


**Impianto Agrivoltaico Avanzato 24.092,64 kW_p
Comune di Bondeno (FE)**


**RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA
OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN**

28/02/2025	00	Emissione finale	SGS srl	G. D'Amico	F. Boni Castagnetti
Data	Rev.	Descrizione Emissione	Preparato	Verificato	Approvato
Logo Committente e Denominazione Commerciale 			ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR		
Logo Appaltatore e Denominazione Commerciale 			ID Documento Appaltatore		

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 2 / 30
		Numero Revisione
		00

Sommario

1	INTRODUZIONE	3
1.1	Ambito di applicazione del documento.....	3
1.2	Descrizione dell'impianto agrivoltaico avanzato	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	CONNESSIONE ALLA RTN.....	8
4	SSEU E STAZIONE DI CONDIVISIONE	9
4.1	Sottostazione Elettrica di Utenza (SSEU).....	9
4.1.1	Sezione 132 kV	9
4.1.2	Sezione 30 kV	10
4.1.2.1	Servizi ausiliari	11
4.2	Stazione di Condivisione.....	12
4.3	Caratteristiche tecniche apparecchiature AT.....	12
4.3.1	Interruttori (INT).....	13
4.3.2	Sezionatori (SEZ).....	14
4.3.3	Trasformatore di corrente (TA)	16
4.3.4	Trasformatore di tensione capacitivo (TVC)	17
4.3.5	Trasformatore di tensione induttivo (TVI).....	18
4.3.6	Scaricatori (SC).....	19
4.3.7	Trasformatore AT/MT (TRAFO)	19
4.3.7.1	Nucleo	22
4.3.7.2	Avvolgimenti AT ed MT	22
4.3.7.3	Cassone	23
4.3.7.4	Conservatore	23
4.3.8	Sostegni per le apparecchiature di stazione e sostegni a portale (COL)	24
4.3.9	Isolatori portanti e di manovra e isolatori per linee elettriche aeree	24
4.3.10	Sistema di sbarre e conduttori di collegamento (SB)	24
4.4	Misura dell'energia	25
4.5	Impianto di terra.....	25
4.6	Rumore.....	26
4.7	Opere civili.....	26
4.7.1	Edificio tecnico di Utente	26
7	STALLO DI CONSEGNA TERNA (IR - IMPIANTO DI RETE)	28
8	CAVIDOTTO A 132 kV.....	29

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 3 / 30
		Numero Revisione
		00

1 INTRODUZIONE

1.1 Ambito di applicazione del documento

Il presente documento ha lo scopo di individuare le principali informazioni tecniche relative alla progettazione elettrica delle opere di connessione alla RTN a 132 kV dell'impianto agrivoltaico avanzato (di seguito, anche l' 'Impianto' o il 'Progetto') da realizzarsi nel Comune di Bondeno (FE).

La STMG prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 132 kV su un futuro ampliamento/adeguamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV denominata "Massa Finalese", previo:

- potenziamento/rifacimento delle linee RTN a 132 kV "Massa Finalese – Mirandola CP" e "Finale Emilia - Massa Finalese" ed il superamento di eventuali elementi limitanti nelle CP interessate;
- realizzazione degli interventi 318-P e 350-P del Piano di Sviluppo Terna.

Ai sensi dell'art. 21 dell'allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, il nuovo elettrodotto a 132 kV per il collegamento in antenna dell'impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 132 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

Le opere di potenziamento/rifacimento non sono oggetto della presente relazione; per esse si rimanda all'elaborato "Fascicolo del progetto delle opere di rete".

1.2 Descrizione dell'impianto agrivoltaico avanzato

Il sito interessato dalla realizzazione dell'impianto agrivoltaico avanzato è identificato dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 44°51'17.64"


Longitudine: 11°13'52.32"

Si presentano in tabella i relativi dati catastali.

Comune	Provincia	Foglio	Particella
Bondeno	Ferrara	49	2, 4, 5, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 26, 27, 29, 31, 33, 35, 44

Tabella 1: Dati catastali interessati dalla realizzazione dell'area dell'impianto agrivoltaico avanzato

Di seguito si riporta una tabella riepilogativa con i principali dati di progetto.

	ID Documento Committente	Pagina 4 / 30
	H_054_FV_01010_BGR	Numero Revisione
		00


Impianto	Agrivoltaico avanzato Bondeno
Comune (Provincia)	Bondeno (FE)
Coordinate (WGS84)	Latitudine: 44°55'1.2"N Longitudine: 11°15'14.4"E
Superficie di impianto¹	9,86 ha
Potenza di picco	24.092,64 kW _p
Tensione di sistema (CC)	1.500 V
Punto di connessione ('POD')	Stallo su Stazione Elettrica SE "Massa Finalese"
Tensione al POD	132 kV
Tipologia di impianto	Trackers monoassiali con disposizione moduli a fila singola, con inclinazione est-ovest e tecnologia di backtracking
Moduli	N. 36.504 bifacciali dual glass in silicio cristallino da 660 W _p
Inverter	N. 85 da 330 kVA, di tipo distribuito e multistringa per installazione indoor/outdoor
Tilt	+50°/-50° circa
Azimuth	20°
Cabine	<ul style="list-style-type: none"> N. 9 nuove cabine di campo (Conversion Unit, 'CU') preassemblate da 3.300 kVA ciascuna. N. 1 nuova Cabina di Raccolta. N. 1 nuova Control Room. N. 1 nuova Cabina Magazzino

Tabella 2: Sommario dei principali dati di progetto



Figura 1: Inquadramento satellitare dell'impianto agrivoltaico avanzato (fonte: Google Earth)

¹ Dato riferito alla sola superficie occupata dai moduli fotovoltaici (fonte: PVsyst)

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 5 / 30
		Numero Revisione
		00


Il collegamento in MT a 30 kV dalla Cabina di Raccolta (situata nell'area dell'impianto agrivoltaico avanzato) alla SSEU sarà composto da un cavo ARG7H1RNRX 18/30 kV con formazione 3x2(1x240) mm², con posa completamente interrata, per un percorso di circa 8.300 m.

I dati catastali interessati dalla realizzazione della linea interrata MT sono i seguenti:

Comune	Provincia	Foglio	Particella
Bondeno	Ferrara	49	51
Mirandola	Modena	Via Imperiale	
Bondeno	Ferrara	85	45
Finale Emilia	Modena	Via Imperiale	
Finale Emilia	Modena	8	26
Finale Emilia	Modena	8	29
Finale Emilia	Modena	8	32
Finale Emilia	Modena	Via dell'Albero	
Finale Emilia	Modena	Via Valle Acquosa	
Finale Emilia	Modena	Via Buca Galliera	
Finale Emilia	Modena	Via Covazzi	
Finale Emilia	Modena	33	40


Tabella 3: Dati catastali interessati dal passaggio della linea MT da Cabina di Raccolta a SSEU

Il collegamento avverrà mediante cavo con armatura, elicordato ad elica visibile, del tipo ARG7H1RNRX (o equivalente) con conduttore in alluminio.


	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 6 / 30
		Numero Revisione
		00

2 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).
- 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”.
- Circolare 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 Circolari 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 99-2 – Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a Parte 1: Prescrizioni comuni.
- CEI 99-3 - Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.
- 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 64-8 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 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica Linee in cavo.

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 7 / 30
		Numero Revisione
		00

- CEI 20-89 Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di MT.
- Codice di Rete TERNA.

	ID Documento Committente	Pagina 8 / 30
		Numero Revisione
	H_054_FV_01010_BGR	
		00

3 CONNESSIONE ALLA RTN

L'intervento ha ottenuto il preventivo di connessione di cui al codice pratica TERNA n. 202302528. In accordo con la citata Soluzione Tecnica Minima generale (STMG), l'impianto agrivoltaico avanzato sarà collegato come già definito al paragrafo 1.1.


