

Provincia di Agrigento



Regione Sicilia



Provincia di Trapani



Comune di Menfi



Comune di Castelvetro



Comune di Sambuca di Sicilia



Comune di Montevago



PROGETTO DI UN IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DENOMINATO “MAGAGGIARO”, AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 49,6 MW, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI MENFI (AG) E CASTELVETRANO (TP) E RELATIVE OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI NEI COMUNI DI MENFI (AG), MONTEVAGO (AG), SAMBUCA DI SICILIA (AG) E CASTELVETRANO (TP).

DOC.17 – RELAZIONE TECNICA OPERE DI CONNESSIONE

Committente:

FRI-EL – SPA
 Piazza della Rotonda 2
 00189 Roma - Italia

Studio di progettazione:



Il Tecnico			
			Rev.00
	Revisione	Data	
Descrizione	Relazione dimensionamento cavi MT		
Commessa			

1. INTRODUZIONE	3
2. STAZIONE ELETTRICA 220/30 KV	5
2.1. Trasformatore elevatore 220/30 kV	6
2.2. Container quadri	7
2.3. Apparecchiature MT e BT	8
2.3.1. Apparecchiature sezione MT	8
2.3.2. Apparecchiature sezione BT: servizi ausiliari	9
2.4. Cavi elettrici	13
2.4.1. Cavi elettrici di media tensione	13
2.4.2. Cavi elettrici di bassa tensione	13
2.5. Impianto di Terra	14
2.5.1. Dimensionamento termico del dispersore	14
2.5.2. Tensioni di contatto e di passo	15
2.6. Servizi generali ed impianti tecnologici	15
2.7. Opere Civili	15
3. ELETTRDOTTO AT 220KV	17
3.1. Caratteristiche tecniche dell’elettrodotto	17
3.1.1. Caratteristiche elettriche	17
3.1.2. Modalità di posa	17
3.1.3. Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore	18
3.2. Giunti	19
3.3. Aree impegnate della parte in cavo	19
3.4. Terminali arrivo cavo	19
4. ASPETTI RELATIVI AL RUMORE	20
5. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	20
5.1. Richiami normativi	20
5.2. Calcolo del campo magnetico e determinazione della fascia di rispetto dei collegamenti in cavo 220 kV20	
5.3. Campo elettromagnetico nella Stazione Utente	21
6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	23

1. INTRODUZIONE

Il presente documento contiene la descrizione delle opere di connessione relative al progetto di una centrale di produzione di energia da fonte eolica, con una potenza nominale di 49,6 MW, che la società FRI-EL S.p.A. (la “Società”) propone di realizzare in agro dei Comuni di Menfi (AG) e Castelvetrano (PT).

La Società ha presentato a Terna S.p.A. (“il Gestore”) la richiesta di connessione alla RTN per una potenza in immissione di 75,4 MW; alla richiesta è stato assegnato Codice Pratica 202100274.

In data 28 Maggio 2021, il gestore ha trasmesso la soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), formalmente accettata dalla Società in data 11 Giugno 2021.

Lo schema di connessione alla RTN, descritto nella STMG, prevede che *l'impianto eolico debba essere collegato in antenna a 220 kV con la stazione elettrica (SE) della RNT a 220kV denominata “Sambuca”*.

Al fine di razionalizzare l'utilizzo delle strutture di rete, il Gestore ha proposto a FRI-EL, di condividere lo stallo RTN nella stazione “Sambuca” con altri produttori.

Le opere di connessione alla rete sono mostrate nelle seguenti Figura 1 e Figura 2.

