REGIONE LIGURIA

REGIONE LIGURIA

PROVINCIA DI SAVONA

COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE

OGGETTO

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO COMPOSTO DA 7 AEROGENERATORI PER UNA POTENZA COMPLESSIVA PARI A 29,4 MW DENOMINATO "BRIC MUND" DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI CAIRO MONTENOTTE (SV) IN LOCALITÁ CAMPONUOVO E DELLE OPERE CONNESSE E INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI ALL'ESERCIZIO DELLE STESSE SITE NEI TERRITORI DI CARCARE (SV), ALTARE (SV) E MALLARE (SV)

PROGETTO DEFINITIVO

PROPONENTE

Statkraft

SKI W A3 S.R.L.
Società soggetta ad attività di direzione e coordinamento di Statkraft AS

Partita IVA 11412940964
C.F. 12655750961

Foro Buonaparte 60
20121 Milano

TITOLO

RELAZIONE STAZIONE DI TRASFORMAZIONE E CONNESSIONE

PROGETTISTA

Dott. Ing. Girolamo Gorgone

Collaboratori

Ing. Gioacchino Ruisi
Ing. Giuseppina Brucato
Ing. Francesco Lipari
Dott. Agr. e For. Michele Virzì
Dott. Haritiana Ratsimba
Dott. Andrea Licata
Dott. Federica Ferrante
Dott. Annalisa Scardamaglia
Barbara Gorgone

CODICE ELABORATO

SKC_R_01_A_C_A_1

SCALA

Girolamo Gorgone
15.12.2025 18:58:11 GMT+02:00

n°.Rev.	DESCRIZIONE REVISIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO

Rif. PROGETTO

N.

NOME FILE DI STAMPA

SCALA DI STAMPA DA FILE

COPYRIGHT STATKRAFT- TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI A NORMA DI LEGGE

Sommario

PREMESSA 3

1 INTRODUZIONE AL PROGETTO 3

1.1 Inquadramento territoriale 3

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 6

3 SOLUZIONE TECNICA MINIMA GENERALE (STMG) 9

4 UBICAZIONE E VIABILITÀ D'ACCESSO 10

5 STAZIONE UTENTE - CABINA DI RACCOLTA E SEZIONAMENTO 10

5.1 Descrizione generale 10

5.2 Descrizione dei quadri elettrici AT 12

5.3 Servizi ausiliari 13

5.4 Rete di terra 13

5.5 Opere civili 14

5.6 Principali apparecchiature in progetto 15

5.7 Collegamenti AT 16

5.8 Disposizioni particolari per la posa 21

5.9 Modalità di posa dei cavi 23

5.10 Servitù di cavidotto 24

5.11 Sistema di telecomunicazione 25

5.12 Verifica linee di connessione 25

6 CONNESSIONE DELL'IMPIANTO ALLA RTN 26

6.1 Impianto di consegna 27

PREMESSA

Il presente documento costituisce la **Relazione Cabina di raccolta e sezionamento e connessione**, relativa al Progetto definitivo per la realizzazione di un impianto eolico composto da 7 aerogeneratori da 4,2 MW ciascuno, per una potenza nominale complessiva di 29,4 MW. Ogni aerogeneratore, servito da un piazzale di sosta e manovra, è collegato agli altri mediante piste di accesso (in parte su tracciati viari già esistenti) necessarie tanto all'attività di realizzazione che di successiva manutenzione dell'impianto. Un cavidotto interrato in alta tensione collegherà le turbine alla futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano - Vado Ligure".

L'area interessata dal parco eolico ricade nella provincia di Savona in Liguria e più specificatamente nel territorio comunale di Cairo Montenotte (SV), il cavidotto di connessione ricade interamente nei territori di Cairo Montenotte (SV), Carcare (SV), Altare (SV) e Mallare (SV). La futura stazione di connessione alla RTN si localizza nel territorio di Mallare (SV) in località Peirano.

L'azienda proponente l'iniziativa fa parte del gruppo **Statkraft**, società internazionale leader nel settore idroelettrico e il più grande produttore di energia rinnovabile in Europa. Il Gruppo produce energia idroelettrica, eolica, solare, da gas e fornisce teleriscaldamento. Statkraft è un'azienda globale nella gestione dei mercati elettrici e conta oltre 6000 dipendenti in più di 20 paesi tra cui l'Italia.

1 INTRODUZIONE AL PROGETTO

1.1 Inquadramento territoriale

Il parco eolico in progetto e le infrastrutture indispensabili all'esercizio dello stesso ricadono nel territorio comunale di Cairo Montenotte (SV), ricadente nella provincia di Savona. Il cavidotto di connessione interessa i comuni di Cairo Montenotte (SV), Carcare (SV), Altare (SV) e Mallare (SV) mentre la futura Stazione di connessione alla RTN, ricade nel territorio comunale di Mallare (SV).

Con riferimento alla cartografia della serie IGM 25V in scala 1:25000 il parco eolico (inteso come l'insieme degli aerogeneratori e delle piste che li collegano) e le relative opere indispensabili all'esercizio dello stesso ricadono nei Fogli 81 II-SO Cairo Montenotte, 81 II-SE Altare, 92 I-NO Mallare e 92 I-NE Vado Ligure.