Secondo la suddetta specifica di connessione, si individuano i seguenti elementi:

- Sottostazione Elettrica di Utenza 30/132 kV (SSEU): trasforma l'energia al livello di tensione della rete AT. In questa stazione vengono posizionati gli apparati di protezione e misura dell'energia prodotta;
- Stazione di Condivisione: impianto in alta tensione a cui sono connesse la Sottostazioni Elettriche di Utenza 30/132 kV dell'impianto agrivoltaico avanzato e di altri futuri impianti;
- stallo di consegna TERNA a 132 kV (IR - Impianto di Rete per la connessione): è il nuovo stallo di consegna a 132 kV che verrà realizzato presso la sezione 132 kV della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV di "Massa Finalese";
- n° 1 collegamento in cavo a 132 kV: tratto di cavo interrato a 132 kV necessario per il collegamento in antenna della Stazione di Condivisione al IR.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle infrastrutture di rete, il Gestore ha prescritto la condivisione dello stallo in Stazione di Condivisione con altri impianti di produzione.



Figura 2: Inquadramento opere di connessione alla RTN (fonte: Google Earth)

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 9 / 30
		Numero Revisione
		00

4 SSEU E STAZIONE DI CONDIVISIONE

La SSEU è necessaria per elevare la tensione da 30 kV a 132 kV, mentre la Stazione di Condivisione serve a condividere con altri produttori la consegna dell'energia alla rete di TERNA.

Le coordinate che identificano il sito sono le seguenti:

Latitudine: 44°51'17.64"N

Longitudine: 11°13'52.32"E

I dati catastali interessati dalla realizzazione della SSEU e della Stazione di Condivisione sono i seguenti:

Comune	Provincia	Foglio	Particella
Finale Emilia	Modena	33	40
Finale Emilia	Modena	33	41

Tabella 4: Dati catastali SSEU e Stazione di Condivisione

4.1 Sottostazione Elettrica di Utenza (SSEU)

La SSEU è costituita da una sezione a 132 kV ed una sezione a 30 kV avente n°1 stallo di collegamento all'impianto agrivoltaico avanzato.

Per maggiori dettagli di quanto verrà detto nei prossimi paragrafi, si prega di far riferimento ai seguenti elaborati:

- *H_054_FV_01007_BEU_PTO "SCHEMA UNIFILARE IMPIANTO DI RETE E UTENZA".*
- *H_054_FV_01008_BED_PTO "PLANIMETRIA E SEZIONE ELETTROMECCANICA OPERE DI RETE".*
- *H_054_FV_01011_BED_PTO "PLANIMETRIA E SEZIONE ELETTROMECCANICA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENZA".*


4.1.1 Sezione 132 kV

Le principali caratteristiche tecniche delle nuove apparecchiature della sezione in cavo a 132 kV sono le seguenti:

- tensione nominale: 132 kV;
- tensione massima: 170 kV;
- frequenza nominale: 50 Hz;
- correnti limite di funzionamento permanente sbarre: 2.000 A;
- potere di interruzione interruttori: 31,5-40 kA;
- corrente di breve durata 31,5-40 kA.

Saranno presenti le seguenti apparecchiature isolate in aria:

- N° 1 trasformatore di potenza AT/MT (*TRAFO*).
- N° 3 scaricatori di sovratensione AT (*SC*).
- N° 3 trasformatori di tensione induttivi AT (protezione e fatturazione) (*TVI*).
- N° 3 trasformatori di corrente AT (protezione e fatturazione) (*TA*).
- N° 1 interruttore automatico, isolato in SF6 con comando tripolare AT (*INT*).

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 10 / 30
		Numero Revisione
		00

- N° 1 sezionatore tripolare AT con lame di terra (*SEZ*).
- N° 3 colonnine portasbarre (*COL*).

Sono previsti, inoltre, i collegamenti tra le varie apparecchiature AT, a partire dal codolo del terminale cavo 132 kV fino ai passanti del trasformatore di potenza realizzati tramite conduttori in alluminio rigidi sia per il sistema sbarre che per gli stalli linea e trasformatore.

Le connessioni dei conduttori ai codoli delle varie apparecchiature AT vengono realizzate con morsettiera monometallica in lega di alluminio.

Le strutture metalliche per il sostegno delle apparecchiature AT saranno realizzate in tubi, profilati e piastre di acciaio zincate a caldo secondo norme CEI 7-6.

La SSEU 132/30 kV sarà in linea con l'isolamento in aria previsto dagli allegati del Codice di Rete. Per le caratteristiche delle apparecchiature AT, si rimanda al paragrafo 4.3.

4.1.2 Sezione 30 kV

Nell'area destinata alla realizzazione della SSEU è previsto uno spazio destinato alla realizzazione dell'edificio tecnico di consegna MT, nel quale, in questa fase preliminare, vengono individuate 5 aree:

- locale FV (di controllo);
- locale misure;
- locale BT;
- locale MT;
- locale gruppo elettrogeno;
- vano trasformatore servizi ausiliari.

Il quadro MT prevede i seguenti scomparti:


- N°1 arrivo MT del trasformatore di potenza AT/MT.
- N°1 cella misure.
- N°1 arrivo trasformatore ausiliari BT/MT;
- N°1 arrivo linea agrivoltaico avanzato;
- N°1 scorta.

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

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;

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 11 / 30
		Numero Revisione
		00

- corrente nominale di cortocircuito²: 31,5 kA;
- tempo di estinzione del guasto: 0,5 s.

4.1.2.1 Servizi ausiliari

I servizi ausiliari 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.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata deve essere prevista una alimentazione MT principale rialimentabile in caso di black-out entro 4 ore e non soggetta al piano di alleggerimento carichi, in grado di alimentare tutte le utenze della stazione, sia quelle necessarie al funzionamento che quelle accessorie. Deve essere assicurata, infine, un'alimentazione BT, detta alimentazione di emergenza, tramite un gruppo elettrogeno adeguatamente dimensionato, in grado di alimentare tutte le utenze. Un sistema di commutazione automatica, posto sul quadro di distribuzione in c.a., deve provvedere ad inserire la fonte di alimentazione disponibile. In caso di mancanza dell'alimentazione MT, deve essere inserita l'alimentazione di emergenza BT.

Lo schema dei servizi ausiliari in c.a. prevede:

- n.1 linea MT di alimentazione;
- n. 1 dispositivo generale;
- n. 1 quadro MT;
- n. 1 trasformatore MT/BT con potenza nominale definita in funzione delle dimensioni dell'impianto e dei carichi previsti e comunque non inferiore a 100 kVA;
- n. 1 gruppo elettrogeno conforme alla Specifica Tecnica Terna *INGSUGS0001* con un'autonomia non inferiore a 10 ore e con potenza non inferiore a 25 kVA;
- n. 1 quadro BT conforme alla Specifica Tecnica Terna *TINSPULV009300*.


Le principali utenze alimentate sono:

- servizi generali, come ausiliari, circuiti luce e FM, condizionamento ed estrazione aria, antincendio e antintrusione;
- sistemi raddrizzatori/batterie per l'alimentazione dei circuiti in c.c..

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua deve essere previsto un sistema di alimentazione tramite complesso raddrizzatori/batterie. In caso di mancanza della sorgente alternata, la capacità della batteria deve essere tale da assicurare il corretto funzionamento dei circuiti alimentati per il tempo necessario affinché il personale di manutenzione possa intervenire, e comunque per un tempo non inferiore a 4 ore.

Lo schema dei servizi ausiliari in c.c. prevede:

² Corrispondente al potere di interruzione degli interruttori installati nella cella a 30 kV.

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 12 / 30
		Numero Revisione
		00

- n. 1 complesso raddrizzatore/batteria. Le batterie devono essere di tipo ermetico conformi alla Specifica Tecnica Terna *RQXP040001*. I raddrizzatori conformi alla Specifica Tecnica Terna *INGRADD01*;
- n. 1 quadro BT di distribuzione conforme alla Specifica Tecnica Terna *TINSPULV009200*, per l'alimentazione servizi in c.c..

Le principali utenze alimentate sono:

- quadro distribuzione periferico (pannello S conforme alla specifica tecnica Terna *TINSPUTV009600*) che provvede ad alimentare le seguenti utenze:
 - apparecchiature di manovra (sezionatori);
 - sistema di protezione comando e controllo;
 - sistema di monitoraggio apparecchiature;
- n. 1 complesso raddrizzatore/batteria/inverter per alimentare gli apparati per la teleconduzione conformi alle specifiche tecniche: *ING UB S BEF01*; *SRI INVTLC 01*; *SRI RADTLC 00*.