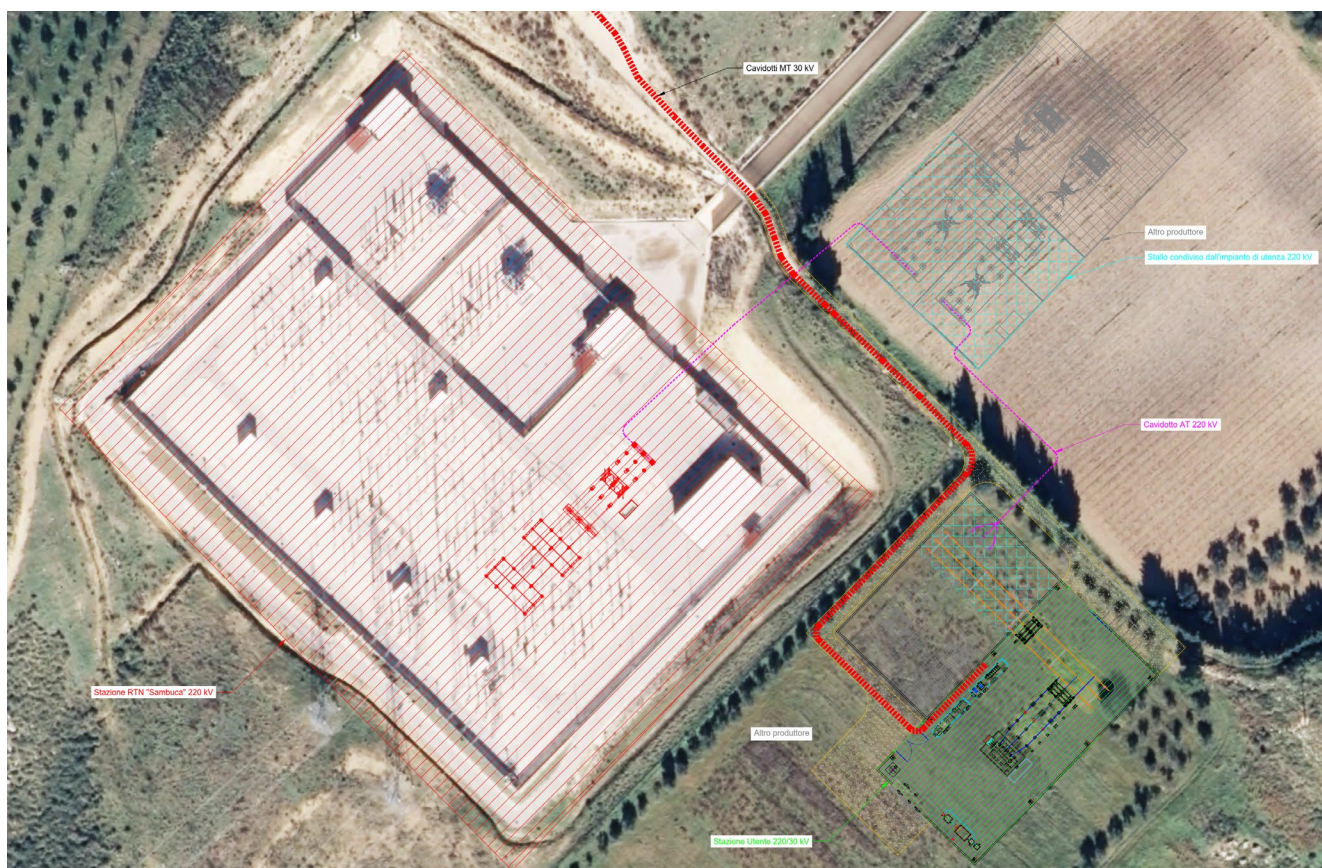


Figura 1 – Ubicazione opere di connessione ed RTN – su ortofoto

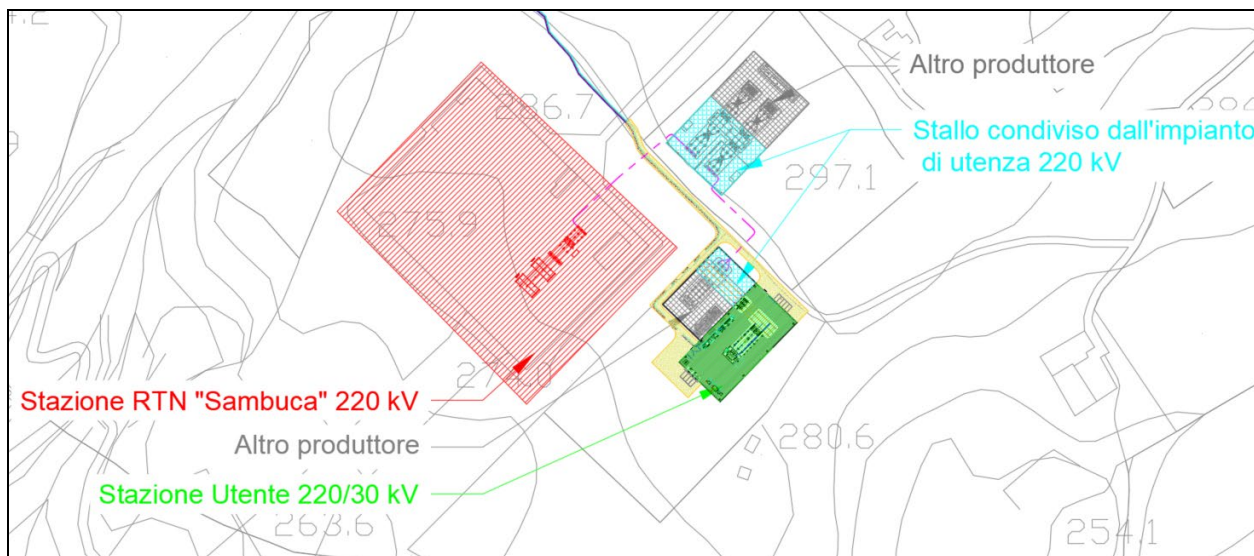


Figura 2 – Opere di connessione e di rete - Estratto di inquadramento generale da CTR

Il progetto dell’impianto di utenza per la connessione prevede la realizzazione di una Stazione Elettrica 220/30kV, ubicata nel Comune di Sambuca di Sicilia, in adiacenza alla stazione RTN “Sambuca”.

La stazione 220/30kV trasferisce alla stazione Terna l’energia prodotta dall’impianto eolico, mediante il collegamento ad una serie di aree condivise da più produttori (in seguito “stalli condivisi”), come meglio dettagliato nel seguito.

L’impianto di utenza per la connessione alla RTN è composto da:

- La nuova stazione di utenza 220/30 kV, al cui interno è prevista l’installazione di un nuovo montante MT/AT e dei fabbricati relativi;
- Il nuovo stallo AT denominato “stallo condiviso”, che prevede un sistema di sbarre per la connessione con altri produttori;
- Il collegamento in cavo 220 kV ad un ulteriore stallo condiviso, costituito da due montanti collegati in entra-esce sul sistema sbarre condiviso per la connessione di altri produttori,
- Il collegamento in cavo 220 kV allo stallo arrivo produttore dell’Impianto di Rete nella Stazione Elettrica RTN “Sambuca” 220 kV.

2. STAZIONE ELETTRICA 220/30 kV

I criteri progettuali adottati per la sottostazione 30/220 kV seguono le specifiche tecniche emanate dal Gestore della Rete di Trasmissione Nazionale (TERNA S.p.A.) - “Requisiti e caratteristiche di riferimento delle stazioni elettriche della RTN” Rev. 01 del 30.10.06.

Il dimensionamento geometrico e spaziale degli impianti, ai fini dell’esercizio e della manutenzione, risponde ai seguenti requisiti di osservanza della Norma CEI 99-2 “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”;

Per il dimensionamento della rete di terra, saranno seguite le prescrizioni delle Norma CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522.

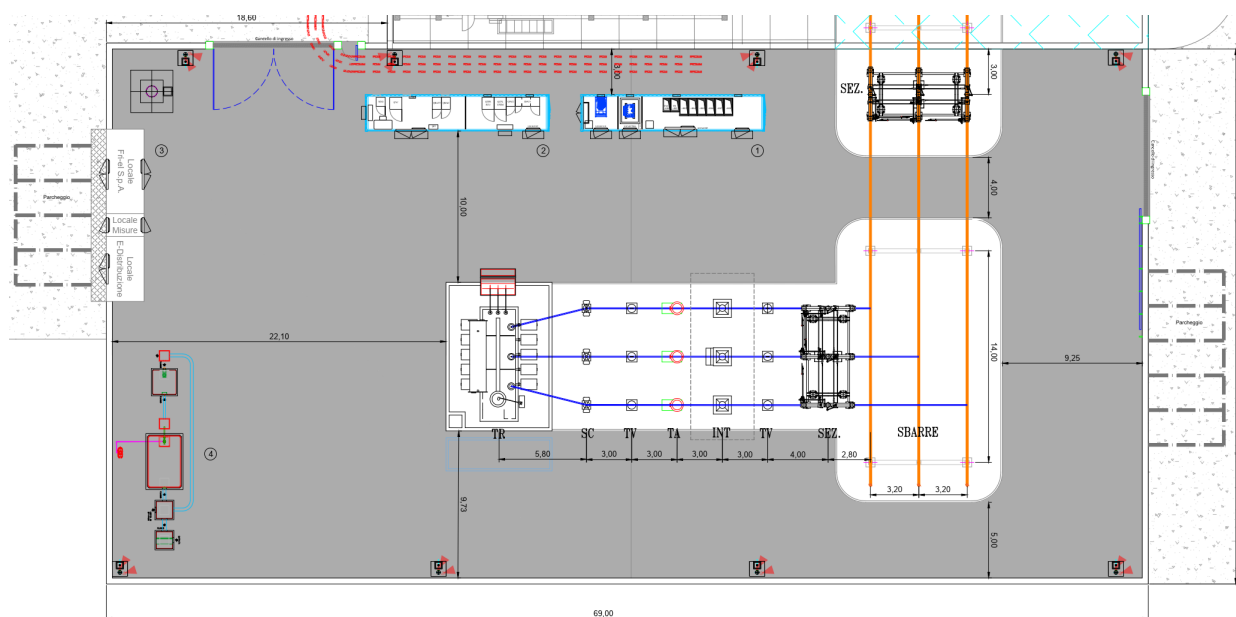


Figura 3 – Layout stazione utente

La stazione elettrica 30/220kV di utenza e lo stallo condiviso saranno dotati di apparecchiature elettriche AT, MT e BT, sistemi di gestione per il suo funzionamento, impianti tecnologici e servizi ausiliari, di seguito descritti:

Stazione utente 30/220kV

- N. 1 sezionatore sbarre tripolare rotativo, orizzontale con comando delle lame di linea motorizzato e comando delle lame di terra manuale
- n.1 sistema trifase di sbarre rigide per il collegamento allo stallo condiviso
- n. 1 sezionatore di linea tripolare rotativo, orizzontale con comando delle lame di linea motorizzato e comando delle lame di terra manuale;
- n. 3 trasformatori di tensione induttivi isolati in SF6 con isolatori in silicone;
- n. 1 interruttore tripolare isolato in SF6 equipaggiato con un comando a molla;
- n. 3 trasformatori amperometrici isolati in SF6 con isolatori in silicone;
- n. 3 trasformatori di tensione capacitivi isolati in SF6 con isolatori in silicone;

