommario

1.	INTRODUZIONE	3
2.	NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO	5
3.	DESCRIZIONE OPERE DI CONNESSIONE.....	7
4.	CARATTERISTICHE TECNICHE CAVIDOTTI INTERRATI	9
4.1	Caratteristiche cavidotto MT	9
4.2	Caratteristiche cavidotto AT	9
4.3	Caratteristiche di posa cavidotti	12
5.	Caratteristiche Step-up	12
5.1	Impianto di terra.....	15
5.2	Trasformatori di potenza	15
5.3	Servizi ausiliari	15
5.4	Funzionamento	15
5.5	Soletta trasformatore	15
5.6	Reattanza di messa a terra.....	16
5.7	Caratteristiche fondamentali dell'apparecchiatura AT e della sua installazione.....	16
5.7.1	Apparecchiature di comando convenzionali	16
5.7.2	Interruttori.....	17
5.7.3	Sezionatori	17
5.7.4	Isolatori di supporto	17
5.7.5	Scaricatori	17
5.7.6	Trasformatore di corrente	17
5.7.7	Armadio per la raccolta delle correnti.....	17
5.7.8	Trasformatore di tensione induttivo	18
5.7.9	Armadi di raccolta della tensione	18
5.7.10	Trasformatore di tensione capacitivo.....	18
5.8	Sistema di cavi MT	18
5.9	Caratteristiche principali dei quadri MT (30 kV)	18
5.9.1	Caratteristiche di funzionamento.....	19
5.10	Sistema di messa a terra generale.....	19
5.11	Sistemi di protezione, controllo e misurazione	20
5.11.1	Protezione, controllo e misurazione nell'alta tensione	21
5.11.2	Protezione, controllo e misurazione del trasformatore di potenza.	23
5.11.3	Protezione e misurazione delle sbarre	23
5.11.4	Protezione, controllo e misurazione MT	24
5.12	Illuminazione esterna	26
5.12.1	Caratteristiche	27

Relazione tecnica opere di connessione

5.13 **Struttura metallica**.....**27**

5.14 **Segnaletica****29**

1. INTRODUZIONE

Il presente elaborato "Relazione tecnica impianti elettrici" descrive le caratteristiche e le metodologie utilizzate per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico, sito nei pressi del comune di Gavorrano (GR) e l'impianto di accumulo BESS installato presso il comune di Grosseto (GR).

Di seguito si riporta la denominazione e la potenza nominale di picco (DC) e la potenza di immissione in rete (AC) dell'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione illustrativa:

Tabella 1 - Caratteristiche impianto FV e BESS

POTENZA NOMINALE DC (MWp)	39,36
POTENZA PRODUZIONE AC (MWac)	36,00
ENERGIA ACCUMULO (MWh)	46
POTENZA DI ACCUMULO (MW)	12

L'impianto sarà del tipo grid-connected e l'energia elettrica prodotta sarà riversata in parte per alimentare l'impianto BESS mentre la restante sarà immessa in rete, con allaccio in alta tensione a 132 kV in modalità trifase. L'energia prodotta verrà immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso. L'idea alla base del presente sviluppo progettuale è quella di massimizzare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico in rapporto alla superficie utile di terreno disponibile nel pieno rispetto di tutte le norme tecniche di costruzione e di esercizio vigenti. La scelta dell'architettura di impianto e dei materiali da utilizzare per la costruzione tengono conto da un lato di quanto la moderna tecnologia è in grado di offrire in termini di materiali e dall'altro degli standard costruttivi propri della Società proponente.

L'impianto sarà realizzato a regola d'arte, come prescritto dalla Legge n. 186 del 1° marzo 1968 e ribadito dal DM 37/08. Per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro, sarà naturalmente rispettato quanto prescritto dal Testo unico sulla Sicurezza D.Lgs. 81/08.

Le caratteristiche dell'impianto, nonché di tutte le sue componenti, saranno in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti ed in particolare saranno conformi:

- alle prescrizioni di autorità locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni ed indicazioni del Gestore di Rete e della Società Distributrice dell'energia elettrica;
- alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano).

Le opere di connessione consistono nella realizzazione di:

- Cavidotto di connessione MT per l'allaccio dell'impianto agrivoltaico alla stazione di Step-up. La connessione sarà effettuata mediante terna di cavo unipolare interrato da 800 mmq
- una nuova Stazione Elettrica (SE) a 132 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee RTN 132 kV "Grosseto - Menga" e "Giuncarico AI - Grosseto", previo:
 - potenziamento/rifacimento della direttrice RTN a 132 kV "Suvereto - Follonica RT - Menga -

Relazione tecnica opere di connessione

Grosseto”;

- realizzazione degli interventi 311-P, 345-P e 359-N del Piano di Sviluppo Terna.
- n. 1 Stazione elettrica di Step-up 132/30 kV per la trasformazione in AT e per la connessione alla futura SE Terna, menzionata al punto precedente, mediante terna di cavi unipolari interrati in alluminio da 400 mmq.

2. NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO

GENERALI

- DPR n. 447 del 06/12/1991: Regolamento per le norme di sicurezza degli impianti
- Legge 10/91 per il contenimento dei consumi energetici e relativo regolamento di attuazione DPR 412/93 integrato da 551/99, 192/05 e 311/06
- Regio Decreto 11 dicembre 1933 n° 1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici";
- Legge 23 agosto 2004, n. 239 "Riordino del settore energetico, nonché delega al Governo per il riassetto delle disposizioni vigenti in materia di energia";
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici";
- DPCM 8 luglio 2003, "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";
- Decreto 29 maggio 2008, "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e ss.mm.ii.;
- Legge 24 luglio 1990 n° 241, "Norme sul procedimento amministrativo in materia di conferenza dei servizi" come modificato dalla Legge 11 febbraio 2005, n. 15, dal Decreto legge 14 marzo 2005, n. 35 e dalla Legge 2 aprile 2007, n. 40;
- Decreto Legislativo 22 gennaio 2004 n° 42 "Codice dei Beni Ambientali e del Paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 12 dicembre 2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'articolo 146, comma 3, del Codice dei beni culturali e del paesaggio di cui al decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- Legge 5 novembre 1971 n. 1086. "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica. Applicazione delle norme sul cemento armato";

IMPIANTI ELETTRICI

- CEI EN 61936-1 "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- • CEI EN 50522 "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a";
- CEI 11-17, "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione dell'energia elettrica – Linee in cavo", terza edizione, 2006-07

Relazione tecnica opere di connessione

- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche", seconda edizione, 2008-09
- CEI 211-6, "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", prima edizione, 2001-01
- CEI 103-6 "Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto", terza edizione, 1997:12
- CEI 304-1 Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza, prima edizione, 2005;
- CEI 106-11, "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) - Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo", prima edizione, 2006:02
- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne", quinta edizione, 1998:09
- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne", seconda edizione, 2002-06
- Norme CEI CT 11
- Norme CEI CT 20
- Norme CEI CT 64
- Norme CEI CT 81
- Norme CEI CT 103
- TERNA - Codice di Rete
- Norme UNI

3. DESCRIZIONE OPERE DI CONNESSIONE

La realizzazione dell'impianto di rete per la connessione a 132 kV in progetto si rende necessaria per collegare il nuovo impianto di produzione da fonte fotovoltaica e il sistema di accumulo alla RTN. Le opere di connessione sono realizzate mediante cavidotto interamente interrato, dalla stazione di step-up alla nuova Stazione Elettrica (SE) a 132 kV della RTN da inserire in entra – esce alle linee RTN 132 kV "Grosseto - Menga" e "Giuncarico Al - Grosseto". È presente inoltre la posa di cavo interrato in MT per la connessione dell'impianto alla Step-up.