4.2 Stazione di Condivisione

La stazione di condivisione permetterà la condivisione della consegna con altre iniziative. Essa è costituita dalle seguenti apparecchiature isolate in aria:

SBARRE AT:

- N° 1 sistema di sbarre con n°6 passi sbarra (*SB*).
- N° 3 trasformatori di tensione capacitivi (protezione e misura) (*TVC*).
- N° 1 sezionatore di isolamento rotativo (tripolare) (*SEZ*).

N°1 STALLO DI CONSEGNA, composto da:


- 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*).

4.3 Caratteristiche tecniche apparecchiature AT

Le apparecchiature esterne devono essere conformi alla Norma CEI EN 62271, in particolare devono essere caratterizzate da un isolatore di tipo polimerico atto a lavorare con un campo di temperature comprese fra -25°C e 40°C. Le apparecchiature elettriche che devono essere dotate di un sistema isolante sono interruttori, TA, TV, scaricatori, MCI.

Come dati di progetto si adottano i seguenti valori:

- tensione nominale: 132 kV;
- tensione massima: 145 kV;
- livello di isolamento:
 - tensione a frequenza industriale (1 minuto 50 Hz) (valore efficace): 275 kV;

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 13 / 30
		Numero Revisione
		00

- tensione a impulso atmosferico (onda 1,2 / 50 μ s) (cresta): 650 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: <1.000 m.

Si precisa che tutte le apparecchiature/componenti utilizzati per la realizzazione della stazione dovranno aver conseguito la certificazione di prodotto Terna ai sensi della Specifica Tecnica PT500ST.

4.3.1 Interruttori (INT)

Gli interruttori devono essere conformi alla Specifica Tecnica Terna *INGINT0001*.

In particolare, gli interruttori, a comando unipolare, devono essere dotati di:


- n. 1 circuito di chiusura a lancio di tensione tripolare;
- n. 2 circuiti di apertura a lancio di tensione unipolari, tra loro meccanicamente e elettricamente indipendenti;
- n. 1 circuito di apertura a mancanza di tensione (opzionale).

Il ciclo di operazioni nominali deve essere: O - 0,3 s - CO- 1 min - CO. Devono essere previsti il blocco della chiusura ed il blocco della apertura o, in alternativa, l'apertura automatica con blocco in aperto, in funzione dei livelli delle grandezze controllate relative ai fluidi di manovra e d'interruzione. La "massima non contemporaneità tra i poli in chiusura" deve essere $\leq 5,0$ ms; la "massima non contemporaneità tra i poli in apertura" deve essere $\leq 3,3$ ms; la "massima non contemporaneità tra gli elementi di uno stesso polo" deve essere $\leq 2,5$ ms.

Gli interruttori devono essere comandabili sia localmente (prova), sia a distanza (servizio), tramite un "commutatore scelta servizio" a chiave (servizio/prova). I pulsanti di comando di chiusura/apertura locali (manovre tripolari) devono essere elettricamente interbloccati fra loro. Sia il "commutatore scelta servizio" che i pulsanti di comando devono essere posti all'interno dell'armadio di comando dell'interruttore. Deve essere previsto, inoltre, un apposito circuito di "antipompaggio", singolo per ciascun polo. I motori devono essere a corrente alternata monofase o trifase o in corrente continua (questi ultimi opzionali), facilmente intercambiabili fra loro in qualsiasi momento, apportando allo schema elettrico funzionale minime modifiche circuitali. Gli interruttori installati su montanti che alimentano carichi induttivi (trasformatori, reattori, ecc.) o capacitivi (batterie di condensatori di rifasamento), devono essere corredati di apposito dispositivo di sincronizzazione dei poli sia per le manovre di chiusura che di apertura. Si precisa che per i trasformatori è prevista l'installazione del sincronizzatore esclusivamente lato primario AT1, per tensioni ≥ 230 kV.

A richiesta, gli interruttori possono essere dotati di un sistema di sorveglianza (opzionale) che monitorizzi almeno le seguenti grandezze:

- tempi di manovra, con allarmi per superamento limiti di tolleranza;
- numero di manovre;
- sommatoria delle correnti interrotte;

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 14 / 30
		Numero Revisione
		00

- densità del gas SF₆, livelli di intervento e sua derivata nel tempo con calcolo previsionale del tasso di perdita, con indicazione dei giorni rimanenti prima del raggiungimento della prima soglia di allarme.

Ciascun polo deve essere dotato di apposita valvola di sovrappressione atta ad impedire l'esplosione degli involucri isolanti in caso di guasto interno.

Gli interruttori scelti per questo progetto devono essere conformi alle specifiche tecniche di Terna cioè di tipo Y4/4 con corrente di interruzione pari a 31,5 kA e di conseguenza presentano le seguenti caratteristiche nominali:

Tipo Terna	Corrente di interruzione (kA)	
Y4/4-C	31,5	
Y4/4-P	31,5	
Y4/6-C	40	
Y4/6-P	40	
GRANDEZZE NOMINALI		
Tipo	Y4/4	Y4/6
Tensione nominale (kV)	145	
Livello di isolamento nominale:		
- tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico (kV):	650	
- tensione nominale di tenuta a frequenza industriale (kV):	275	
Frequenza nominale (Hz)	50	
Corrente nominale (A)	2000	
Durata nominale di corto circuito (s)	1	
Tensioni nominali di alimentazione dei circuiti ausiliari:		
- corrente continua (V)	110	
- corrente alternata monofase/trifase a quattro fili (V)	230/400	
Potenza massima assorbita da ogni singolo circuito indipendente (CH, AP1, AP2, AP3, motore/i, climatizzazione):		
- corrente continua (W)	1500	
- corrente alternata monofase/trifase (VA)	850/2500	
Corrente di stabilimento nominale di corto circuito (kA)	80	100
Sequenza di manovra nominale	O-0,3 s-CO-1 min-CO	
Corrente di interruzione nominale di linee a vuoto (A)	50	
Corrente di interruzione nominale di cavi a vuoto (A)	160	
Corrente di interruzione nominale di batteria singola di condensatori (A)	400	
Corrente di interruzione nominale in discordanza di fase (kA)	8	10
Durata massima di interruzione (ms)	60	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a lancio)	80	
Durata massima di stabilimento/interruzione (ms) (con bobina a mancanza)	120	
Durata massima di chiusura (ms)	150	
Forze statiche ai morsetti:		
- orizzontale longitudinale (N)	1250	
- orizzontale trasversale (N)	750	
- verticale (N)	1000	
Livello di qualificazione sismica	AF5	

C = isolatori tipo ceramico


P = isolatori tipo polimerico

Figura 3: Caratteristiche nominali interruttori 145 kV

4.3.2 Sezionatori (SEZ)

I sezionatori devono essere conformi alla Specifica Tecnica Terna *INS AS S 01*.


Gli stessi devono essere provvisti sia di meccanismi di manovra a motore che manuali. I sezionatori per sistemi a 132-150 e 220 kV devono essere corredati di un armadio unico per i tre poli (tripolare),

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 15 / 30
		Numero Revisione
		00

predisposto per l'interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione (comandi, segnali e alimentazioni). L'armadio deve contenere un Commutatore Scelta Servizio che può assumere tre posizioni (Servizio/Prova/Manuale), che abilitano rispettivamente i comandi remoti, quelli locali (tramite i pulsanti di chiusura/apertura posti negli armadi di comando) e le operazioni manuali (tramite apposita manovella o leva di manovra). In caso di sezionatori combinati con sezionatori di terra, devono essere previsti armadi separati per ciascun apparecchio.

Tutti i comandi devono essere condizionati da un consenso elettrico di "liceità manovra" (+110 V_{cc}) proveniente dall'esterno. La manovra manuale è subordinata allo stato attivo di un Dispositivo Elettromeccanico di Consenso (DEC), attivo nella posizione "Manuale" del commutatore di scelta servizio, quando presente il consenso di "liceità manovra" proveniente dall'esterno. La rilevazione della posizione dei contatti principali dei sezionatori tramite contatti ausiliari deve essere unica per i tre poli. Solidale con la catena cinematica di comando deve essere presente un dispositivo indicatore di posizione visivo sicuro, che indichi le posizioni di Chiuso ed Aperto del sezionatore.