- n. 3 scaricatori di sovratensione a ossido di zinco completi di contascariche;
- n. 1 TR 220/30 kV con potenza di 50/60 MVA con raffreddamento tipo ONAN/ONAF - gruppo vettoriale YNd11;

Stallo condiviso

- n.1 sistema trifase di sbarre rigide per il collegamento allo stallo di un altro produttore
- n. 3 terminali cavo AT 245 kV;

Le principali caratteristiche elettriche sono mostrate nella seguente tabella:

Caratteristiche elettriche stazione utente stallo 220 kV	
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220kV
Tensione massima	245 kV
Livello di isolamento	1050 kV
Tensione di tenuta a frequenza industriale	460 kV
Minima distanza d'isolamento	25 mm/kV
Corrente nominale	1250 A
Tensione nominale circuiti voltmetrici	100 V
Corrente nominale circuiti amperometrici	5 A
Tensione di alimentazione ausiliaria in c.c	110 Vcc
Tensione di alimentazione ausiliaria in c.a	230/400 Vac

2.1. TRASFORMATORE ELEVATORE 220/30 kV

Il trasformatore elevatore sarà trifase, a due avvolgimenti, isolato in olio, con le seguenti caratteristiche principali:

Caratteristiche trasformatore elevatore 220/30 kV	
Potenza nominale	50/60 MVA
Tipo di raffreddamento	ONAN / ONAF
Rapporto di trasformazione	220 / 30 kV
Tensione massima	245 / 36 kV
Tensione nominale di tenuta ad impulso di manovra	850 / NA kV
Tensione di tenuta nominale ad impulso atmosferico	1050 / 170 kV
Tensione di tenuta nominale a frequenza industriale	460 / 70 kV

Impedenza di corto circuito	12 % (rif. 60 MVA)
Commutatore sotto carico sull'avvolgimento AT	$\pm 10 \times 1,25$ %
Gruppo vettoriale	YNd11
Isolamento degli avvolgimenti	uniforme

I dati nella precedente tabella sono preliminari e dovranno essere confermati durante la progettazione esecutiva.

2.2. CONTAINER QUADRI

I quadri di media tensione per l'arrivo delle linee dall'impianto eolico; i quadri dei servizi ausiliari in BT, il trasformatore elettrico MT/BT dei servizi generali, nonché gli apparati del sistema di supervisione e comando dell'impianto saranno installati all'interno di container navali opportunamente modificati e attrezzati con servizi ausiliari, quali luci e condizionamento.

All'interno della stazione utente sono previsti i seguenti moduli:

- Un container navale, di dimensioni standard 40 piedi, ovvero 12,2 x 2,5 x 2,9 m, per l'alloggiamento del quadro MT, del trasformatore servizi ausiliari e del gruppo di emergenza
- Un container navale, di dimensioni standard 40 piedi, ovvero 12,2 x 2,5 x 2,9 m, per l'alloggiamento dei quadri BT dei sistemi ausiliari in corrente alternata e in corrente continua, delle protezioni e dei sistemi di supervisione.
- Un edificio prefabbricato in cemento armato, di dimensioni in pianta 11,4 x 2,5 x 2,7 m, per alloggiare le eventuali apparecchiature dedicate alla gestione dell'interfaccia con il Gestore di rete, costituito da un locale per il produttore, un locale per le misure fiscali e uno per eventuali apparecchiature.

I due primi moduli saranno realizzati a partire da container navali metallici, modificati per realizzare le aperture necessarie all'installazione dei quadri e degli altri componenti, nonché per il normale accesso ai locali stessi.

Ciascun container sarà opportunamente coibentato per minimizzare le perdite termiche con l'ambiente esterno. All'interno di ciascun modulo saranno poi installati gli impianti di illuminazione e forza motrice e il sistema di condizionamento e riscaldamento mediante split a parete. Le unità esterne saranno opportunamente installate a pavimento all'esterno dei container.

L'edificio prefabbricato per il Gestore di rete sarà realizzato in cemento armato precompresso in monoblocco. Anche in questo caso saranno presi tutti gli accorgimenti per ottimizzare il rendimento termico dell'edificio. I locali saranno ventilati naturalmente mediante torrini di aspirazione sul tetto.

Tutti i moduli prefabbricati, in container metallico o in cemento armato, saranno appoggiati su platee di fondazione realizzate in opera e caratterizzate da vasche opportunamente disegnate per consentire il posizionamento dei cavi sotto i moduli stessi e il loro ingresso all'interno dei container in corrispondenza dei quadri.

I getti di calcestruzzo verranno eseguiti con cemento a lenta presa (R.325), ed il dosaggio previsto sarà di q.li 2,5 per la formazione delle fondazioni e dei muri perimetrali in elevazione, fino a quota d'imposta della prima soletta e a q.li 3,00 per i plinti e le opere in cemento armato quali pilastri, travi, gronda e gradini.

2.3. APPARECCHIATURE MT E BT

2.3.1. Apparecchiature sezione MT

I quadri saranno realizzati in lamiera zincata e verniciata ed avranno le seguenti caratteristiche:

Caratteristiche apparecchiature MT	
Tensione nominale	36 kV
Tensione di esercizio	30 kV
Tensione nominale di tenuta a impulso atmosferico	170 kV
Tensione nominale di tenuta a 50 Hz (per 1 minuto)	70 kV
Frequenza nominale	50 Hz
Corrente di breve durata (3 s)	≥ 16 kA
Corrente di picco	≥ 40 kA
Corrente nominale sbarre	1250 A (preliminare)
Isolamento	SF6
Classificazione d'arco interno	IAC AFLR 16 kA – 1s
Categoria di perdita di continuità di servizio	LSC2
Grado di protezione esterno	IP 3X
Grado di protezione interno	IP 2X
Tensione aux. per comandi e segnalazioni	110 Vcc
Tensione aux. per illum. e resistenza anticondensa	230 Vac
Tensione aux. per motore caricamolle	110 Vcc

La configurazione MT sarà composta dalle seguenti celle:

- n. 1 cella arrivo trasformatore MT/AT, equipaggiata con interruttore
- n. 1 cella partenza trasformatore servizi, equipaggiata con interruttore o con sezionatore sotto carico e fusibili;
- n. 3 celle “partenza campo”, equipaggiate con interruttori
- n. 1 cella “misure”
- n. 1 cella “riserva”

Il quadro sarà equipaggiato con relé di protezione e strumenti di misura. Sarà inoltre prevista l'interfaccia con il sistema di controllo remoto della sottostazione.

Il valore di tensione di esercizio 30 kV indicato nella presente relazione, è da intendersi puramente indicativo; la società proponente si riserva la possibilità di aumentare tale livello di tensione fino ad un

massimo di 36 kV, in funzione di aspetti successivi inerenti eventuali opportunità legate alla connessione.

2.3.2. Apparecchiature sezione BT: servizi ausiliari

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente alternata sarà previsto un trasformatore MT/BT in grado di alimentare tutte le utenze della stazione, e un gruppo elettrogeno di emergenza in grado di alimentare le utenze essenziali della stazione, in caso di mancanza della rete.

Per l'alimentazione dei Servizi Ausiliari in corrente continua sarà previsto un sistema di alimentazione tramite complesso raddrizzatore/batteria.