Figura 1 - Estratto della planimetria di tracciato

La lunghezza dell'elettrodotta interrato in media tensione sarà di circa 9.2 km e attraversa il territorio dei Comuni di Gavorrano e Castiglione della Pescaia (GR). Il cavidotto interrato in alta tensione sarà di circa 400 m e attraversa il territorio del Comune di Grosseto (GR). La definizione del tracciato e la scelta dove posizionare il cavo è stata fatta comparando le esigenze della pubblica utilità dell'opera con gli interessi sia pubblici che privati ivi interferenti, in armonia con quanto dettato dall'art. 121 del Testo Unico 11/12/1933, n° 1775 ubicando il percorso del cavo, per quanto tecnicamente possibile, a ridosso della rete stradale esistente, invadendo il meno possibile gli appezzamenti e le proprietà altrui.

Relazione tecnica opere di connessione

L'elettrodotto in cavo verrà realizzato in conformità a quanto prescritto dalle Norme CEI 11-17 ed.III, 2007-06, "Linee in cavo" e Norma CEI 11-4: "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne". Il percorso del cavo è indicato nella tavola allegata, che costituisce parte integrante della presente relazione.

L'impianto di utenza per la connessione sarà realizzato in conformità alla Norma CEI 0-16 vigente.

4. CARATTERISTICHE TECNICHE CAVIDOTTI INTERRATI

4.1 Caratteristiche cavidotto MT

Il cavidotto sarà costituito da una terna composta di tre cavi unipolari ARE4H5E 18/30 kV con conduttore in alluminio, isolante in XLPE, schermatura in alluminio e guaina esterna in MDPE. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione indicativa di circa 800 mm². Il cavidotto servirà alla connessione dell'impianto fotovoltaico alla stazione di step-up.

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono le seguenti:

- Frequenza nominale 50 Hz
- Tensione nominale 30 kV
- Portata nominale 899 A
- Sezione nominale del conduttore Alluminio 800 mm²
- Isolante XLPE
- Diametro esterno 58,9 mm
- Peso cavo 3990 kg/km

Tipologia	Linea in cavo interrato MT
Tensione nominale di esercizio	30 kV
Lunghezza del tracciato	9,2 km
Cavo	Cavo unipolare 3x(1x800)mm ² tipo ARE4H5E 18/30 kV .
Profondità di interramento	> 1 m

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità di 1,5 metri, con disposizione delle fasi a trifoglio (da valutare in fase esecutiva).

Le profondità reali di posa saranno meglio definite in fase di progetto esecutivo dell'opera.

Nello stesso scavo, a distanza di almeno 0,3 m dai cavi di energia, sarà posato un cavo con fibre ottiche (f.o.) da 48 fibre per trasmissione dati.

4.2 Caratteristiche cavidotto AT

La connessione tra la stazione utente di step-up e la SE Terna avverrà per mezzo di un conduttore costituito da una corda rotonda compatta e tamponata composta da fili di alluminio, conforme alla Norma IEC 60840 per conduttori di Classe 2; l'isolamento sarà composto da uno strato di polietilene reticolato (XLPE), adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C (tipo ARE4H1H5E), come

Relazione tecnica opere di connessione

da scheda tecnica successivamente allegata:

ARE4H1H5E 1x400RM/100 87/150 (170)kV IEC 60840

CONSTRUCTION (3)

- Round, stranded and compacted watertight aluminum conductor. Class 2.
- Extruded semi-conducting conductor screen
- Insulation XLPE – dry cured
- Extruded semi-conducting insulation screen
- Semi-conducting swelling tapes
- Metallic screen: copper wires screen and copper equalizing tapes
- Semi-conducting swelling tapes
- Longitudinal aluminum foil
- Sheath – black HDPE
- Graphite coated

MARKING
TF KABLE, product name, date of manufacture, standard, meter marking



The picture is informative only – not in scale

APPLICATION

- Laying in ground (wet or dry locations)
- Laying in air
- Laying in ducts

Highest permissible conductor temperature

- Continuous operation 90°C
- Overload 105°C
- Short circuit 250°C (duration max 5s)

Laying is possible without any special measures at natural cable temperatures and ambient temperature not lower than -5°C, with Tele-Fonika supervising

DESCRIPTION	UNIT	DETAILS
CONSTRUCTION DATA		87/150 (170)kV
Conductor – IEC 60228		Aluminum
<input type="checkbox"/> material		
<input type="checkbox"/> number of wires	No	58
Nominal cross sectional area	mm ²	400
Conductor diameter and tolerance	mm	22.9 ^{+0.2}
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on conductor	mm	1.2 / 2.0
Nominal insulation thickness XLPE	mm	21.0
Insulation thickness: minimum at a point	mm	18.9
Diameter over insulation – nominal	mm	68.9 ^{+0.3}
Min./Nom. thickness semi-conducting XLPE on insulation	mm	0.6 / 1.0
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35
Metallic screen	mm ²	100
<input type="checkbox"/> Copper wires	No x mm	64 x 1.44
<input type="checkbox"/> Copper equalizing tapes	No x mm x mm	2 x 10 x 0.18
Mean diameter over metallic screen	mm	74.7
Thickness of semi-conducting swelling tape	No x mm	2 x ~ 0.35
Thickness of aluminum foil	mm	0.2
Nominal outer sheath thickness / min	mm	3.7 / 3.05
Approximate overall diameter completed cable (D _c)	mm	84.0
Weight of complete cable (approx.)	kg/km	6680

Figura 2 - SCHEDA TECNICA CAVO AT

La connessione sarà effettuata in antenna collegandosi alla nuova SE Terna distante circa 400 m dalla stazione di step-up, alla tensione nominale di 132 kV. Le caratteristiche di riferimento dell'elettrodotto sono riassunte nella tabella seguente:

Tipologia	Linea in cavo interrato AT
Tensione nominale di esercizio	132 kV
Lunghezza del tracciato	400m
Cavo	Cavo AT unipolare con conduttori in alluminio nella formazione 3x1x400 tipo ARE4H1H5E 87/150kV .
Profondità di interramento	>1.5 m

La fascia di terreno sulla quale graverà la servitù di elettrodotto avrà larghezza di 5 metri e sarà coassiale all'elettrodotto.

I cavi saranno protetti da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm e segnalati superiormente da una rete in PVC e da un nastro segnaletico come prescritto nella specifica tecnica di Terna UX LK401. Allo scopo di prevenire infortuni in occasione di lavori in vicinanza del cavo, sarà predisposto ad una distanza maggiore o uguale a 20 cm dalla parte superiore del tubo flessibile un nastro monitore. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto. Lungo il circuito si prevede la posa di un tubo per la eventuale posa di cavi a fibre ottiche, oltre a due cavi di rame aventi sezione 120 mm² per l'eventuale connessione tra le maglie di terra delle stazioni di utenza e di quella RTN. Tale collegamento sarà comunque sezionabile all'interno di un pozzetto posto in prossimità dello stallo di connessione.

Per quanto concerne le modalità di posa del cavo AT, al momento si prevede una posa in trincea; ad ogni modo saranno svolte ulteriori indagini (anche tramite utilizzo di georadar) per valutare la presenza di eventuali sotto-servizi esistenti (cavi di potenza, condotte metalliche, gasdotti, ecc.) e, qualora se ne dovesse riscontrare la presenza, il tratto di cavidotto interessato sarà realizzato mediante trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.). Il percorso del cavidotto prevede inoltre l'attraversamento della rete ferroviaria, della SS1 e della SP152.