Devono essere previsti adeguati attacchi di bloccaggio, accessibili dal piano di calpestio senza l'ausilio di attrezzature, anche con apparecchiatura in servizio, per bloccare i sezionatori ed i sezionatori di terra nelle posizioni di "aperto" e di "chiuso". I sezionatori combinati con sezionatori di terra devono essere dotati di un dispositivo di interblocco meccanico diretto che consente la manovra del sezionatore di terra solo con sezionatore aperto e la manovra del sezionatore solo con sezionatore di terra aperto. Gli stessi devono essere dotati, inoltre, di un "Dispositivo di Blocco Sezionatori" (DBS), installato sul sezionatore di terra. Il DBS deve essere preferibilmente contenuto all'interno degli armadi di manovra, oppure in apposito armadio dedicato avente caratteristiche analoghe a quelli di manovra. Il DBS deve essere di tipo meccanico e deve potersi attivare solo quando il sezionatore di terra è in posizione di chiuso. Il DBS deve agire direttamente sugli organi di manovra del sezionatore di terra e, quando inserito, deve impedirne la manovra di apertura. Il blocco del sezionatore di terra attuato tramite il DBS deve essere di tipo meccanico con azionamento a motore; non sono ammessi azionamenti tramite dispositivi elettromagnetici o componenti elettrici sempre alimentati. Deve essere previsto un "Commutatore Scelta Servizio" dedicato al DBS che può assumere tre posizioni (Distante/Locale/Manuale), che abilitano rispettivamente i comandi remoti, quelli locali (tramite i pulsanti di chiusura/apertura posti negli armadi di comando) e le operazioni manuali (tramite apposita manovella o leva di manovra). La manovra elettrica e quella manuale del DBS, abilitate tramite il relativo Commutatore Scelta Servizio, devono essere condizionate anche da un consenso elettrico proveniente dall'esterno, presente quando il sezionatore di terra con comando tripolare è chiuso. La manovra manuale è subordinata allo stato attivo di un Dispositivo Elettromeccanico di Consenso, specifico per il DBS e distinto da quello relativo al sezionatore di terra, attivo nella posizione "Manuale" del Commutatore Scelta Servizio, quando presente il consenso di "liceità manovra" proveniente dall'esterno. Deve essere prevista, inoltre, un'apposita segnalazione luminosa di "BLOCCO INSERITO", di colore rosso, posta all'esterno degli armadi di manovra, visibile a distanza, appositamente identificata tramite targa posta nelle sue vicinanze o integrata nella stessa.

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 16 / 30
		Numero Revisione
		00

I sezionatori scelti per questo progetto devono essere conformi alle specifiche tecniche di Terna, cioè di tipo Y21 e presentano le seguenti caratteristiche nominali.


Tipo Terna	Y21/2	Y21/4	Y21/6	Y21/8
Classe di corrente indotta del sezionatore di terra	A		B	
Salinità di tenuta a 98 kV (kg/m³)	56			
Tensione nominale (kV)	170			
Corrente nominale (A)	2000			
Frequenza nominale (Hz)	50			
Corrente nominale di breve durata:				
- valore efficace (kA)	31,5	40	31,5	40
- valore di cresta (kA)	80		100	
Durata ammissibile della corrente di breve durata (s)	1			
Accoppiamento elettromagnetico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale(A)	50	125		
- tensione induttiva nominale (kV)	1	10		
Accoppiamento elettrostatico (sezionatore di terra)				
- corrente induttiva nominale (A)	0,4	5		
- tensione induttiva nominale (kV)	3	6		
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			
Tensione nominale di alimentazione:				
- motore (V _{cc})	110			
- circuiti di comando ed ausiliari (V _{cc})	110			
- resistenza di riscaldamento (V _{ca})	230			
Assorbimento massimo complessivo dei motori di comando di ciascun sezionatore (kW)	2			
Tempo di apertura/chiusura (s)	≤15			

Figura 4: Caratteristiche nominali sezionatori 145 kV

4.3.3 Trasformatore di corrente (TA)

I trasformatori di corrente devono essere del tipo “ad affidabilità incrementata” conformi alla Specifica Tecnica Terna *INS AA S 01*. In particolare, i TA devono avere un isolamento interno realizzato in gas SF₆ o SF₆/solido, ed esterno in polimerico. Devono essere adatti per una classe di temperatura di -25 / +55 °C (condizioni di servizio “speciali”) ed il tasso di perdita di gas SF₆ non deve essere superiore allo 0,1% annuo. Devono avere una valvola di sovrappressione e devono essere provati ad arco interno. Devono resistere per un’ora a 1,1 Um/√3, con pressione relativa del gas pari a zero MPa relativi. Il cambia rapporti primario, se presente, deve essere sigillabile così come la cassetta contenente i terminali secondari, al fine dell’utilizzo dei TA per misure fiscali.

Gli stessi devono essere dotati di appositi manodensostati a settori colorati, visibili da terra, corredati di contatti di allarme/scatto per minima pressione gas ermeticamente chiusi, riempiti con fluido

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 17 / 30
		Numero Revisione
		00

isolante, con grado di protezione minimo IP 54 e classe di precisione non inferiore al 2%, garantita in tutto il campo di temperatura previsto. I trasformatori di corrente saranno di tipo T36 e presenteranno le seguenti caratteristiche nominali.

GRANDEZZE NOMINALI		
Corrente termica di breve durata (I_{th})	(kA)	40
Tensione nominale (U_m)	(kV)	145
Frequenza nominale	(Hz)	50
Rapporto di trasformazione nominale: Tipo Terna T36 Tipo Terna T35	(A/A) (A/A)	400/5 800/5 1600/5 200/5 400/5
Numero di nuclei	(n)	3
Corrente termica nominale permanente	(A)	1,2 I_p
Corrente termica nominale di emergenza 1 h	(A)	1,5 I_p
Corrente dinamica nominale (I_{dyn})	(p.u.)	2,5 I_{th}
Resistenza secondaria II e III nucleo a 75°C	(Ω)	$\leq 0,4$
Prestazioni e classi di precisione: I nucleo II e III nucleo	(VA/Cl.) (VA/Cl.)	30/0,2 50/0,5 30/5P30
Fattore di sicurezza (I nucleo)	-	≤ 10
Tensione di tenuta a impulso atmosferico	(kV)	750
Tensione di tenuta a frequenza industriale	(kV)	325
Tensione di tenuta a impulso di manovra	(kV)	-

Figura 5: Caratteristiche nominali trasformatori di corrente 145 kV

4.3.4 Trasformatore di tensione capacitivo (TVC)

I trasformatori di tensione di tipo capacitivo, per installazione all'esterno, devono essere conformi alla Specifica Terna *INS AV S 01*. In particolare, i TVC devono avere un isolamento interno in olio ed esterno in polimerico (parte capacitiva). Devono avere un unico avvolgimento secondario con funzione sia di misura che protezione. Il terminale di bassa tensione del divisore capacitivo, normalmente collegato a terra, posizionato esternamente al TVC o all'interno della cassetta morsetti secondari, deve essere predisposto per il collegamento al dispositivo di accoppiamento per onde convogliate. Si precisa che è previsto il montaggio della bobina ad onde convogliate solo sui TVC con tensione nominale fino a 170 kV; per tensioni superiori la stessa deve essere appesa al portale. La cassetta contenente i terminali secondari deve essere sigillabile, al fine dell'utilizzo dei TVC per misure fiscali. Sul sostegno di uno dei tre TVC (normalmente quello centrale) deve essere prevista

un'apposita cassetta di interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione, opportunamente climatizzata, che raccoglie le tre tensioni su un'unica morsettiera e che contiene gli interruttori automatici preposti allo smistamento delle tensioni sui circuiti di protezione e di misura, nonché alla protezione dei circuiti stessi.

La cavetteria afferente alla cassetta deve essere alloggiata in una canalizzazione esterna dedicata; non sono ammesse modifiche al sostegno del TVC per agevolare il passaggio dei cavi.