Lo stesso sistema in corrente continua alimenterà poi un sistema UPS in corrente alternata per alimentare i carichi essenziali in corrente alternata del sistema di controllo della sottostazione (Sistema SCADA di sottostazione, Routers forniti da terzi, Sistema WTG SCADA fornito da terzi)

In caso di mancanza dell'alimentazione primaria da rete, la capacità della batteria assicurerà il corretto funzionamento dei circuiti alimentati (circuiti a corrente continua e circuiti a 230Vac 50Hz derivati dall'UPS) per il tempo necessario affinché il personale di manutenzione possa intervenire, comunque per un tempo non inferiore a 4 ore.

In estrema sintesi lo schema di alimentazione dei S.A. in c.a. prevede:

- Trasformatore MT/BT in resina con potenza nominale definita in funzione delle dimensioni dell'impianto e dei carichi previsti, e comunque non inferiore a 160 kVA;
- Scomparto MT sul quadro MT per la derivazione della linea di alimentazione del trasformatore MT/BT;
- Quadro BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente alternata
- Quadro BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari in corrente continua
- Raddrizzatore/carica batterie con relativo pacco batterie stazionarie

L'alimentazione dei S.A. in c.c. sarà a 110 V con il campo di variazione compreso tra +10%/-15%. Il raddrizzatore/carica batterie verrà dimensionato per erogare complessivamente la corrente permanente richiesta dall'impianto e la corrente di carica della batteria (sia di conservazione che rapida); la batteria assicurerà la manovrabilità dell'impianto, in assenza dell'alimentazione in c.a., con un'autonomia di 4 ore. Le batterie saranno di tipo ermetico, i raddrizzatori saranno adatti a prevedere il funzionamento in:

- “carica in tampone” con tensione regolabile 110÷120 V;
- “carica rapida” con tensione regolabile 120÷125 V;

2.3.2.1. Quadro protezioni

Protezioni lato AT

Il sistema di protezione, basato su dispositivi IED, deve includere almeno le seguenti funzioni:

81 O / U	Protezione da max/min. frequenza
27/59	Protezione da max/min. tensione
59Uo	Protezione di massima tensione di sequenza omopolare
87T	Protezione differenziale del trasformatore di potenza
50/51	Protezione da sovracorrente
86	Relè di blocco con ripristino manuale

90 Regolatore di tensione agente sul commutatore sotto carico (OLTC) del trasformatore di potenza

Le suddette funzioni protettive saranno realizzate con la fornitura in opera di relè di protezione a microprocessore aventi porta di comunicazione di tipo ottico Ethernet 100Mbit/s per essere connessi in protocollo IEC 61850 al sistema di controllo della sottostazione.

I dispositivi di protezione costituiranno anche dei terminali di IN/OUT per i segnali di allarme/stato e i comandi cablati da e per le apparecchiature in campo della sezione 220 kV

Gli IED renderanno disponibile la misura delle grandezze elettriche (corrente, tensione, potenza attiva e reattiva, fattore di potenza e frequenza per il sistema SCADA di sottostazione); eventualmente le stesse misure eseguite dai suddetti IED potranno essere utilizzate per la trasmissione verso Terna delle telemisure attraverso la RTU dedicata.

Nel quadro elettrico sopraindicato sarà installato un dispositivo per l'analisi e la registrazione della qualità della tensione, secondo la norma CEI EN 50160. Questo sarà interfacciato con lo SCADA di stazione per registrare tutti i dati registrati in un database storico.

Il sistema SCADA centralizzato consente il collegamento da remoto ai singoli relè di protezione, per poter visualizzare le registrazioni degli stessi in concomitanza con gli interventi delle relative funzioni protettive, consentendo una corretta ricostruzione di eventuali guasti.

Protezioni lato MT

Le protezioni elettriche della rete di media tensione sono installate nella cella BT a bordo delle unità funzionali del quadro di media tensione

Anche per la media tensione vengono utilizzati relè di protezione a microprocessore, collegati in rete e aventi protocollo di comunicazione IEC 61850 per l'interfacciamento con lo SCADA centralizzato, la raccolta dati, il comando dei componenti di media tensione e la ricostruzione guasti mediante la loro funzione interna di oscillografia.

Le principali funzioni protettive implementabili sono:

50/51	Protezione elettrica di massima corrente
67N	Protezione elettrica di massima corrente a terra direzionale
27/59	Protezione elettrica di minima e massima tensione di fase
59Uo	Protezione di massima tensione di sequenza omopolare

I dispositivi di protezione costituiranno anche dei terminali di IN/OUT per i segnali di allarme/stato e i comandi cablati da e per le apparecchiature del quadro MT.

2.3.2.2. Quadro Raddrizzatore e carica batterie

Il sistema è costituito da:

- un Raddrizzatore carica batteria a due rami con le seguenti caratteristiche:
 - tensione ingresso: 400 V
 - tensione uscita: 110 V
 - Corrente ramo servizi: 30 A per modulo (da verificare in funzione del carico)
 - Corrente ramo batterie: 15 A per modulo (da verificare in funzione del carico)
- batterie al piombo per uso stazionario tipo ermetico (VRLA) dimensionate opportunamente

per garantire l'autonomia richiesta (minimo 4 ore) ai servizi essenziali.

2.3.2.3. Quadro SA cc e ca

Il quadro è composto di die sezioni opportunamente segregate per la distribuzione ai carichi in corrente alternata e a quelli in corrente continua.

Il quadro è dotato di interruttori magnetotermici e magnetotermici/differenziali a protezione delle linee servizi ausiliari e alimentazione dei servizi generale/impianti tecnologici. Il quadro è dotato di n°1 gruppi di misura fiscale per il consumo dei carichi ausiliari e generali.

Nel quadro è inoltre presente una sezione per i carichi ininterrompibili in corrente alternata che sono alimentati da un inverter installato nel quadro della sezione CC.

La Sezione C.C. è destinata all'alimentazione di tutti i carichi privilegiati alimentati in corrente continua ed in corrente alternata in quanto è equipaggiato con un inverter DC/AC.

Nella sezione in CC sono presenti tutti gli interruttori magnetotermici a protezione delle linee servizi ausiliari in corrente continua.

2.3.2.4. Misura fiscale dell'energia elettrica

I contatori di energia sono dotati di due porte di comunicazione: una per la connessione al modem GSM, e l'altra per il download dei dati locali, completa di cavo necessario.

Il sistema di misura dell'energia elettrica sarà conforme alle prescrizioni degli allegati N° 43 e N°45 del Codice di Rete di TERNA.

Qualunque accesso ai circuiti di misura fiscale sarà sigillato (sigilli apposti da Terzi) in accordo alle normative vigenti e alle richieste dell'Agenzia delle Entrate.

I misuratori di energia, i nuclei di misura dei TA TV dedicati alla misura fiscale dell'energia saranno forniti completi di certificati di taratura/calibrazione emessi da un organismo riconosciuto.

2.3.2.5. Sistema di controllo e monitoraggio

Il monitoraggio e il controllo dei componenti della sottostazione elettrica saranno eseguiti mediante un sistema di controllo adeguato ("SCADA sottostazione") completo di apparati quali PC, tastiera, monitor, mouse, stampante, PLC/RTU/CPU, Switch, convertitori, software e qualsiasi funzione HMI necessaria.

2.3.2.6. RTU TERNA

Per la trasmissione dei telesegnali e telemisure (TS e TM) previsti dal Codice di rete sarà fornito e installato nel quadro contenente gli apparati del sistema SCADA di sottostazione un'unità terminale remota (RTU) da interfacciare con il sistema di controllo TERNA.

La RTU sarà conforme ai requisiti di Terna, con ridondanza di CPU, alimentatori e schede principali, prestazioni in termini di frequenza di trasmissione dei dati e protocolli di comunicazione.