Infine, relativamente alla gestione degli schermi del cavo AT, è noto che le correnti circolanti negli stessi sono uno dei fattori che contribuiscono a ridurre la portata. Esse sono generate dalle tensioni indotte dai campi magnetici, proporzionali alla corrente che scorre nel cavo, che si concatenano con lo schermo stesso. Ne risulta, come sempre accade quando un conduttore è percorso da corrente, una produzione di calore per effetto joule che può essere eliminata azzerando la circolazione negli schermi. Altro aspetto problematico risiede nel valore della tensione indotta nello schermo che risulta proporzionale, oltreché alla corrente, alla lunghezza ed alla geometria con cui sono disposti i conduttori. Il crescere di tale valore determina una sollecitazione sugli isolanti dei cavi. Per limitare le tensioni indotte è possibile mettere a terra gli schermi dei cavi ma in questo modo si crea un percorso di circolazione di corrente, con ritorno attraverso il terreno, da cui scaturisce la riduzione di portata di cui si è detto in precedenza.

In generale ci sono due modi possibili con cui gestire gli schermi dei cavi:

- a) collegare a terra entrambe le estremità;
- b) collegare a terra una sola estremità.

Si analizzano di seguito i pregi e i difetti di ciascuna delle configurazioni.

Nel primo caso la tensione alla estremità degli schermi è nulla ma, come accennato, si crea un percorso attraverso cui scorre una corrente che determina una produzione di calore la quale, sommandosi a quella ordinaria, riduce la portata del cavo. Si sottolinea che la tensione indotta è nulla ai capi dello schermo, vincolati al potenziale di terra, ma non lungo il resto del percorso. Se quest'ultimo non è particolarmente lungo (minore di 5 km) non è necessario prevedere alcuna giunzione a terra dei punti intermedi. Altro aspetto peculiare di una siffatta gestione degli schermi sono i potenziali che si trasferiscono all'esterno delle stazioni elettriche, nel caso in cui l'estremità dello schermo lato-stazione sia collegata all'impianto di terra di quest'ultima.

Nel secondo caso, ovvero con una sola estremità dello schermo messa a terra e l'altra isolata, non si ha una circolazione di corrente, ma lungo il percorso del cavo le tensioni indotte possono divenire di entità tanto più

problematica al crescere della lunghezza del collegamento. Tale configurazione andrebbe adottata per cavi brevi.

Un sistema alternativo a quelli rappresentati e quello del cross bonding in aggiunta alla messa a terra di entrambe le estremità della linea. Esso consiste in un collegamento incrociato degli schermi, da effettuarsi ad ogni terzo di percorso, ed ha il vantaggio di evitare la circolazione di correnti e l'insorgenza di tensioni eccessive sugli schermi permettendo l'allungamento delle condutture. Lo svantaggio risiede nel maggior costo dei giunti. Tale soluzione è adottata nei cavi AT e quando le lunghezze sono notevoli.

Tra le descritte la modalità di gestione, vista la lunghezza del cavo AT pari a circa 400 mt, si è deciso di collegare a terra entrambe le estremità degli schermi dei cavi AT.

4.3 Caratteristiche di posa cavidotti

Tutti i cavi verranno alloggiati in terreno di riporto, la cui resistività termica, se necessario, verrà corretta con una miscela di sabbia vagliata o con cemento 'mortar'.

Saranno protetti e segnalati superiormente da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore di 6 cm.

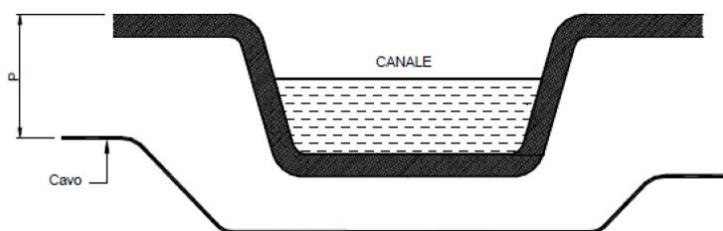
La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di riporto.

Altre soluzioni particolari, quali l'alloggiamento dei cavi in cunicoli prefabbricati o gettati in opera od in tubazioni di PVC della serie pesante o di ferro, potranno essere adottate per attraversamenti specifici.

Nella fase di posa dei cavi, per limitare al massimo i disagi al traffico veicolare locale, la terna di cavi sarà posata in fasi successive in modo da poter destinare al transito, in linea generale, almeno una metà della carreggiata. Per motivi di sicurezza durante la fase di cantiere si richiederà l'occupazione temporanea per una fascia di 6 m (3 m per parte asse cavo).

Gli attraversamenti delle opere interferenti saranno eseguiti in accordo a quanto previsto dalla Norma CEI 11-17.

Nel caso in cui non sia possibile eseguire gli scavi per l'interramento del cavo, in prossimità di particolari attraversamenti di opere esistenti lungo il tracciato (strade, viadotti, scatolari, corsi d'acqua, ecc.), sarà utilizzato il sistema di attraversamento teleguidato mediante Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC), come rappresentato schematicamente nel disegno sottostante.



5. Caratteristiche Step-up

Le principali apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche AT previste all'interno della step-up sono:

- N.1 Trasformatore di Potenza 132/30 kV da 45 MVA, con le seguenti caratteristiche:

Relazione tecnica opere di connessione

- Potenza nominale P = 45 MVA
- Avvolgimento AT V1 = 132 kV
- Avvolgimento MT V2 = 30 kV
- Variazione della tensione AT $\pm 10 \times 1,5\%$
- Collegamento AT stella
- Collegamento MT stella con neutro accessibile
- Gruppo vettoriale Ynd11
- Raffreddamento ONAN/ONAF;
- N.1 Interruttore Trifase 132 kV, con le seguenti caratteristiche:
 - Tensione nominale 145 kV
 - Tensione nominale di tenuta a f.i. 275 kV
 - Tensione nominale di tenuta ad impulso atmosferico 650 kV
 - Corrente nominale 1250 A
 - Corrente di interruzione in c.to c.to 31,5 kA
 - Comando unipolare
 - Doppio circuito di apertura
 - Struttura zincata a caldo
 - Armadio comandi.
- N.3 Trasformatori Amperometrici 132 kV, con le seguenti caratteristiche:
 - Tensione nominale 145 kV
 - Tensione nominale di tenuta a f.i. 325 kV
 - Tensione nominale di tenuta ad impulso 750 kV
 - Corrente nominale 1250 A
 - Corrente termica di breve durata 40 kA
 - Comando unipolare
 - Doppio circuito di apertura
 - Struttura zincata a caldo
 - Armadio comandi.
- N.3 Trasformatore di Tensione Induttivo 132 kV, con le seguenti caratteristiche:
 - Tensione massima di riferimento 145 kV
 - Tensione nominale di tenuta a f.i. 275 kV
 - Tensione nominale di tenuta ad impulso 650 kV

Relazione tecnica opere di connessione

- Frequenza 50 Hz
- Rapporto $(132.000/\sqrt{3}) / (100/\sqrt{3})$ V
- N.1 Sezionatore Trifase A.T. 132 kV con messa a terra, con le seguenti caratteristiche:
 - n. 3 poli
 - Tensione nominale 170 kV
 - Corrente nominale 1250 A
 - Tensione nominale di tenuta a f.i.:
 - verso massa 275 kV
 - sul sezionamento 315 kV
 - o Tensione nominale di tenuta ad impulso:
 - verso massa 650 kV
 - sul sezionamento 750 kV
 - Corrente di breve durata 31,5 kA
 - Isolatori in porcellana
 - Sostegno tripolare in acciaio zincato
 - Comando rinviato.
- N.6 Scaricatori 132 kV, con le seguenti caratteristiche:
 - Tensione nominale 145 kV
 - Tensione massima temporanea 1 s 132 kV
 - Massima tensione residua con impulsi atmosferici 336 kV
 - Corrente nominale di scarica 10k A
 - Corrente nominale di c.to c.to 40 kA

La sezione di media tensione a 30 kV a servizio della Step-up avrà le seguenti caratteristiche tecniche generali:

- Tensione nominale 36 kV
- Tensione di esercizio 30 kV
- Corrente nominale $I_n = 1000$ A
- Tenuta al corto circuito $I_{cc} = 40$ kA
- Isolamento in SF6
- Tenuta all'arco interno AFL – 16 kA X 1 sec
- Interruttori in vuoto, con traslazione verticale.