I trasformatori di tensione capacitivi installati sono del tipo Y44/1 e presentano le seguenti caratteristiche nominali.

Tipo Terna	Y43/1	Y46/1	Y44/1
Tensione primaria nominale [kV]	220 / $\sqrt{3}$	150 / $\sqrt{3}$	132 / $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100 / $\sqrt{3}$		
Frequenza nominale [Hz]	50		
Prestazione nominale e classe di precisione [VA/Cl.]	50/0,2 – 75/0,5 – 100/3P		
Capacità nominale [pF]	4000÷10000		
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	2500	2000	2000
Carico di tenuta meccanica sulla flangia [N]	-	4000	4000


Figura 6: Caratteristiche nominali trasformatori di tensione capacitivi 145 kV

4.3.5 Trasformatore di tensione induttivo (TVI)

I trasformatori di tensione di tipo induttivo, per installazione all'esterno, devono essere conformi alla Specifica Terna *INS AV S 02*. Possono avere uno o due avvolgimenti secondari (il primo sempre dedicato alla misura mentre il secondo, se presente, dedicato anche alle protezioni). La cassetta contenente i terminali secondari deve essere sigillabile, al fine dell'utilizzo dei TVI per misure fiscali. Sul sostegno dei TVI deve essere prevista un'apposita cassetta di interfacciamento con il Sistema di Protezione e Controllo della stazione, avente le stesse caratteristiche e funzionalità di quella descritta per i TVC. I trasformatori di tensione induttivi installati sono del tipo Y44/2 e presentano le seguenti caratteristiche nominali.

Tipo Terna	Y43/2	Y46/2	Y44/2
Tensione primaria nominale [kV]	220 / $\sqrt{3}$	150 / $\sqrt{3}$	132 / $\sqrt{3}$
Tensione secondaria nominale [V]	100 / $\sqrt{3}$		
Numero avvolgimenti secondari [n]	1		
Frequenza nominale [Hz]	50		
Prestazione nominale e classe di precisione secondario di misura [VA/Cl.]	50/0,2		
Tensione massima per l'apparecchiatura [kV]	245	170	145
Tensione di tenuta a frequenza industriale [kV]	460	325	275
Tensione di tenuta ad impulso atmosferico [kV]	1050	750	650
Tensione di tenuta ad impulso di manovra [kV]	-	-	-
Carico di tenuta meccanica sui terminali AT [N]	2500	2000	2000

Figura 7: Caratteristiche nominali trasformatori di tensione induttivi 145 kV

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 19 / 30
		Numero Revisione
		00

4.3.6 Scaricatori (SC)

Gli scaricatori, di tipo ad ossido metallico senza spinterometri, per installazione all'esterno, devono essere conformi alla Specifica Tecnica Terna *INS AZ S 01*. Gli scaricatori devono essere dotati di contascariche. Gli scaricatori, i contascariche ed il relativo cavo di collegamento alla terra di stazione devono essere isolati dal sostegno metallico dello scaricatore stesso. Inoltre, deve essere prevista, alla base del cavo, la possibilità di inserimento di apposita strumentazione di prova (normalmente dotata di pinza amperometrica con diametro interno pari 50 mm), per la misura del valore di cresta della corrente di conduzione totale e del valore efficace della sua componente di terza armonica, con scaricatore in servizio. Gli scaricatori installati sono del tipo Y58 e presentano le seguenti caratteristiche nominali.

Tensione della rete 50Hz (max tensione) e tipo Terna	220 kV (245 kV) – Y57	132 kV (145 kV) – Y58	150 kV (170 kV) – Y59
Tensione servizio continuo U _c	156 kV	94 kV	108 kV
Max tensione temporanea 1 s	219 kV	132 kV	156 kV
Max tensione residua con impulsi atmosferici (20 kA - 8/20 μs)	520 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi atmosferici (10 kA - 8/20 μs)	-	336 kV	396 kV
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (20 kA – 1 μs)	600 kV	-	-
Max tensione residua con impulsi fronte ripido (10 kA – 1 μs)	-	386 kV	455 kV
Max tensione residua con impulsi manovra (30/60 μs)	2000 A: 440 kV	1000 A: 270 kV	1000 A: 318 kV
Classe di scarica della linea (IEC)	4	3	3
Corrente nominale scarica	20 kA	10 kA	10 kA
Valore di cresta impulsi forte corrente	100 kA	100 kA	100 kA
Corrente nominale di corto circuito	50 kA	40 kA	40 kA


Figura 8: Caratteristiche nominali scaricatori di sovratensione 145 kV

4.3.7 Trasformatore AT/MT (TRAFO)

I dati tecnici del trasformatore sono i seguenti:

Descrizione	UM	Valori
Tipo	-	Trifase immerso in olio
Norme	-	IEC EN 60076
Servizio	-	Continuo
Installazione		Esterna
Rated power ONAN	MVA	30
Potenza nominale ONAF	MVA	40
Frequenza	Hz	50
N. fasi	Nr.	3
Rapporto nominale a vuoto	kV	132 ± 10x1.25% / 30
Gruppo vettoriale	-	YNd11
Livello d'isolamento lato AT	kV	Um 145 – LI 550 – AC 230

Livello d'isolamento lato ATN	kV	Um 145 – LI 550 – AC 230
Livello d'isolamento lato MT	kV	Um 36 – LI 170 – AC 70
Corrente AT min. / nom. / max. (ONAN)	A	116.6 ÷ 131.2 ÷ 150
Corrente AT min. / nom. / max. (ONAF)	A	155.5 ÷ 174.95 ÷ 199
Corrente MT (ONAN) / (ONAF)	A	577.26 / 769.72
Materiale degli avvolgimenti	-	Cu / Cu
Classe termica degli isolanti	-	A
Olio isolante	-	NYNAS LIBRA
Raffreddamento	-	ONAN / ONAF
Temperatura ambiente min / max	°C	-25/ +40
Sovratemperatura olio	K	60
Sovratemperatura media degli avvolgimenti	K	65
Hot spot	K	78
Valore di pressione sonora a vuoto a tensione nominale	dB(A)	55
Cassonetto per isolatori MT	-	No
Altitudine	m a.s.l.	≤ 1000
DATI DI GARANZIA		
Perdite a vuoto a frequenza e a tensione nominali	kW	20
Perdite di corto circuito a 50 MVA e a 75° sul rapporto nominale 150/30 kV	kW	150
Tensione di corto circuito sul rapporto nominale 132/30 kV riferita a 40 MVA a e 75°C	%	12
PEI 2 riferito a 40 MVA		≥99.724
TOLLERANZE SUI DATI DI GARANZIA		
Perdite a vuoto	%	+15
Perdite di corto circuito	%	+15
Tensione di corto circuito	%	±7.5
PEI 2 riferito a 40 MVA		Zero
DIMENSIONI E PESI		
DIMENSIONI		
Lunghezza	mm	Ca 7000
Larghezza	mm	Ca. 4900
Altezza	mm	Ca. 5800
PESI		
Parte attiva	kg	34000
Olio	kg	18000
Totale	kg	67000
COMMUTATORE		
Quantità	Nr.	1
Costruttore	-	MR Reinhausen o equivalente Hitachi
Tipo di commutatore	-	Sotto carico
Lato		Alta tensione – 123 kV
Numero di posizioni	Nr.	21
Modello	-	VACUTAP® VM: VMS III 400Y-123/B -12 23 3WR
Comando a motore	-	TAPMOTION® ED: ED100S
ISOLATORI		
Isolatori 1U, 1V, 1W, 1N – lato AT tipo 145.750.800 PASSONI&VILLA – Corpo in porcellana, presa capacitiva, isolamento in carta impregnata di olio OIP	Nr.	4

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 21 / 30
		Numero Revisione
		00

Isolatori 2U, 2 V, 2W – lato MT tipo 36 kV / 1250 A – Corpo in porcellana, senza presa capacitiva a norme EN 50180	Nr.	3
SISTEMA DI RAFFREDDAMENTO		
Radiatori	Nr.	8
Ventilatori	Nr.	2
FINITURA		
Ciclo di verniciatura	Doc.	C3H
Colore finale	RAL	Da definire