La RTU sarà completa di porte per il collegamento della stessa RTU alle prese dei routers delle due linee di comunicazione, tipo CDN e Frame Relay (forniti da Altri).

2.3.2.7. UPDM

Oggetto della fornitura sarà fornire ed installare una “Unità Periferica di Difesa e Monitoraggio” (UPDM) per la disconnessione remota dell'impianto (tramite l'apertura degli interruttori 220 kV o 30 kV), da interfacciare con Sistema di controllo remoto TERNA.

L'UPDM sarà conforme ai requisiti di Terna, con ridondanza di CPU, alimentatore e schede principali, prestazioni in termini di frequenza di trasmissione dei dati e protocolli di comunicazione.

L'UPDM sarà un sistema autonomo, completo di tutti i dispositivi necessari da interfacciare con l'apparecchiatura di campo per il funzionamento degli interruttori automatici asserviti al “teledistacco”

Il quadro UPDM sarà inoltre interfacciato con i due switch/router Cisco, necessari per la connessione dell'UPDM a due linee CDN (Router e linee di comunicazioni fornite da Altri), per la connessione con Terna.

2.3.2.8. Trasformatore ausiliari

Il trasformatore dei servizi ausiliari sarà del tipo inglobato in resina, dimensionato per alimentare tutti gli utenti dei servizi ausiliari e generali della sottostazione elettrica.

Le caratteristiche principali devono essere:

Caratteristiche trasformatore ausiliari	
Potenza nominale	160 kVA
Tipo di raffreddamento	AN
Tensione nominale	30 / 0,42 kV
Tensione massima	36 / 1 kV
Impedenza di corto circuito	4 %
Commutatore a vuoto sull'avvolgimento MT	$\pm 2 \times 2,5$ %
Gruppo vettoriale	Dyn11
Classe ambientale e climatica	E1 – C1
Classe di comportamento al fuoco	F1

Il trasformatore sarà completo di involucro di protezione.

2.3.2.9. Gruppo elettrogeno

Il generatore elettrico di emergenza, installato in un locale dedicato dell'edificio di sottostazione, è dimensionato per alimentare tutti i carichi ritenuti privilegiati della sottostazione in caso di interruzione dell'alimentazione principale sul quadro elettrico di distribuzione dei servizi ausiliari in C.A. derivata dal trasformatore ausiliario 30/0.4 kV.

Il generatore è dotato di serbatoio interno del carburante con capienza inferiore a 120 l, pertanto non è necessario alcun sistema di estinzione fisso, secondo le prescrizioni dei vigili del fuoco.

Il generatore di emergenza è dotato di una centralina di automazione e controllo installata su quadro elettrico a bordo macchina che gestirà gli ordini di commutazione impartiti dalla logica di commutazione automatica RETE/GRUPPO installata nel quadro dei servizi ausiliari in Corrente Alternata. La suddetta centralina gestirà anche le anomalie di funzionamento del gruppo elettrogeno inviando opportuni ordini di protezione e segnalazioni al Sistema SCADA di sottostazione

Le caratteristiche principali del gruppo saranno:

Caratteristiche gruppo elettrogeno	
Potenza PRP	25 kVA (preliminare)

Potenza LTP	27 kVA (preliminare)
Alimentazione motore primo	gasolio
Raffreddamento motore primo	acqua
Capacità serbatoio integrato	< 120 l
Frequenza	50 Hz
Tensione	400 / 230 V+N

2.4. CAVI ELETTRICI

2.4.1. Cavi elettrici di media tensione

I cavi da 30 kV che collegano il quadro di media tensione ai terminali passanti del trasformatore di potenza e ai terminali del trasformatore ausiliario avranno le seguenti caratteristiche principali:

Caratteristiche cavi MT	
Tipo di cavo	Unipolare
Tensione nominale $U_0/U/U_m$	18 / 30 / 36 kV
Isolamento	HEPR o XLPE
Materiale conduttore	Alluminio

Le caratteristiche tecniche, i materiali e i metodi di prova relativi a tutti i cavi MT interni alla sottostazione saranno rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento.

Anche per i cavi MT vale la stessa osservazione già riportata per i quadri MT. La tensione di esercizio di 30 kV è indicativa e potrebbe essere modificata in fase di ingegneria di dettaglio, fino ad un massimo di 36 kV, in funzione di aspetti successivi inerenti eventuali opportunità legate alla connessione”.

2.4.2. Cavi elettrici di bassa tensione

Tutti i cavi di controllo devono essere schermati, con isolamento 0,6 / 1 kV e sezione trasversale $\geq 1,5$ mm². I cavi per le misure che si derivano dai secondari dei trasformatori di corrente e tensione avranno una sezione ≥ 4 mm².

Sarà comunque fornito un corretto calcolo per definire nel dettaglio la sezione dei cavi di bassa tensione da utilizzare per alimentazioni, misura, comando e segnalazione.

Le caratteristiche tecniche, i materiali e i metodi di prova relativi a tutti i cavi BT per i circuiti di potenza e di controllo, cavi unipolari per cablaggi interni dei quadri e per impianti luce e f.m. saranno rispondenti alle Norme CEI e tabelle CEI UNEL di riferimento.

I cavi elettrici utilizzati nei collegamenti dei sistemi di protezione, comando e controllo, dei servizi ausiliari e generali e i cavi impiegati nei collegamenti interni ai quadri elettrici installati, saranno conformi alla Norma CEI 20-22, cioè cavi non propaganti l'incendio.

I cavi elettrici utilizzati per i sistemi di protezione, comando e controllo, inclusi i circuiti amperometrici e voltmetrici, saranno del tipo FG16(O)H1R 0,6/1kV.

I cavi elettrici utilizzati all'interno dei quadri per lo sviluppo dei circuiti, per il sistema di luce e f.m. degli edifici e dell'area esterna della Sottostazione e per la distribuzione dell'energia in c.a. e c.c. saranno, in funzione della tipologia di posa, FS17 450/750 V quelli in singola guaina, e FG16(O)R 0,6/1kV, quelli in doppia guaina.

Le sezioni minime previste sono comunque:

- per i circuiti di potenza 2,5 mm²
- per i circuiti amperometrici e voltmetrici 4,0 mm²
- per i circuiti di comando e segnalazione 1,5 mm²

2.5. IMPIANTO DI TERRA

La rete di terra sarà realizzata in accordo alla normativa vigente CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522 in modo da assicurare il rispetto dei limiti di tensione di passo e di contatto.

Il dispersore sarà costituito da una maglia in corda di rame interrata, opportunamente dimensionata e configurata, sulla base della corrente di guasto a terra dell'impianto, delle caratteristiche elettriche del terreno e della disposizione delle apparecchiature.

Dopo la realizzazione, saranno eseguite le opportune verifiche e misure previste dalle norme.

La rete di terra sarà dimensionata in accordo alla Norma CEI EN 50522. In particolare si procederà:

- al dimensionamento termico del dispersore e dei conduttori di terra;
- alla definizione delle caratteristiche geometriche del dispersore, in modo da garantire il rispetto delle tensioni di contatto e di passo secondo la curva di sicurezza di cui alla norma stessa.