5.1 Impianto di terra

Nella Step-up l'impianto di terra sarà realizzato, conformemente alle specifiche di Terna, mediante corda di rame nudo $S = 63 \text{ mmq}$, posata in intimo contatto con il terreno, a una profondità di 70 cm, che forma maglie elementari a mezzo crimpit 63 – 63.

Nella fase di realizzazione dei basamenti delle apparecchiature AT – MT di pertinenza saranno realizzate delle derivazioni con corde di rame nudo di sezione $S = 125 \text{ mmq}$, per la connessione dei sostegni metallici delle apparecchiature e delle apparecchiature stesse.

5.2 Trasformatori di potenza

La sottostazione può avere fino a due trasformatori di potenza trifase, ovvero:

Trasformatore trifase con rapporto di potenza AT/MT e potenza 45 MVA. Il gruppo di connessione è YNd11, con regolazione della tensione AT.

Trasformatore del tipo costruttivo "a tre colonne", predisposto per l'installazione all'esterno e con raffreddamento ONAN/ONAF.

5.3 Servizi ausiliari

La sottostazione avrà tutti gli armadi e i pannelli necessari per il corretto funzionamento. Saranno installate le seguenti apparecchiature:

- Due (2) armadi da 125 Vcc con il relativo caricabatterie.
- Un trasformatore di servizio ausiliario da 50 kVA MT/0,4 kV.
- Un quadro di Bassa Tensione per la distribuzione di corrente continua 125 Vdc e corrente alternata 400/230 Vac.
- Un generatore da 40/44 kVA con capacità di trasportare tutti i carichi.

5.4 Funzionamento

La sottostazione deve includere gli elementi di sicurezza necessari per la movimentazione delle apparecchiature AT e dei quadri MT, quali: guanti isolanti, banchi isolanti, caschi con schermo, cavi di terra portatili, pali di verifica privi di tensione con testa di rilevamento di luce e suono, ecc.

5.5 Soletta trasformatore

Sarà costruita una soletta in cemento armato sulla quale è montata una vasca di raccolta dell'olio, con mezzi per lo spegnimento dell'incendio, il filtraggio dell'acqua piovana, ecc.

I trasformatori di potenza devono essere conformi alla norma europea EN 61936-1 relativa alla tenuta stagna del 100% del volume di olio utilizzato.

Inoltre, quando il trasformatore si trova all'aperto ed è soggetto agli agenti atmosferici, l'acqua piovana può entrare e riempire questa vasca secondaria. Al fine di evitare il rischio di tracimazione in caso di pioggia concomitante con uno sversamento di olio, la benna deve essere dotata di un sistema in grado di filtrare ed evacuare continuamente l'acqua piovana, mantenendo gli idrocarburi all'interno della ritenzione secondaria. L'acqua piovana così scaricata non deve avere una concentrazione di idrocarburi superiore a 5 ppm secondo la norma EN 60858-1.

La benna deve essere progettata con lamiera zincata a caldo per una maggiore durata. I serbatoi di scarico per trasformatori di potenza sono monoblocco o modulari per grandi volumi di olio dielettrico. Avrà una scala di accesso alla sommità del bacino in prossimità degli armadi dei trasformatori, ma non di fronte ad essi, e ringhiere perimetrali nell'area. A titolo di esempio viene fornita un'immagine:



Sarà previsto un sistema di messa a terra dei terminali in rame o acciaio inossidabile. Sarà compatibile con la normativa europea in vigore dal 1° luglio 2015 (Regolamento (UE) n. 548/2014 sull'attuazione della direttiva 2009/125/CE).

Le vasche di ritenzione resistenti al fuoco possono essere utilizzate all'esterno aggiungendo un sifone di sicurezza e il sistema di filtraggio per l'evacuazione continua dell'acqua piovana che permette il rispetto delle normative. La vasca di ritenzione avrà un sistema antincendio integrato che consente una colata molto rapida del dielettrico nel secchio, nonché lo spegnimento naturale delle fiamme.

5.6 Reattanza di messa a terra

Il reattore di messa a terra è un trasformatore, con un collegamento ad avvolgimento a zig-zag, in modo che ogni uscita sia la somma vettoriale di due (2) fasi compensate di 120°. Viene utilizzato come trasformatore di messa a terra, creando un collegamento a terra in un sistema trifase senza messa a terra per consentire la circolazione delle intensità dei guasti a terra nel sistema.

5.7 Caratteristiche fondamentali dell'apparecchiatura AT e della sua installazione

Questa sezione definisce le caratteristiche fondamentali delle apparecchiature modulari e della loro installazione.

5.7.1 Apparecchiature di comando convenzionali

Nella progettazione della sottostazione, si deve tenere conto che l'altezza della sbarra deve essere conforme alle normative, ma allo stesso tempo avere un'altezza tale che il lavoro sia facilitato e che faciliti il

posizionamento della terra portatile.

Nella progettazione delle diverse posizioni della sottostazione, si terrà conto delle esigenze di funzionamento e manutenzione delle apparecchiature che la compongono, in modo tale da ridurre al minimo la necessità di installare piattaforme per l'accesso alle apparecchiature.

5.7.2 Interruttori

L'installazione di questi interruttori sarà effettuata in installazioni esterne da 400, 220, 132, 66 e 45 kV (tensioni massime per il materiale da 420, 245, 145, 72,5 e 52 kV) di NATURGY, con neutro rigidamente collegato a terra.

5.7.3 Sezionatori

L'installazione di questi sezionatori sarà effettuata in installazioni all'aperto con tensioni nominali di 400, 220, 132, 66 e 45 kV (tensioni massime per materiale NATURGY 420, 245, 145, 72,5 e 52 kV), con neutro collegato rigidamente a terra.

5.7.4 Isolatori di supporto

L'installazione di questi isolatori di supporto sarà effettuata in installazioni esterne da 400, 220, 132, 66 e 45 kV (tensioni massime per il materiale da 420, 245, 145, 72,5 e 52 kV) di NATURGY, con neutro rigidamente collegato a terra.

Lo scopo fondamentale degli isolatori descritti in questa specifica è quello di resistere alle sbarre delle sottostazioni.

5.7.5 Scaricatori

L'installazione degli scaricatori sarà effettuata in impianti esterni da 400, 220, 132, 66 e 45 kV (tensioni massime per il materiale da 420, 245, 145, 72,5 e 52 kV) di NATURGY, con neutro rigidamente collegato a terra.

5.7.6 Trasformatore di corrente

L'installazione dei trasformatori amperometrici sarà effettuata in impianti esterni NATURGY 400, 220, 132, 66 e 45 kV (tensioni massime per il materiale da 420, 245, 145, 72,5 e 52 kV), con neutro rigidamente collegato a terra.

5.7.7 Armadio per la raccolta delle correnti

Per il collegamento dei trasformatori di corrente sono previsti due armadi di derivazione per posizione per il montaggio, uno per i nuclei di protezione e misurazione e l'altro per la fatturazione. È necessario utilizzare un armadietto separato in modo che la parte del check-in sia fisicamente separata e sigillabile.

Tutti i cavi accederanno agli armadi dal basso, dove verranno aperti i fori necessari per l'ingresso dei tubi, che verranno fissati con pressacavi per la sigillatura.

Gli armadi saranno dotati di morsettiere per l'ingresso dei cavi, sul lato sinistro rispetto agli TA e sull'uscita sul lato destro, dai cavi agli armadi P&C e Billing situati nella sala di controllo. Le interconnessioni sono realizzate nelle morsettiere stesse sul lato di uscita.

Avranno una piastra di rame per la messa a terra degli TA. La piastra si collega alla rete di terra, così come

alla struttura metallica dell'armadio.

Avranno anche una resistenza di riscaldamento azionata da un termostato, controllato da un interruttore automatico, con un contatto di segnale per la perdita di alimentazione dal riscaldamento.