Tabella 5: Dati tecnici trasformatore AT/MT

Altri accessori:


- n. 1 conservatore d'olio (diviso in due sezioni);
- n. 2 essiccatori d'aria standard;
- n. 1 valvole per la rimozione del conservatore pieno d'olio;
- n. 1 set di valvole di scarico, filtraggio e campionamento dell'olio;
- n. 1 set di alette di sollevamento per nucleo e bobine;
- n. 1 set di alette di sollevamento per il trasformatore completo;
- n. 1 targhetta di identificazione;
- n. 1 scatola ausiliaria per circuiti di segnalazione e protezione;
- n. 2 morsetti di messa a terra;

Dispositivi di protezione:

- n. 1 relè Buchholz con 2 contatti elettrici per allarme e intervento;
- n.1 RS2001 per il flusso dell'olio del commutatore;
- n. 1 indicatore di livello dell'olio per le due sezioni del conservatore, del tipo a quadrante; 1 contatto elettrico fornisce un segnale di allarme per il livello minimo ammissibile dell'olio per ogni sezione del conservatore;
- n.1 termometro dell'olio con 2 contatti indipendenti regolabili per allarme e intervento;
- n.1 valvola di sovrappressione.

Il trasformatore dovrà:

- essere dotato di vasca raccolta dell'olio;
- essere dimensionato per resistere alle sollecitazioni conseguenti alla brusca messa in servizio con tensione pari al $1,10 \cdot V_r$ di presa, con il commutatore sotto carico (CSC) in qualsiasi posizione;

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 22 / 30
		Numero Revisione
		00

- essere progettato e costruito in modo da resistere alle sollecitazioni elettrodinamiche conseguenti a qualsiasi cto-cto polifase ai terminali MT; dovrà, inoltre, rispondere ai requisiti della Norma CEI EN 60076-5, considerando $P_{cc} = \infty$ (della rete a monte).

Le perdite massime del trasformatore, sia a carico che a vuoto, dovranno essere conformi alla Direttiva 2009/125/CE che ne fissa i limiti.

4.3.7.1 Nucleo

Dovrà essere del tipo a tre colonne, a giunti intercalati con gioghi superiori e inferiori realizzati secondo la tecnica step-lap.

I lamierini saranno isolati in Carlite (o altro isolante equivalente) su ambo i lati ed accuratamente sbavati, a bassa cifra di perdita, assemblati in modo da escludere anomali riscaldamenti localizzati e tali da garantire una distribuzione di flusso il più uniforme possibile.

Il nucleo dovrà presentare, se necessario, canali di raffreddamento tali da garantire una efficace circolazione dell'olio isolante all'interno del pacco.

I pacchetti elementari costituenti il nucleo dovranno essere preferibilmente ponticellati in modo da garantire l'equipotenzialità (EQP) degli stessi.

Il nucleo magnetico, l'armatura e gli schermi magnetici od elettrici, se presenti, saranno isolati fra di loro; il collegamento galvanico tra ciascuno di essi e la cassa dovrà essere effettuato in un solo punto, da sistemare nella parte superiore del nucleo, per mezzo di corde di Cu isolate di sezione adeguata, comunque non inferiore a 90 mm².

Le connessioni suddette dovranno essere riportate su coperchio a mezzo di idonei passanti facilmente identificabili e collegati al coperchio della cassa a mezzo di opportuni collegamenti scollegabili. Eventuali convogliatori di flusso magnetico disperso montati sulla cassa, dovranno essere messi a terra, ciascuno in un sol punto, mediante connessione sezionabile realizzata come poco sopra descritto.


Le armature pressa pacco dovranno essere dimensionate in modo tale da resistere alle sollecitazioni termiche e dinamiche del nucleo che si creano sia durante il normale funzionamento che durante eventi transitori anomali.

La struttura dovrà, inoltre, essere adeguatamente dimensionata per non subire deformazioni meccaniche nel corso del trasporto e in caso di sollevamento del nucleo avvolto.

4.3.7.2 Avvolgimenti AT ed MT

I singoli avvolgimenti e le colonne dovranno essere realizzati con geometria, vincoli, tecniche e procedimenti di assemblaggio ed isolamento tali da assicurare nel tempo la stabilità della forma e la tenuta dielettrica. Il sistema di pressatura dovrà essere realizzato in modo tale da garantire la costanza della compressione assiale nel tempo. I materiali isolati utilizzati dovranno avere elevate caratteristiche meccaniche quali:

- cartogeno precompresso ad alta resistenza per spaziatori, stecche, cilindri, etc.;
- stratificati di legno, incollato con resine termoindurenti, per gli anelli di estremità, anelli di ammassaggio, piastre e blocchi di pressione, etc.

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 23 / 30
		Numero Revisione
		00

Gli avvolgimenti AT dovranno essere realizzati con conduttori di Cu elettrolitico (UNI EN 13605) ad incrudimento controllato ed isolati con carta di pura cellulosa.

Saranno costruiti in modo tale che tutte le sovratensioni si ripartiscono lungo di essi in modo lineare (tipo disco interavvolto parziale o totale). L'isolamento dovrà essere uniforme. La regolazione della tensione dovrà avvenire nel centro stella e la costruzione dell'avvolgimento relativo dovrà essere particolarmente curato soprattutto dal punto di vista delle sollecitazioni elettrodinamiche.

Gli avvolgimenti MT saranno del tipo ad elica e dovranno essere realizzati preferibilmente con cavo trasposto isolato con carta di pura cellulosa, con le piattine elementari isolate in smalto eventualmente cementate con resina epossidica. Non si escludono avvolgimenti ad elica realizzati in "cordex". L'isolamento dovrà essere uniforme.

4.3.7.3 Cassone

La cassa dovrà essere idonea a sostenere, senza perdite d'olio o deformazioni permanenti, una sovrappressione statica sul fondo cassa a 200 kPa. Lo spessore della piastra inferiore del cassone dovrà essere ≥ 25 mm. La cassa deve essere sagomata in modo da non dare luogo a ristagni d'acqua o di olio all'esterno ed a tasche di gas all'interno e dimensionata per consentire il trasporto del trasformatore AT/MT piena d'olio.

La tenuta fra le giunzioni deve essere realizzata mediante guarnizione alloggiata in apposita sede ed atta a resistere all'olio caldo.

La cassa deve essere munita di piastre adatte per il montaggio di ruote di scorrimento a profilo ferroviario con scartamento di 2.230 mm e deve consentire l'appoggio dei martinetti di sollevamento: l'appoggio dei martinetti di sollevamento deve essere tale da consentire di sollevare il trasformatore AT/MT completo in assetto di servizio e pieno d'olio; ciò al fine di poter effettuare il montaggio e la rotazione delle ruote nella movimentazione del trasformatore AT/MT in impianto.


La cassa del trasformatore AT/MT, completa di conservatore e connessa al sistema di raffreddamento, dovrà essere in grado di funzionare come autoclave sottovuoto, alla pressione assoluta di 133 Pa, anche in assenza d'olio. Dovrà essere previsto un boccaporto di ispezione in prossimità del selettore del CSC con larghezza di almeno 600 mm ed altezza tale da consentire l'ispezione completa del selettore.

4.3.7.4 Conservatore

Dovrà essere diviso in due parti separate, una per la dilatazione dell'olio della cassa del trasformatore AT/MT ed una per la dilatazione dell'olio e lo sfogo dei gas del vano interruttore del CSC (Commutatore Sotto Carico).

La parte di conservatore destinata all'espansione dell'olio, dovrà essere dotata di una sacca in tessuto gommato che garantisca la separazione fisica fra aria e olio.

La capacità dovrà essere in grado di contenere la variazione di volume dell'olio tra le temperature di -20°C e 85°C .