2.5.1. Dimensionamento termico del dispersore

Relativamente al dimensionamento termico, il dispersore sarà realizzato con corda nuda in rame, la cui sezione può essere determinata con la seguente formula:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}}$$

dove:

A = sezione minima del conduttore di terra, in mm²

I = corrente del conduttore, in A

t = durata della corrente di guasto, in s

K = 226 A s^{1/2} mm⁻² (rame)

β = 234,5 °C

Θ_i = temperatura iniziale in °C (assunta pari a 20°C)

Θ_f = temperatura finale in °C (assunta pari a 300°C, per rame nudo)

Il dimensionamento termico del dispersore deve considerare i valori standard delle correnti di corto circuito e tempi di eliminazione previsti per la rete 150kV di Terna (Regole Tecniche di Connessione - Allegato A.8).

2.5.2. Tensioni di contatto e di passo

La definizione della geometria del dispersore al fine di garantire il rispetto dei limiti di tensione di contatto e di passo sarà effettuata in fase di progetto esecutivo, quando saranno noti i valori di resistività del terreno, da determinare con apposita campagna di misure.

In via preliminare, sulla base degli standard normalmente adottati e di precedenti esperienze, può essere ipotizzato un dispersore orizzontale a maglia, con lato di maglia di 5 m.

In caso di terreno non omogeneo con strati superiori ad elevata resistività si potrà procedere all'installazione di dispersori verticali (picchetti) di lunghezza sufficiente a penetrare negli strati di terreno a resistività più bassa, in modo da ridurre la resistenza di terra dell'intero dispersore. I ferri di armatura dei cementi armati delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici saranno collegati alla maglia di terra della stazione.

In ogni caso, qualora risultasse la presenza di zone periferiche con tensioni di contatto superiori ai limiti, si procederà all'adozione di uno o più dei cosiddetti provvedimenti “M” della Norma CEI EN 50522.

2.6. SERVIZI GENERALI ED IMPIANTI TECNOLOGICI

L'illuminazione normale delle aree esterne della stazione elettrica verrà realizzata con paline di illuminazione di altezza pari a 8 m f.t., dotate di doppio proiettore LED.

Verrà, inoltre, garantita una locale integrazione con plafoniere e/o proiettori nelle zone adiacenti agli edifici di sottostazione.

Il sistema di illuminazione delle aree esterne sarà realizzato con due circuiti diversi: il primo sarà attivato tramite relè crepuscolare garantirà un livello di illuminazione medio di 20 lux; il secondo deve essere attivato direttamente dall'operatore in caso di necessità garantendo un livello medio minimo di 200 lux nelle aree di lavoro. La progettazione e la selezione dei materiali del sistema di illuminazione esterna saranno conformi ai requisiti delle normative regionali applicabili.

Negli edifici saranno realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- illuminazione e prese F.M.;
- condizionamento e ventilazione;
- rilevazione incendi;
- controllo accessi e antintrusione

Gli impianti tecnologici saranno realizzati conformemente alle norme CEI e UNI di riferimento.

Gli impianti elettrici saranno di norma tutti “a vista”, cioè con apparecchiature, corpi illuminanti, tubazioni e canaline per i conduttori e scatole di derivazione del tipo “non incassato” nelle strutture.

L'alimentazione elettrica degli impianti tecnologici sarà derivata da interruttori automatici magnetotermici differenziali (secondo norme CEI EN 61009-1) ed installati nel quadro BT dei servizi ausiliari in corrente alternata ubicato nel locale BT dell'edificio.

2.7. OPERE CIVILI

I seguenti requisiti e criteri saranno adottati per lo sviluppo del progetto delle opere civili di fondazione e di finitura dell'area della stazione utente:

- finiture superficiali con elevata permeabilità alle acque meteoriche con particolare riguardo alle aree adiacenti le apparecchiature di alta tensione e sottostanti le sbarre e i collegamenti aerei;
- corretto dimensionamento delle fondazioni delle strutture di sostegno e delle apparecchiature AT, verificate alle condizioni di massima sollecitazione (norme CEI 11-4) e presenza di sforzi elettrodinamici in regime di corto circuito;
- ispezionabilità dei cavidotti BT (tubi, cunicoli, passerelle, ecc.) ed adozione di soluzioni ottimali per la prevenzione incendi;
- coerenza di tutte le scelte d'ingegneria con le normative ed i regolamenti vigenti a livello di Amministrazione locali.

Tutte le opere civili saranno progettate in conformità alla nuova normativa sulle costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008, al testo unico sull'edilizia di cui al D.P.R. n. 380 del 06/06/01 e alla specifica Terna INGSTACIV001.

Le aree immediatamente adiacenti le apparecchiature di Alta Tensione saranno sistemate con pietrisco, mentre il piazzale di servizio sarà pavimentato con binder e tappetino di usura in conglomerato bituminoso.

Le fondazioni delle apparecchiature di AT saranno in conglomerato cementizio armato dimensionate per le sollecitazioni previste (peso, vento, sisma, corto circuito).

Per la posa dei cavi di media e bassa tensione di collegamento tra le apparecchiature, gli apparati di campo e i locali quadri elettrici dell'edificio di stazione si utilizzeranno tubazioni interrato in PVC e pozzetti di raccordo di adeguate dimensioni.

Per lo smaltimento delle acque meteoriche si realizzerà un sistema di raccolta acque; le acque superficiali saranno “catturate” da idonee caditoie in ghisa e, tramite pozzetti e tubi di collegamento, saranno convogliate e regimentate.

L'accesso alla suddetta area si realizzerà con un cancello carraio (con luce minima di 6 m) e con uno pedonale.

3. ELETTRDOTTO AT 220kV

Il collegamento tra lo stallo condiviso e lo stallo arrivo produttore dell’Impianto di Rete nella Stazione Elettrica RTN passando attraverso il secondo gruppo di stalli condivisi, come descritto nei precedenti paragrafi, sarà realizzato in cavo interrato AT (terna di cavi a 220 kV), per un tracciato di lunghezza totale pari a circa 250 m, nelle due tratte di 140 m dalla stazione RTN al primo stallo condiviso e di 110 m tra le due stazioni condivise.

L’opera in questione si configurerà con la posa di una terna di cavi XLPE (polietilene reticolato), posti ed interrati in unica trincea della profondità di circa 1,60 m.

Il tracciato del cavo interrato si sviluppa cercando in particolare di:

- contenere per quanto possibile la lunghezza del tracciato per occupare la minor porzione possibile di territorio;
- recare minor sacrificio possibile alle proprietà interessate, avendo cura di vagliare le situazioni esistenti sui fondi da asservire rispetto anche alle condizioni dei terreni limitrofi;
- minimizzare l’interferenza con le zone di pregio ambientale, naturalistico, paesaggistico e archeologico;
- assicurare la continuità del servizio, la sicurezza e l’affidabilità della Rete di Trasmissione Nazionale;
- permettere il regolare esercizio e manutenzione dell’elettrodotto.

3.1. CARATTERISTICHE TECNICHE DELL’ELETTRDOTTO

L’elettrodotto in cavo interrato, della lunghezza di 250 m circa, sarà costituito da una terna di cavi unipolari realizzati con conduttore in rame, isolante in XLPE, schermatura metallica e guaina esterna in termoplastica. Ciascun conduttore di energia avrà una sezione preliminare di 1600 mm², da confermarsi durante il progetto esecutivo dell’impianto.

3.1.1. Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche elettriche del cavo sono le seguenti:

Caratteristiche elettriche cavo 220 kV	
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	220kV
Corrente nominale	920 A
Potenza nominale	350 MVA
Tipo di conduttore	Rame
Sezione del conduttore	1600 mm ²

3.1.2. Modalità di posa

I cavi saranno interrati ed installati normalmente in una trincea della profondità media di 1,60 m, con disposizione delle fasi a trifoglio/in piano. Le profondità reali di posa saranno meglio definite in fase di progetto esecutivo dell’opera.