La struttura dell'armadio sarà in acciaio inox rifinito con due strati di vernice epossidica, lo spessore finale sarà di 90-110 micron. Il colore di finitura sarà RAL 7.035 con il 50% di brillantezza.

5.7.8 Trasformatore di tensione induttivo

L'installazione dei trasformatori induttivi di tensione sarà effettuata in installazioni esterne NATURGY 400, 220, 132, 66 e 45 kV (tensioni massime per materiali 420, 245, 145, 72,5 e 52 kV), con un neutro collegato rigidamente a terra.

5.7.9 Armadi di raccolta della tensione

Per il collegamento dei trasformatori di tensione, sono previsti due armadi di connessione per posizione per il montaggio, uno per i nuclei di protezione e misurazione e l'altro per la fatturazione. È necessario utilizzare un armadietto separato in modo che la parte del check-in sia fisicamente separata e sigillabile.

Tutti i cavi accederanno agli armadi dal basso, dove verranno aperti i fori necessari per l'ingresso dei tubi, che verranno fissati con pressacavi per la sigillatura.

Gli armadi saranno dotati di morsettiere per l'ingresso dei cavi, sottostanti, dai TV e dall'uscita dei cavi agli armadi P&C e/o Billing situati nella sala di controllo. Le interconnessioni sono realizzate nelle morsettiere stesse secondo i disegni di progetto. Ogni circuito di uscita sarà dotato di interruttori automatici per la protezione. Tutti gli interruttori automatici avranno un contatto di segnalazione di perdita di tensione.

Avranno una piastra di rame per la messa a terra dei TV. La piastra si collega alla rete di terra e alla struttura metallica dell'armadio.

Avranno anche una resistenza di riscaldamento azionata da un termostato, controllato da un interruttore automatico, con un contatto di segnale per la perdita di alimentazione dal riscaldamento.

La struttura dell'armadio sarà in acciaio inossidabile, metallo.

5.7.10 Trasformatore di tensione capacitivo

L'installazione dei trasformatori capacitivi di tensione sarà effettuata in impianti esterni NATURGY 400, 220 e 132 kV (tensioni massime per il materiale 420, 245 e 145 kV), con un neutro collegato rigidamente a terra.

5.8 Sistema di cavi MT

I cavi MT saranno unipolari isolati a secco per installazioni interrate, all'interno di tubi, portali, pozzetti e gallerie.

5.9 Caratteristiche principali dei quadri MT (30 kV)

Il parco MT sarà costituito da apparecchiature con tecnologia GIS (Gas Insulated Switchgear). Sono celle MV, schermate, da interno, isolate in esafluoruro di zolfo (SF6). Saranno costituiti dai quadri indicati di volta in volta.

5.9.1 Caratteristiche di funzionamento

Il controllo degli elementi sarà effettuato a tre diversi livelli:

- "Remoto". (UCS e SCADA)
- "Controllo elettrico locale" dai pannelli di controllo situati negli armadi di protezione di ciascuna delle celle.
- "Controllo manuale" del soccorso da ogni elemento dell'apparecchiatura.

Il controllo da remoto è possibile solo se l'interruttore "Local - Remote" nell'armadio di controllo locale si trova in posizione "Remote".

Il fabbricante deve prevedere la logica degli interblocchi da effettuare, seguendo come criterio generale che gli elementi di ciascuna posizione saranno interbloccati meccanicamente nel caso di Controllo Manuale di Soccorso e elettricamente nel Controllo Locale e tramite Controllo Remoto.

Il sistema di interblocchi e serrature, sia meccanici che elettrici, deve essere definito in modo chiaro e preciso. L'esistenza di interblocchi meccanici tra interruttore e sezionatore nelle celle a barra singola è considerata essenziale.

Gli adattamenti necessari dell'apparecchiatura per eseguire i processi di comando, protezione, controllo locale e controllo remoto saranno soggetti ad accordo tra NATURGY e il produttore al momento della stesura del progetto dettagliato.

Gli schemi elettrici per il controllo, la protezione, la misurazione, il controllo locale e il controllo remoto per il corretto funzionamento della cella saranno oggetto di un accordo tra NATURGY e il produttore al momento della stesura del progetto dettagliato.

Le istruzioni devono comprendere, tra l'altro, sistemi di protezione contro gli errori di manovra, la protezione contro i contatti accidentali, ecc.

In ogni momento, l'ultima posizione installata verrà lasciata, utilizzando la logica cablata necessaria tra le celle, pronta per un'eventuale espansione.

5.10 Sistema di messa a terra generale

Questa sezione stabilisce la metodologia per il calcolo della Rete Generale di Terra della Sottostazione. Per il calcolo si utilizza il rispettivo cortocircuito monofase massimo.

La rete generale di messa a terra deve essere ben dimensionata se i valori prevedibili delle tensioni di passaggio e di contatto sono inferiori ai valori ammissibili di tali tensioni.

La rete di terra sarà interrata ad una profondità minima di 0,8 m e deve sporgere di almeno 1 m dalla recinzione ed estendersi all'intera piattaforma della sottostazione. La recinzione deve essere collegata alla rete di messa a terra almeno ogni 10 m e il cancello di accesso deve essere collegato almeno in due punti.

Entrambe le strutture metalliche delle apparecchiature, alte strutture metalliche, saranno collegate alla rete di messa a terra con anelli di conduttori in alluminio di almeno 150 mm² di sezione. Il serbatoio dei trasformatori di potenza deve essere collegato a terra in due punti situati diagonalmente e alle estremità opposte.

Il design della rete di terra è costituito da una rete interrata a una profondità di 0,8 m con una dimensione

della griglia ___x___ m che copre l'intera superficie del grafico. Il conduttore utilizzato per l'elettrodo interrato sarà rame nudo con una sezione minima di 150 mm². Le giunzioni della rete interrata sono realizzate mediante saldature alluminotermiche del tipo Cadweld o similari.

Per aumentare la sicurezza delle persone all'interno della cabina, le aree interne del pavimento della cabina sono state ricoperte da uno strato di ghiaia con un diametro dell'aggregato compreso tra 20 e 40 mm e uno spessore di circa 10 cm. Lo strato di ghiaia deve estendersi anche all'esterno della recinzione per non meno di 1,5 m.

Per la messa a terra di tutte le strutture metalliche verrà realizzato un anello con cavo in alluminio da 150 mm² che si collega alle sue due estremità con il cavo della rete di terra interrata mediante palloni di compressione bimetallici. Dallo stesso morsetto che unisce questo anello del cavo in alluminio con la struttura metallica, un cavo in alluminio da 150 mm² esce alla sommità della struttura, per la messa a terra dell'apparecchiatura che è montata su di essa. Tutti i dettagli dei collegamenti dei cavi di terra sono riportati nei disegni corrispondenti al progetto.

Alla rete di messa a terra saranno collegati anche il neutro ad alta tensione dei trasformatori di potenza, i collegamenti di terra dei serbatoi dei trasformatori di potenza. Devono essere collegati i supporti metallici dei cavi elettrici che attraversano l'edificio della sottostazione, i supporti e gli schermi dei terminali dei cavi che si collegano alle celle, le passerelle metalliche dei cavi di controllo, nonché gli involucri metallici delle celle e gli armadi a bassa tensione. In generale, saranno collegati alla rete di messa a terra, alla messa a terra dell'apparecchiatura e a tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto.

Una volta completata l'installazione, verranno effettuate misure sul campo delle tensioni di passo e di contatto. Se vengono rilevate differenze tra le misurazioni e i valori da normativa, verranno posizionati dei picchetti interrati per ridurre la resistenza totale dell'elettrodo interrato.