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 24 / 30
		Numero Revisione
		00

4.3.8 Sostegni per le apparecchiature di stazione e sostegni a portale (COL)

I sostegni dei componenti e delle apparecchiature devono essere conformi alle Specifiche ed alle Tabelle, facenti parte del Progetto Unificato Terna. In particolare, gli stessi devono essere di tipo tubolare o di tipo tralicciato. Il tipo tubolare dovrà essere utilizzato per la realizzazione dei sostegni delle apparecchiature AT, delle sbarre e degli isolatori per i collegamenti in alta tensione e dovrà essere conforme alla Specifica Tecnica *INSCSS01*, mentre il tipo tralicciato dovrà essere utilizzato per il sostegno di ingresso delle linee AT. I sostegni di ingresso linea devono essere realizzati con strutture tralicciate formate da profilati aperti del tipo a L ed a T, collegati fra loro mediante giunzioni bullonate. I collegamenti saldati tra le diverse membrature devono essere ridotti al minimo indispensabile. Non è ammessa la realizzazione di aste mediante saldature di testa di due spezzoni. I sostegni devono essere completi di tutti gli accessori necessari e devono essere predisposti per il loro collegamento alla rete di terra di stazione.

4.3.9 Isolatori portanti e di manovra e isolatori per linee elettriche aeree

Gli isolatori utilizzati per le sbarre, per i sezionatori (isolatori portanti e di manovra) e per i colonnini portanti devono essere realizzati in porcellana e devono essere conformi alla Specifica Tecnica *INSCIS01*.

I criteri di impiego degli isolatori sono i seguenti:

- per la sezione 220 kV, utilizzare isolatori con tenuta meccanica 600 daN per il sorpasso ATR, 1250 daN negli altri casi;
- per la sezione 150 kV, utilizzare isolatori con tenuta meccanica 600 daN per sostegno unipolare e sostegno sbarre e sorpasso ATR, negli altri casi utilizzare quello da 1000 daN.


Gli isolatori utilizzati sugli equipaggi di amarro linea devono essere del tipo cappa e perno in vetro temperato, conformi alle Tabelle LJ1 e LJ2 del Progetto Unificato Terna. Devono essere utilizzati negli amarri linea, nei richiami calate, ed in caso di eventuali sorpassi interni alla stazione. Sugli armamenti con spinterometro, limitatamente ai livelli di tensione 132÷220 kV, sono impiegate, unitamente agli isolatori cappa e perno, anche le catene rigide isolate in vetro temperato conformi alla tabella LJ15 facenti parte del Progetto Unificato Terna.

4.3.10 Sistema di sbarre e conduttori di collegamento (SB)

Il sistema di sbarre, realizzato mediante conduttori in tubo in lega di alluminio, deve essere conforme alla Specifica Tecnica Terna *INSCCS01* e rispondere alle seguenti caratteristiche.

Tensione	Diametro (est/int)	Lunghezza campate	Sbalzo all'estremità
220 kV	150/140 mm	14 m	3 m
150-132 kV	100/86 mm	11 m	2 m

Tabella 6: Caratteristiche sbarre

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 25 / 30
		Numero Revisione
		00

Il sistema di sbarre deve essere con travi continue vincolate tra due sostegni con gli opportuni morsetti; il tipo di morsetto deve essere scelto coi seguenti criteri:

- fino ad otto stalli, il vincolo centrale sarà del tipo a cerniera e gli altri del tipo a carrello;
- oltre otto stalli, il vincolo centrale sarà di tipo elastico, ad $\frac{1}{4}$ ed a $\frac{3}{4}$ del sistema sbarre saranno installati vincoli a cerniera e gli altri saranno del tipo a carrello.

Per i collegamenti fra le apparecchiature devono essere impiegati conduttori in corda di alluminio crudo di diametro 36 mm, conformi alle Tabelle **LC5** del Progetto Unificato Terna, e tubi in lega di alluminio 100/80 mm – 100/86 mm. Con riferimento ai valori di corrente termica nominale indicati nella presente specifica, l'impiego dei conduttori è illustrato nella tabella che segue.

	Trasformatori	Linea	Parallelo
Corda Ø 36	Binata	Singola	Binata
Tubo	100/86 mm	100/86 mm	100/86 mm

Tabella 7: Impiego dei conduttori

4.4 Misura dell'energia

Per la misura dell'energia ed alle caratteristiche dei contatori, si rimanda all'elaborato *H_054_FV_01007_BEU_PTO "SCHEMA UNIFILARE IMPIANTO DI RETE E UTENZA"*.


4.5 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere costituito da una rete magliata di conduttori in corda di rame nudo di diametro 12 mm (sezione 95 mm²) interrati ad una profondità di 0,70 m.

Il lato di maglia è scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi (rispettivamente 639V e 213V secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-1) con la corrente di guasto prevista per il livello di tensione della stazione e tempo di eliminazione del guasto di 0,5 s.

Le apparecchiature e le strutture metalliche di sostegno devono essere connesse all'impianto di terra mediante conduttori in rame di diametro 14,7 mm (sezione 125 mm²). I TA, i TV, gli scaricatori ed i portali di amarro devono essere collegati alla rete di terra mediante quattro conduttori allo scopo di ridurre i disturbi elettromagnetici nelle apparecchiature di protezione e di controllo, specialmente in presenza di correnti ad alta frequenza; per i restanti componenti sono sufficienti due soli conduttori. In corrispondenza degli edifici deve essere realizzato un anello perimetrale esterno di corda di rame diametro 14,7 mm dal quale sono derivate le cime emergenti che saranno portate nei vari locali, come indicato nella Specifica Tecnica Terna *TINSPUADS010000*.

I collegamenti tra i conduttori costituenti la maglia devono essere effettuati mediante morsetti a compressione in rame; i collegamenti delle cime emergenti ai sostegni delle apparecchiature ed alle strutture metalliche degli edifici devono essere realizzati mediante capocorda e bullone. Al fine di aumentare la schermatura dei cavi in corrente continua contro i disturbi di origine elettromagnetica, deve essere prevista sopra al fascio di cavi la posa di corda di rame diametro 10,5 mm, collegata agli estremi alla maglia di terra mediante morsetti di rame a compressione.

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 26 / 30
		Numero Revisione
		00

La messa a terra delle schermature dei cavi AT deve essere valutata di volta in volta e concordata con TERNA e col fornitore del cavo; in generale:

- per i cavi interni al dispersore principale non ci sono problemi di trasferimento di potenziali; pertanto, si utilizzano i collegamenti solid bonding o single point bonding;
- per i cavi con un estremo esterno al dispersore principale si deve di norma interrompere lo schermo per evitare la possibilità di trasferire potenziali pericolosi all'esterno.

Nel caso in cui l'impianto del Produttore confini con la stazione RTN, le due maglie di terra influenzandosi devono essere messe in continuità. Al fine di permettere l'esecuzione delle prove sull'impianto di terra di stazione, il collegamento delle due maglie dovrà essere sconnettibile in appositi pozzetti.

L'impianto di terra deve essere comunque progettato per la specifica stazione impostando i criteri di sicurezza indicati nella guida tecnica INS CA G01; le funi di guardia delle linee facenti capo alla stazione non sono normalmente collegate alla rete di terra della stessa e pertanto nella progettazione non deve essere considerato il loro contributo.

Ad opera ultimata, le tensioni di passo e di contatto devono essere rilevate sperimentalmente e, nel caso eccedano i limiti, devono essere effettuate le necessarie modifiche all'impianto (dispersori profondi, asfaltature, ecc.).

4.6 Rumore

Nella sottostazione, la sola apparecchiatura che rappresenta sorgente di rumore permanente è il trasformatore AT/MT, per il quale si può considerare un livello di pressione sonora $L_p(A)$ a vuoto alla tensione nominale non superiore a 72 dB a 0,3 metri di funzionamento e a 78 dB a 2 metri di funzionamento, ed entrambi rispettano i requisiti forniti dalle Guide Tecniche del Gestore. Questi aspetti verranno approfonditi in fasi successive di progettazione.

Gli interruttori e gli apparati di manovra possono provocare rumore di breve durata nel caso di un loro funzionamento, ma in ogni caso esso sarà contenuto entro i limiti previsti dal DPCM 01-03-1991 e la legge quadro sull'inquinamento acustico del 26 ottobre 1995 n.447.