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 una rete in PVC e da un nastro segnaletico, ed ove necessario anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore minimo di 5 cm. 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.

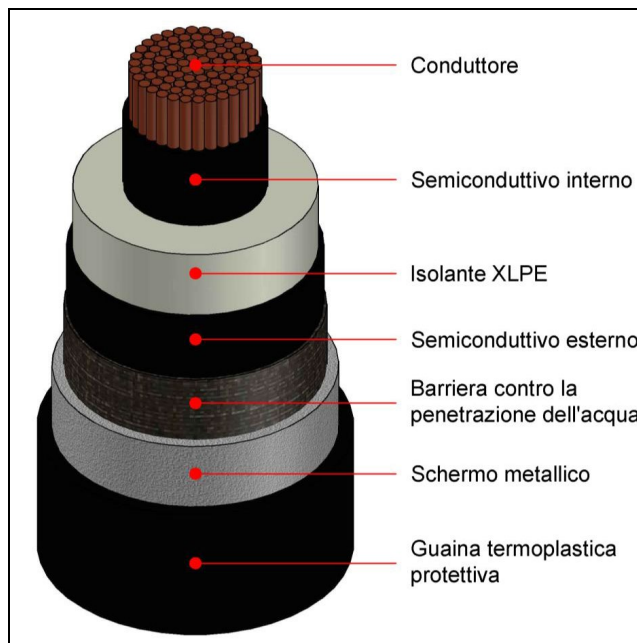
Le condizioni di posa considerate sono riassunte nella seguente tabella:

Caratteristiche di posa cavi 220 kV	
Posa cavo	Direttamente interrato
Profondità di posa	1,60 m
Formazione	Terna singola a trifoglio
Tipologia del letto di posa	Sabbia a bassa resistività termica o cemento magro
Spessore del letto di sabbia/cemento	Minimo 0,50 m (da fondo scavo)
Copertura con piastre di protezione in CA (solo per letto di sabbia)	Spessore minimo 5 cm
Tipologia di riempimenti scavo	Terra di riporto vagliata
Temperatura terreno	20 °C
Resistività termica terreno	1,2 K m/W

3.1.3. Caratteristiche elettriche/meccaniche del conduttore

Ciascun cavo d'energia a 220 kV sarà costituito da un conduttore a corda compatta circolare o Milliken, di rame ricotto non stagnato, tamponato e con una superficie esterna priva di tutte le imperfezioni visibili ad occhio nudo (ad esempio dentellature, tacche, rugosità non conformi ad un adeguato processo produttivo).

Le sezioni normalizzate dovranno essere conformi alla norma CEI EN 60228 (conduttori di classe 2) di sezione indicativa pari a circa 1600 mm² tamponato, schermo semiconduttivo sul conduttore, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo semiconduttivo sull'isolamento, nastri in materiale igroespandente, guaina metallica longitudinalmente saldata, rivestimento in polietilene con grafitatura esterna.



Tali caratteristiche potranno subire adattamenti, comunque non essenziali, dovuti alla successiva fase di progettazione esecutiva e di cantierizzazione, anche in funzione delle soluzioni tecnologiche adottate dai fornitori e/o appaltatori.

3.2. GIUNTI

Data la brevità del percorso in cavo, non sono previsti giunti unipolari.

3.3. AREE IMPEGNATE DELLA PARTE IN CAVO

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le “**aree impegnate**”, cioè le aree necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto. Nel caso in oggetto sono pari a:

fascia di asservimento pari a 6 m (3 m dall'asse linea per parte) per tratti in cavo interrato a 220 kV;

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle “**aree potenzialmente impegnate**” (previste dalla L. 239/04).

L'estensione dell'area potenzialmente impegnata sarà pari a:

6 m dall'asse linea per parte, per i tratti in cavo interrato riguardanti le proprietà private;

La planimetria catastale riporta l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare del cavo e le aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nel Piano particellare di esproprio.

3.4. TERMINALI ARRIVO CAVO

Lo schema di elettrodotto in cavo prevede l'installazione sia nella Cabina Utente che nella stazione Elettrica RTN “Sambuca” che nelle stazioni utente condivise, di nuovi terminali per cavo XLPE 220 kV.

4. ASPETTI RELATIVI AL RUMORE

Gli stalli AT costituiscono fonte di rumore esclusivamente in fase di manovra delle apparecchiature elettriche. Il livello di emissione di rumore sarà in ogni caso in accordo ai limiti fissati dal D.P.C.M. 1 marzo 1991, dal D.P.C.M. 14 novembre 1997 e secondo le indicazioni della legge quadro sull'inquinamento acustico (Legge n. 477 del 26/10/1995), in corrispondenza dei recettori sensibili. L'impianto sarà inoltre progettato e costruito secondo le raccomandazioni riportate nei par. 3.1.6 e 8.5 della Norma CEI 11 -1.

L'elettrodotto in cavo AT non costituisce fonte di rumore.

5. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

5.1. RICHIAMI NORMATIVI

La normativa di riferimento per l'esposizione ai campi magnetici ed elettromagnetici è rappresentata dalla Legge Quadro 36/2001, che ha individuato tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinare e di aggiornare periodicamente i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità, in relazione agli impianti suscettibili di provocare inquinamento elettromagnetico. L'art. 3 della suddetta legge ha definito:

- limite di esposizione: il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- valore di attenzione: il valore del campo magnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- obiettivo di qualità: come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo magnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

In attuazione della Legge Quadro è stato emanato il D.P.C.M. 08.07.2003, che:

- ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico;
- ha stabilito il valore di attenzione di 10 microtesla (μT), a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a 4 ore giornaliere;
- ha fissato, quale obiettivo di qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 microtesla (μT).

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Non si deve dunque fare riferimento al valore massimo di corrente eventualmente sopportabile da parte della linea.

5.2. CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO E DETERMINAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO DEI COLLEGAMENTI IN CAVO 220 kV

Il presente paragrafo ha lo scopo di delineare l'andamento dell'induzione magnetica rispetto all'asse dei cavidotti 220 kV di collegamento tra l'Impianto di Utenza e l'Impianto di Rete (Stazione Elettrica RTN di Sambuca).

Non è invece rappresentato il campo elettrico prodotto dalla linea in cavo, poiché, trattandosi di un cavo schermato, il campo elettrico esterno è nullo.

In merito all’attraversamento di aree da parte del cavo interrato di collegamento tra l’Impianto di Utenza e l’Impianto di Rete sono state valutate le cosiddette fasce di rispetto, definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, all’interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia approvata con DM 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

La posizione dei conduttori considerata nel calcolo della fascia di rispetto è dettata dalle condizioni di posa del cavo e dal diametro corrispondente alla sezione selezionata (1600 mm²).

Per il calcolo è stato utilizzato un programma sviluppato in accordo alla norma CEI 211-4 ed i calcoli sono stati eseguiti in conformità a quanto disposto dal DM citato.

Si è quindi considerato un valore di corrente nei conduttori pari a 980 A, cioè pari alla portata massima del collegamento in cavo, alle condizioni di posa di progetto, a prescindere dalle condizioni di utilizzo (si ricorda infatti che la corrente calcolata circolante nella linea in oggetto, pari a circa 920 A, è inferiore alla portata massima).