Se sono necessarie punte, saranno costituite da un'anima in acciaio e da un rivestimento in rame legato molecolarmente ad acciaio di medio spessore di 300 µm. Il diametro degli stessi sarà di 20 mm e la loro lunghezza di 2-3 m. Se è necessario utilizzare punte più lunghe, il manicotto di accoppiamento deve essere cilindrico di diametro adeguato, filettato nella sua interezza e il materiale deve essere rame-alluminio.

Le strutture o qualsiasi altro elemento metallico che può essere messo in tensione non deve essere collegato a terra attraverso giunti bullonati.

Tutti i chiusini dei cavi metallici devono essere collegati a terra direttamente.

Diversi cartelli di identificazione dell'irrigazione elettrica sono inclusi lungo la recinzione perimetrale della sottostazione.

5.11 Sistemi di protezione, controllo e misurazione

Il sistema di protezione, controllo, comunicazione e misurazione deve essere progettato in modo tale che la sua configurazione consenta l'individuazione e la soppressione rapide ed efficaci delle varie situazioni anomale.

Tutte le apparecchiature di protezione, controllo e misurazione utilizzeranno il protocollo IEC 61850 ed2.

Per la protezione del primario dei trasformatori di potenza (lato AT), ci sarà la doppia protezione del trasformatore differenziale, la protezione da sovracorrente delle fasi di alta tensione e neutro e le protezioni del trasformatore. Il sistema includerà anche relè di sgancio e blocco, apparecchiature di guasto

dell'interruttore automatico e monitoraggio del circuito di sgancio. Inoltre, il sistema di protezione AT del trasformatore includerà le protezioni di sovracorrente delle fasi e del neutro della reattanza di terra del neutro MT.

Verrà installata una protezione differenziale della barra AT, con una funzione di guasto dell'interruttore. La sua area di lavoro si sovrapporrà alle protezioni di ogni elemento collegato alle barre. La protezione sarà concentrata e il tuo armadio sarà situato nell'edificio della sottostazione.

Le linee HV avranno due protezioni di linea differenziali, ognuna delle quali avrà anche una funzione di protezione della distanza e una funzione di sovracorrente direzionale neutra. Saranno incluse anche le funzioni di guasto dell'interruttore, di richiusura automatica e di monitoraggio dei circuiti di sgancio.

L'apparecchiatura di protezione AT multifunzione acquisirà la funzione di misurazione I, V, W VAR di ciascuna posizione. Esse incorporeranno anche le protezioni di interconnessione: frequenza minima/massima, tensione minima/massima, supervisione dei circuiti di sgancio e, nel caso di installazione di interruttori con comando unipolare, sarà fornita la funzione di monitoraggio del disallineamento dei poli.

Per la protezione del secondario del trasformatore (lato MT), verranno installate apparecchiature di protezione situate nella cella MT, che includeranno le funzioni di sovracorrente di fase e neutro, sottotensione. Allo stesso modo, l'apparecchiatura includerà una protezione con funzione di squilibrio della tensione delle sbarre a causa di guasti a terra in sistemi isolati o in impedimento.

Le linee MT saranno dotate di protezione contro la sovracorrente di fase e i guasti a terra, la sottotensione, i guasti degli interruttori automatici e il monitoraggio dei circuiti di sgancio. Quando, a causa delle esigenze di funzionamento dell'impianto senza massiccata messa a terra del neutro MT, la funzione 67Na deve essere prevista per il funzionamento in regime di neutro isolato.

Il dispositivo multifunzione di protezione MT avrà la funzione di misurare I, V, W VAR di ciascuna posizione.

I segnali di comando, le protezioni, le misure, le segnalazioni e gli allarmi saranno trasmessi al sistema generale di controllo e comunicazione utilizzando i protocolli IEC 61850 ed.2 a livello di sottostazione e di posizione, per le comunicazioni interne.

Negli armadi, tutti i blocchi di prova devono essere posizionati in modo che la numerazione dispari sia rivolta verso il basso (collegamenti di ingresso) e la numerazione pari sia rivolta verso l'alto (collegamenti alle apparecchiature). Visti da dietro, la loro numerazione sarà da sinistra a destra.

Le protezioni delle sottostazioni devono essere comunicate da accesso remoto tramite IP, in modo da poter essere gestite da remoto per facilitare, tra l'altro, le attività di analisi delle disconnessioni, potendo scaricare da remoto eventi, segnalazioni di guasti e oscillazioni.

L'UCI deve disporre di segnali di riserva per poter implementare nuovi segnali imprevisi.

La consegna del database dei segnali e il controllo remoto della centralina di sottostazione in Excel verrà effettuata un mese e mezzo prima dell'eccitazione.

5.11.1 Protezione, controllo e misurazione nell'alta tensione

Gli armadi di controllo, protezione e misura per le linee AT saranno eseguiti all'interno della Sala di Controllo o all'esterno, come specificato per la sottostazione e il produttore indicherà nella sua offerta la posizione più adatta nella posizione tenendo conto delle esigenze di assistenza e manutenzione del quadro. Questo armadio ospiterà le più recenti apparecchiature tecnologiche per svolgere le funzioni necessarie descritte di

seguito. Tutte le apparecchiature utilizzeranno il protocollo di comunicazione IEC 61850 ed.2 a livello di sottostazione e di posizione.

L'armadio di controllo, protezione e misura di linea avrà almeno:

- Due dispositivi integrati di protezione differenziale di linea 87L con le seguenti funzioni ciascuno:
 - Funzione differenziale di linea (87L) con comunicazione in fibra ottica (o canale multiplexato).
 - Funzione distanza (21).
 - Funzione di sovracorrente direzionale per guasti a terra (67N).
 - Il riagganciatore (79).
 - Funzione di sincronismo (25).
 - Funzione di sovratensione (59L).
 - Funzione di guasto dell'interruttore (50S-62).
 - Funzione di minima tensione (27L e 27B).
 - Funzione di monitoraggio della bobina di innesco (3)
- Un dispositivo integrato di protezione, controllo e misurazione della posizione con le seguenti funzioni:
 - Funzione di controllo della posizione o dell'alloggiamento e HMI
 - Funzione di sovratensione (59)
 - Funzione di minima tensione (3x27)
 - Funzione di frequenza massima/minima (81 m/m)
 - Funzione di guasto dell'interruttore (50S-62).
 - La funzione di discordanza polare (2).
 - Funzione di monitoraggio della bobina di innesco (3).
 - Misura di intensità, tensione, potenza attiva e reattiva.
 - Sinottici locali.
- Attrezzature complementari per i regimi:
 - Blocchi di prova per protezioni
 - Un interruttore "Local-Remote".
 - Relè ausiliari.
 - Interruttori automatici per l'alimentazione dei circuiti CA e CC.
 - Interruttori automatici del trasformatore di tensione secondario.
 - Prese multiple di ingresso/uscita.

5.11.2 Protezione, controllo e misurazione del trasformatore di potenza.

Gli armadi di controllo, protezione e misura del trasformatore di potenza AT saranno eseguiti all'interno della sala di controllo o all'esterno, come specificato per la sottostazione e il produttore indicherà nella sua offerta la posizione più appropriata nella posizione tenendo conto delle esigenze di assistenza e manutenzione del quadro. Questo armadio ospiterà le più recenti apparecchiature tecnologiche per svolgere le funzioni necessarie descritte di seguito. Tutte le apparecchiature utilizzeranno il protocollo di comunicazione IEC 61850 ed.2 a livello di sottostazione e di posizione.

La cabina di misura di controllo, protezione e trasformatore avrà almeno:

- Un'apparecchiatura di protezione del trasformatore integrata, con le seguenti funzioni:
 - Funzione differenziale del trasformatore (87T)
 - Funzione di sovracorrente di fase e neutro (3x50-51 + 1x50N-51N).
 - Funzione di attivazione e blocco 86T (86T)
 - Funzione di sovracorrente delle fasi di reattanza (50-51)Tz.
 - Funzione di massima intensità dei guasti di terra di reattanza (50N/51N)Tz.
 - Funzione di monitoraggio della bobina di innesco (3).