4.7 Opere civili

4.7.1 Edificio tecnico di Utente

L'area dedicata alla Sottostazione Elettrica verrà completamente recintata e verrà predisposto un cancello di ingresso. Nell'area comune, in prossimità dell'arrivo della linea AT dalla SE "Massa Finalese", verrà installato un fabbricato in calcestruzzo atto alla funzione di locale tecnico e servizio; al suo interno saranno previsti un locale comandi e un locale destinato al gruppo elettrogeno.

Nella SSEU, invece, sarà presente un locale tecnico per il quale, in questa fase preliminare, sono state individuate 5 aree, come già descritto al paragrafo 5.1.2:

- locale misure;
- locale BT;
- locale quadro MT;

	ID Documento Committente H_054_FV_01010_BGR	Pagina 27 / 30
		Numero Revisione
		00

- locale gruppo elettrogeno;
- locale trasformatore MT/BT servizi ausiliari SSEU.

Il quadro MT prevede i seguenti scomparti:

- arrivo MT del trasformatore AT/MT;
- congiuntore;
- misure MT;
- servizi ausiliari;
- arrivo linea agrivoltaico avanzato;
- scorta.

Nel locale quadro BT saranno invece presenti le alimentazioni dei servizi ausiliari, il metering e gli apparati di telecontrollo. È previsto inoltre uno spazio dedicato alla installazione di sistemi cc come UPS o gruppi elettrogeni: questi gruppi sono necessari ad alimentare tutti i servizi ausiliari sensibili di cabina come relè di protezione, bobine a minima tensione e comandi interruttori.

In tale edificio verrà ubicato l'impianto di rilevazione incendi con lo scopo di rilevare i principi di incendio ed attivare le segnalazioni remote; tale impianto saranno conforme alle Norme UNI EN 54 e UNI 9795.

Si prevede, inoltre, l'installazione di un impianto antiintrusione, videosorveglianza con telecamere. Per i servizi generali sarà previsto un quadro 400 V destinato all'alimentazione dei circuiti in corrente alternata equipaggiati da interruttori automatici scatolati opportunamente dimensionati; tale quadro alimenta l'illuminazione interna ed esterna, le FM.

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

Lo stallo di consegna TERNA sarà ubicato all'interno della Stazione Elettrica (SE) della RTN a 132 kV di “*Massa Finalese*”, identificata dalle seguenti coordinate:

Latitudine: 44°51'35.25”

Longitudine: 11°14'14.42”

Lo stallo 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).

La corrente nominale dello stallo sarà pari a 1.250 A.

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

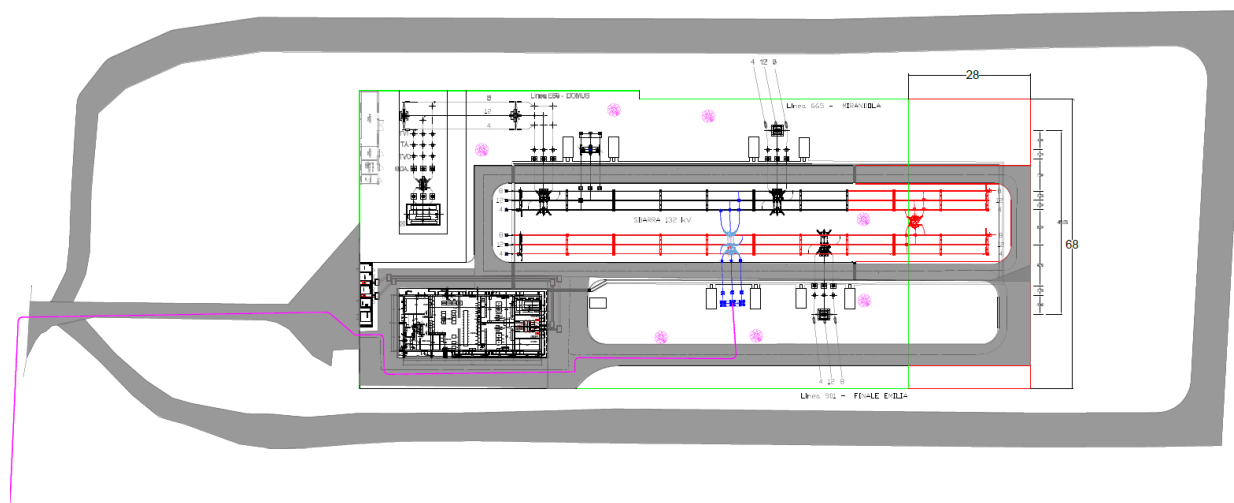


Figura 9: Planimetria stallo in SE TERNA

8 CAVIDOTTO A 132 kV

Per collegare la stazione di condivisione all'impianto di rete per la connessione (stallo TERNA) verrà realizzato un breve tratto di linea interrata a 132 kV della lunghezza di circa 900 m.

Verrà utilizzata una terna di cavi unipolari di tipo estruso per la posa diretta nel terreno, secondo quanto descritto più sotto.

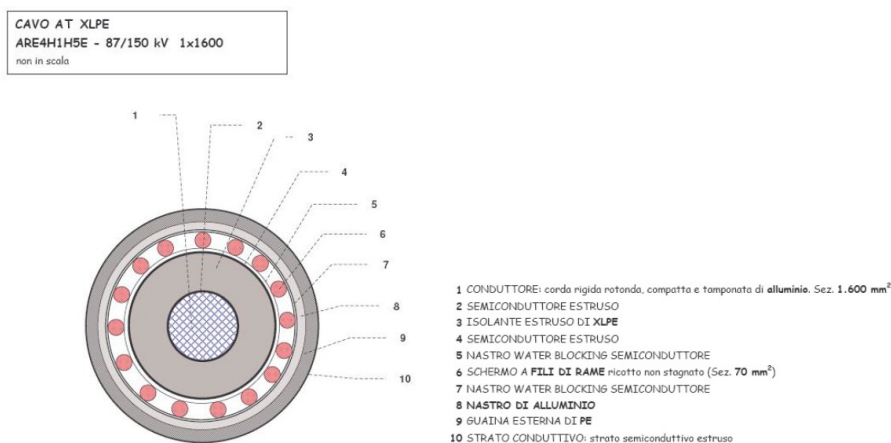


Figura 10: Planimetria stallo in SE TERNA

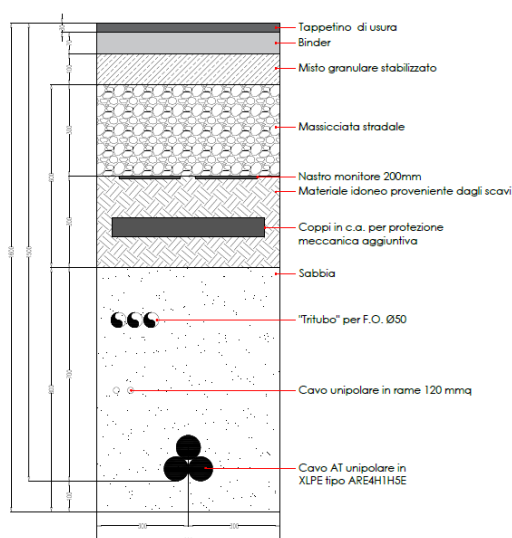


Figura 11: Posa cavo AT sotto strada asfaltata

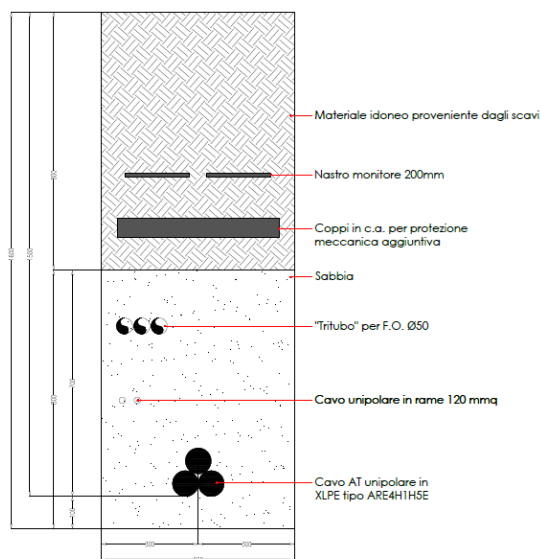


Figura 12: Posa cavo AT sotto terreno vegetale