Come si evince dalla Figura 4, a una distanza di circa 3,5 m dal cavidotto, il valore del campo di induzione scende sotto il limite di 3 µT. Arrotondando tale valore al metro superiore, come richiesto dal citato DM 29 Maggio 2008, si ottiene un valore della fascia di rispetto pari a 4 m per parte.

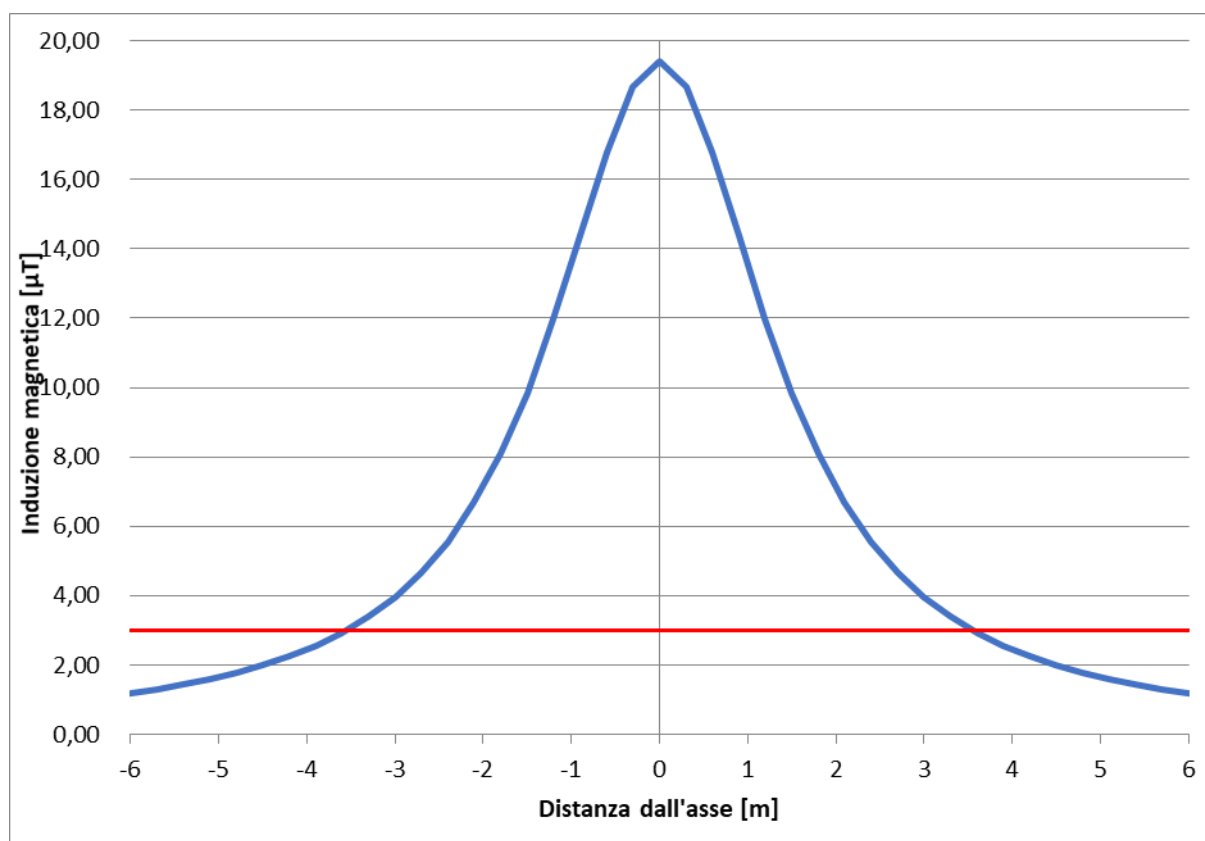


Figura 4 – Andamento campo magnetico cavidotto 220 kV

5.3. CAMPO ELETTROMAGNETICO NELLA STAZIONE UTENTE

All’interno della sottostazione, luogo inaccessibile alla popolazione, la legislazione di riferimento, è quella relativa alla protezione dei lavoratori all’interno dei luoghi di lavoro, in particolare il DLgs 159/2016, che ha recepito la Direttiva 35/2013/UE, con modifiche e integrazioni al DLgs 81/08.

Il decreto stabilisce: valori di azione (VA), applicabili all’ambiente, e valori limite di esposizione (VE), applicabili all’interno del corpo umano, dei campi elettrico e magnetico, da assumere come riferimento per la valutazione del rischio.

Nella pratica il decreto comporta che è sufficiente che all’interno dell’ambiente di lavoro non siano superati i valori di azione VA, per garantire il rispetto dei limiti di esposizione.

I valori di azione, 10-20 kV/m e 1000-6000 μ T, rispettivamente per il campo elettrico e magnetico, sono significativamente superiori ai limiti validi per la popolazione.

Per dimostrare il rispetto dei limiti di azione indicati del DLgs 159/2016 si può far riferimento alle guide della Commissione Europea ed alla norma CEI EN 50449 (Appendice F), in cui è chiaramente indicato che:

- tutti i circuiti aerei con conduttori nudi sono conformi ai limiti di azione dei campi magnetici senza ulteriore considerazione
- le linee aeree funzionanti fino ai 250 kV o sistemi di sbarre funzionanti fino a 200 kV, non producono campi elettrici al livello del suolo di ampiezze tali da superare il valore di azione

con il che si può escludere qualsiasi tipo di rischio correlato all’esposizione ai campi elettromagnetici all’interno dell’impianto di utenza.

Per quanto riguarda l’esposizione della popolazione, si evidenzia che nelle immediate adiacenze dell’impianto non sono presenti aree sensibili ai fini del DPCM 8/7/03.

Per altro, come riportato nella normativa vigente, DPCM 29/05/08, le sottostazioni elettriche in aria, caratterizzate da dimensioni rilevanti, tali da garantire le distanze di isolamento e di sicurezza richieste dalla normativa, vengono considerate luoghi in cui le fasce di rispetto dell’obiettivo di qualità rientrano normalmente all’interno dei confini di pertinenza e quindi non interessano di fatto zone accessibili alla popolazione. Studi condotti al riguardo da Enel sulla Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche confermano che, per le correnti tipiche di una stazione di rete, le DPA dal centro sbarre AT ed MT siano tali da rientrare nei confini della sottostazione.

Quanto sopra risulta ancor più vero nel caso in esame dell’impianto di utenza, caratterizzato dall’assenza di linee aeree entranti, in corrispondenza delle quali si avrebbero i valori più alti alla recinzione 5.

I valori in corrispondenza alla recinzione della Stazione Utente sono quindi al di sotto di tutti i limiti di legge applicabili.

6. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

- 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" e ss.mm.ii.;
- 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 D.Lgs. 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";
- Decreto Interministeriale 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee aeree esterne";
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991 n. 1260 "Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto Interministeriale del 05/08/1998 "Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, esecuzione ed esercizio delle linee elettriche aeree esterne";
- D.M. 03.12.1987 Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- CNR 10025/98 Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in calcestruzzo;
- D.Lgs. n. 192 del 19 agosto 2005 Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia.
- Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni». D. M. 17 gennaio 2018.

Norme CEI

- CEI 11-4, "Esecuzione delle linee elettriche esterne";

- CEI 11-60, "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne";
- CEI 211-4, "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- 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";
- CEI 103-6 “Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell’induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto”;
- CEI 304-1 “Interferenza elettromagnetica prodotta da linee elettriche su tubazioni metalliche Identificazione dei rischi e limiti di interferenza”;
- 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”;
- 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”;
- Unificazione TERNA, “Linee a 220 kV”.