5.11.3 Protezione e misurazione delle sbarre

La cabina di protezione e misura delle sbarre AT, sarà eseguita all'interno della Sala di Controllo o all'esterno, come specificato per la sottostazione e il produttore indicherà nella sua offerta la posizione più adatta nella posizione tenendo conto delle esigenze di assistenza e manutenzione del quadro. Questo armadio ospiterà le più recenti apparecchiature tecnologiche per svolgere le funzioni necessarie descritte di seguito. Tutte le apparecchiature utilizzeranno il protocollo di comunicazione IEC 61850 ed.2 a livello di sottostazione e di posizione.

L'armadio di protezione differenziale con barra AT avrà almeno:

- Un dispositivo integrato di protezione differenziale per sbarre 87B, con dispositivi di ingresso/uscita di posizione AT, con le seguenti funzioni:
 - Funzione differenziale a barra (87B).
 - Funzione di guasto dell'interruttore (50S-62).
 - Misura di tensione e frequenza.
- Attrezzature complementari per i regimi:
 - Un voltmetro digitale, che prenderà le tensioni dalle sbarre secondarie e fornirà la misurazione locale della tensione.
 - Relè ausiliari.
 - Interruttori
 - Interruttori automatici per l'alimentazione dei circuiti CA e CC.
 - Interruttori automatici dei trasformatori di tensione secondaria.

- Prese multiple di ingresso/uscita.

5.11.4 Protezione, controllo e misurazione MT

5.11.4.1 Celle di protezione della linea

Il quadro di protezione della linea incorpora un vano di bassa tensione o un armadio di protezione davanti al quadro in cui sono installate le seguenti apparecchiature di comando, controllo, misurazione e protezione:

- Un team integrato, con le seguenti funzioni:
 - Funzione di controllo della posizione o dell'alloggiamento e HMI
 - Funzione di sovracorrente di fase e neutro (3x50-51 + 1x50N-51N).
 - Funzione di intensità direzionale massima per guasti a terra neutri isolati (67 Na*)
 - Funzione di minima tensione (3x27)
 - Funzione di guasto dell'interruttore (50S-62)
 - Funzione di monitoraggio della bobina di innesco (3)
 - Misurazione di corrente, tensione (se si applica la misurazione in bar), potenza attiva e reattiva.
- Altri dispositivi per sistemi di protezione e controllo:
 - Blocco di prova per le protezioni
 - Interruttore "Remoto-Locale"
 - Relè ausiliari
 - Un voltmetro digitale, che prenderà le tensioni dalle sbarre secondarie e sarà posizionato nella cella designata in base all'installazione per la misurazione della tensione locale.
 - Interruttori automatici per la protezione dei circuiti secondari dei trasformatori di tensione delle sbarre a seconda dell'installazione
 - Interruttori automatici per l'alimentazione di circuiti CA e CC.
 - Prese multiple di ingresso/uscita

5.11.4.2 Cella di protezione del trasformatore

Le celle di protezione del trasformatore incorporano un vano a bassa tensione o un armadio di protezione nella parte anteriore in cui sono installate le seguenti apparecchiature di comando, controllo, misurazione e protezione:

- Un team integrato, con le seguenti funzioni:
 - Funzione di controllo della posizione o dell'alloggiamento e HMI
 - Funzione di sovracorrente di fase e neutro (3x50-51 + 1x50N-51N).
 - Funzione di guasto dell'interruttore (50S-62)
 - La funzione di sovratensione del neutro (59N)

Relazione tecnica opere di connessione

- Funzione di minima tensione (27T)
- Funzione di monitoraggio della bobina di innesco (3)
- Misurazione dell'intensità, della potenza attiva e reattiva.
- Altre attrezzature per sistemi di protezione e controllo:
 - Blocco di prova per le protezioni
 - Interruttore "Remoto-Locale"
 - Relè ausiliari
 - Interruttori automatici per l'alimentazione di circuiti CA e CC.
 - Prese multiple di ingresso/uscita

5.11.4.3 Servizi ausiliari Cella di protezione del trasformatore

I servizi ausiliari e la cella di misurazione della tensione delle sbarre collettrici incorporano un vano di bassa tensione o un armadio di protezione nella parte anteriore in cui sono installate le seguenti apparecchiature di comando, controllo, misurazione e protezione:

- Un team integrato, con le seguenti funzioni:
 - Funzione di controllo della posizione o dell'alloggiamento e HMI
 - Funzione di sovracorrente di fase e neutro (3x-51 + 1x50N-51N.)
 - Misurazione di corrente, tensione (se viene applicata la misurazione in barre).
- Altre attrezzature per sistemi di protezione e controllo:
 - Quadro di controllo e monitoraggio trasformatori SSAA.
 - Blocchi di prova per la protezione e la misurazione.
 - Un voltmetro digitale, che prenderà le tensioni dalle sbarre secondarie e sarà posizionato nella cella designata in base all'installazione per la misurazione della tensione locale.
 - Resistenza antiferroressonanza, 0,8 kW, 25 Ω.
 - Relè ausiliari, mini-contattori e interruttori automatici per circuiti AC e DC.
 - Interruttori automatici per la protezione dei circuiti secondari dei trasformatori di tensione delle sbarre a seconda dell'installazione.
 - Prese multiple di ingresso/uscita.

5.11.4.4 Cella di protezione per dispositivi di compensazione dell'energia.

La cella di protezione del banco di condensatori incorpora un vano a bassa tensione o un armadio di protezione nella parte anteriore del condensatore in cui sono installate le seguenti apparecchiature di controllo, controllo, misurazione e protezione:

- Un team integrato, con le seguenti funzioni:
 - Funzione di controllo della posizione o dell'alloggiamento e HMI

Relazione tecnica opere di connessione

- Funzione di sovracorrente di fase e neutro (3x50-51 + 1x50N-51N).
 - Funzione di intensità direzionale massima per guasti a terra (67 N*).
 - Funzione di squilibrio di sovracorrente (50Nd/51Nd).
 - Funzione di sovratensione (59).
 - Funzione di minima tensione (27).
 - Funzione di sparo e blocco (86).
 - Funzione di guasto dell'interruttore (50S-62).
 - Funzione di monitoraggio della bobina di innesco (3).
 - Automazione input-output di apparecchiature di compensazione dell'energia.
 - Misurazione dell'intensità e della potenza reattiva.
- Altre attrezzature per sistemi di protezione e controllo:
 - Blocchi di prova per le protezioni.
 - Un interruttore "Local-Remote".
 - Relè ausiliari.
 - Interruttori automatici per l'alimentazione di circuiti CA e CC.
 - Prese multiple di ingresso/uscita.

5.12 Illuminazione esterna

La Sottostazione sarà dotata di un impianto di illuminazione esterna con tecnologia LED, con un livello di luce sufficiente per poter effettuare le manovre necessarie, con la massima sicurezza.

L'intero recinto corrispondente al parco esterno, agli accessi e agli esterni dell'edificio sarà dotato di normale illuminazione, adottando criteri di uniformità ed evitando abbagliamenti verso l'esterno.

L'alimentazione sarà effettuata in corrente alternata, dal quadro di distribuzione dell'illuminazione per mezzo di circuiti protetti con interruttori magnetotermici e relè differenziale.

Il sistema di illuminazione per esterni è composto da:

- Illuminazione generale del parco esterno, mediante proiettori in alluminio anodizzato, chiusi, che ospiteranno le lampade definite da calcolo, poste su pali alti 3 m.
- Illuminazione delle strade, del recinto e della porta di accesso mediante proiettori in alluminio anodizzato, chiusi, che ospiteranno le lampade definite da calcolo, poste su pali alti 3 m.
- Illuminazione di emergenza costituita da apparecchi aggiuntivi che verranno installati sullo stesso palo o supporto dell'illuminazione generale.
- Illuminazione esterna intensiva, che sarà azionata manualmente e sarà installata in quelle aree dove vengono effettuate frequenti operazioni di manovra o manutenzione, come il trasformatore.

I livelli minimi di illuminazione previsti per gli apparecchi saranno di 20 lux per il parco, 50 lux per le strade e 200 lux per le aree di illuminazione intensiva. In particolare, nell'area della recinzione o del perimetro

dell'impianto, il livello minimo di illuminazione deve essere di 5 lux per l'azione del sistema di sicurezza antintrusione di videosorveglianza.

L'illuminazione di questa illuminazione funzionerà manualmente e automaticamente. Per l'illuminazione notturna è incorporato un orologio automatico programmabile che controllerà l'accensione e lo spegnimento. Questa apparecchiatura verrà installata nel pannello di servizio ausiliario, in cui verranno montati il contattore e i fusibili che proteggono il circuito corrispondente.

L'illuminazione di emergenza, costituita da unità autonome che sono incorporate nei supporti, si accenderà automaticamente in assenza di aria condizionata ai fini della segnalazione delle vie di fuga e avrà un'autonomia minima di un'ora.

5.12.1 Caratteristiche

I supporti degli apparecchi per l'illuminazione da esterno saranno conformi alle normative vigenti.

Devono essere costruiti con materiali resistenti agli agenti atmosferici o devono essere debitamente protetti contro di essi e non devono consentire l'ingresso di acqua piovana o l'accumulo di acqua di condensa. I supporti, i loro ancoraggi e le fondazioni dovranno essere dimensionati in modo da resistere alle sollecitazioni meccaniche, tenendo conto in particolare dell'azione del vento, con un coefficiente di sicurezza non inferiore a 2,5, considerando gli apparecchi completi installati sul supporto.

I supporti che lo richiedono devono avere un'apertura di dimensioni adeguate alle apparecchiature elettriche per accedere agli elementi di protezione e manovra; la parte inferiore di questa apertura deve essere situata ad almeno 0,30 m dal livello del suolo e deve essere dotata di una porta o di un portello con grado di protezione IP 44. La porta o il portello possono essere aperti solo con attrezzi speciali e devono essere dotati di morsettiera di terra quando sono metallici.

Quando, per la loro ubicazione o dimensioni, le colonne fissate o inglobate nelle opere murarie non consentono l'installazione degli elementi di protezione e di manovra alla base, esse possono essere collocate nella parte superiore, in un luogo appropriato o all'interno dell'opera muraria.

L'installazione elettrica all'interno dei supporti deve rispettare i seguenti aspetti:

- I conduttori devono essere in rame, con sezione minima di 2,5 mm², e con tensione assegnata di almeno 0,6/1kV; non devono essere presenti giunzioni all'interno dei supporti.
- Nei punti in cui i cavi entrano all'interno dei supporti, i cavi avranno una protezione aggiuntiva di materiale isolante mediante la prolunga del tubo o di un altro sistema che la garantisca.
- Il collegamento ai morsetti deve essere effettuato in modo tale da non esercitare alcuna forza di trazione sui conduttori. Per i collegamenti dei conduttori di rete con quelli del supporto dovranno essere utilizzati elementi derivati contenenti gli appositi terminali, in numero e tipologia, nonché gli elementi di protezione necessari per il punto luce.

5.13 Struttura metallica

Per lo sviluppo e l'esecuzione dell'impianto progettato, è necessario assemblare una struttura metallica che funga da supporto e supporto per i quadri e le sbarre, nonché per l'ingresso delle linee aeree, conforme agli standard per i rivestimenti zincati a caldo per varie parti e articoli.

L'installazione di tutti i componenti deve essere progettata ed eseguita in modo tale da essere sempre

conforme a quanto previsto dalla normativa vigente, dalle Direttive Comunitarie e da qualsiasi altra normativa o regolamento imperativo di attuazione. Allo stesso modo, saranno considerati applicabili i Codici e le Norme Internazionali indicati in questa sezione.

Le Norme e i Codici si intendono nella loro ultima edizione:

- Istruzioni per l'acciaio strutturale EAE
- Istruzioni EHE per il calcestruzzo strutturale
- Regolazione RLAT delle linee ad alta tensione e dei loro ITC complementari
- CTE-DB-SE Codice Tecnico Edilizio. Documento di base sulla sicurezza strutturale.
- CTE-DB-SE-C Codice Tecnico Edilizio. Fondamenti di documenti di base.

Il tipo di struttura da utilizzare è piana, costruita sulla base di profili in acciaio standard S275-JR e S355-J0, zincati a caldo.

La struttura metallica che fa parte della cabina è composta dai seguenti elementi:

- Portali di ingresso per linee AT.
- Strutture per il montaggio delle autovalvole della linea AT, con contatore di mandata.
- Struttura per il montaggio dei trasformatori di tensione di linea AT.
- Struttura per il montaggio di isolatori di supporto AT.
- Struttura per il montaggio degli isolatori di supporto delle sbarre AT.
- Struttura per il montaggio dei trasformatori di tensione delle sbarre AT.
- Strutture per il montaggio di autovalvole trasformatori AT, con misuratore di mandata.
- Struttura per il montaggio di trasformatori di tensione ad alta tensione per trasformatori di potenza.
- Struttura per il Neutro AT del trasformatore di potenza.
- Strutture di ormeggio per i cavi di uscita MT isolati dei trasformatori di potenza. (alle celle MT e alla reattanza di P.A.T.)
- Strutture per apparecchiature di compensazione dell'energia.
- Strutture di supporto per cavi isolati, in solette, per il collegamento a celle e trasformatori di servizi ausiliari.
- Scaletta prefabbricata per l'accesso al bacino del trasformatore.

In tutti i casi, sarà calcolato tenendo conto delle condizioni di lavoro più sfavorevoli.

La progettazione e la produzione delle strutture dell'apparecchiatura possono essere tubolari, a nastro pieno o con profili angolari di tipo reticolare.

Sulle strutture metalliche di supporto per il fissaggio della parete deve essere posizionato un raccordo di tipo omega nella parte inferiore per effettuare l'ingresso/uscita del cavo (non è consentito tagliare il cavo di messa a terra sull'omega) e nella parte inferiore della struttura centrale dell'interruttore deve essere considerato un punto di connessione fisso per le masse portatili, sezionatore e nei moduli ibridi.

Le strutture di supporto devono essere progettate in modo da poter fissare il cavo di messa a terra mediante parti di fissaggio dal basso verso l'alto dove è installato il quadro. Non è accettabile utilizzare la struttura come parte del sistema di messa a terra.

La struttura metallica per questa installazione è dotata di portali di ingresso in linea AT, con torri di ormeggio per cavi di terra e in fibra ottica.

Tutti i quadri per l'installazione saranno su supporti metallici.

Le fondazioni necessarie per l'ancoraggio delle strutture saranno progettate tenendo conto delle forze applicate, per garantire stabilità in caso di ribaltamento nelle peggiori condizioni.

Inoltre, ci saranno:

- Una torre con una struttura metallica a traliccio per il fissaggio dell'antenna di comunicazione.
- Struttura metallica necessaria per l'illuminazione, recinzione perimetrale, ecc.

5.14 Segnaletica

Verrà posizionata tutta la segnaletica normativa e la collocazione di quelle corrispondenti alla monolinea della Stazione Elettrica di Trasformazione e dell'impianto di generazione, nonché gli schemi delle sezioni delle apparecchiature GIS.

La segnaletica per identificare tutti i componenti che compongono una sottostazione sarà almeno la seguente:

- trasformatore di potenza,
- reattanza di terra,
- sezionatore MT,
- 125 batterie,
- armadio ICU,
- celle MT,
- armadi di protezione,
- trasformatore SSAA,
- gruppo elettrogeno,
- armadi di raccolta della tensione,
- armadi di raccolta della corrente.