In relazione alla Carta Tecnica Regionale della Liguria in scala 1:10000 il parco eolico (inteso come l'insieme degli aerogeneratori e delle piste che li collegano) e le opere di trasformazione e connessione ricadono nei Fogli 211160 Rocchetta Cairo, 212130 Giusvalla, 228040 Cairo Montenotte, 229010 Pra Sottano, 228080 Pallare.

Il sito del parco eolico è localizzato a circa 3,7 km a sud-est del centro abitato di Cairo Montenotte (SV) e a circa 4,5 km a nord-est di Carcare (SV). L'area risulta agevolmente raggiungibile da Genova percorrendo l'autostrada E25, proseguendo lungo la E80 fino a Savona e successivamente imboccando la E717. All'altezza del casello di Altare si accede alla NSA 338, per poi proseguire lungo la SP29 in direzione Cairo Montenotte (SV). Dal centro abitato, il sito è raggiungibile attraverso la strada comunale Camponuovo.

Il sito di impianto presenta una morfologia prevalentemente collinare-montuosa, con quote altimetriche comprese tra i 533 m s.l.m. in corrispondenza della postazione WTG05 e i 641 m s.l.m. in corrispondenza della postazione WTG01. Le aree individuate per l'installazione degli aerogeneratori risultano attualmente destinate prevalentemente a bosco a prevalenza di castagno, utilizzato a fini di arboricoltura da legno.

A livello geografico il sito si localizza alle coordinate (identificate da un punto mediano d'impianto):

Tabella 1. coordinate mediane d'impianto

WGS84	
N	44°23'27.51"N
E	8°19'26.48"E

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva che permette di identificare: modello, denominazione e posizione geografica degli aerogeneratori che compongono il Parco eolico di progetto.

Tabella 2 - Inquadramento geografico-catastale del parco eolico

INQUADRAMENTO TERRITORIALE		
	PARCO EOLICO	PUNTO DI CONNESSIONE
Località impianto	Camponuovo	Peirano
Comuni interessati	Cairo Montenotte (SV)	Mallare (SV)
Inquadramento CTR	211160 Rocchetta Cairo 212130 Giusvalla 228040 Cairo Montenotte 229010 Pra Sottano	228080 Pallare
Inquadramento IGM	81 II-SO Cairo Montenotte 81 II-SE Altare	92 I-NO Mallare

CARATTERISTICHE DELLE TURBINE	
Modello	Vestas V150 o similare/equivalente
Potenza nominale	4,5 MW Limitate 4,2 MW
Dimensioni	Altezza del mozzo dal piano di campagna: fino a 105 m
	Diametro del rotore fino a 150 m
	Altezza totale dell'aerogeneratore: fino a 180 m

NUMERO E LOCALIZZAZIONE DELLE TURBINE						
Codice turbina	Comune	Foglio	Particella	Coordinate WGS84 (Lat. - Long.)		Quota (m s.l.m.)
CM-01	Cairo Montenotte (SV)	38	81	44°24'5.18"N	8°19'36.40"E	641,80
CM-02	Cairo Montenotte (SV)	55	3	44°23'44.59"N	8°20'0.72"E	632,49
CM-03	Cairo Montenotte (SV)	54	24	44°23'28.07"N	8°19'24.66"E	547,49
CM-04	Cairo Montenotte (SV)	53	113	44°23'31.36"N	8°18'53.21"E	608,18
CM-05	Cairo Montenotte (SV)	54	35	44°23'4.49"N	8°19'19.88"E	508,52
CM-06	Cairo Montenotte (SV)	72	152	44°22'49.81"N	8°19'17.16"E	533,02
CM-07	Cairo Montenotte (SV)	72	152	44°22'34.43"N	8°19'12.39"E	560,15

Nella successiva fase di progettazione esecutiva le specifiche tecniche delle turbine eoliche potranno variare sulla base di valutazioni tecniche, ottimizzazioni progettuali, disponibilità di mercato ed evoluzione dell'offerta commerciale al momento dell'approvvigionamento. Tali possibili variazioni, tuttavia, non inficeranno le caratteristiche progettuali di base (*e.g.* caratteristiche dimensionali) e le relative valutazioni ambientali presentate in questa fase.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- D.Lgs. 387/2003;
- D.Lgs. 28/2011;
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- 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";
- DPR 8 giugno 2001 n°327 "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di Pubblica Utilità" e smi;
- 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 ";
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 convertito, con modificazioni, dalla L. 6 agosto 2008, n. 133;
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n. 152 "Norme in materia ambientale";
- Decreto Legislativo 09 Aprile 2008 n° 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n° 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";

- 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
- Norma CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- Norma CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 99-2 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI EN 50341-3/EC Linee elettriche aeree a tensione alternata maggiore di 45 kV;
- Norma CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- Norma CEI 99-3: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi per energia isolati con mescola elastomerica con e senza particolari caratteristiche di reazione al fuoco rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) - Tensioni nominali da U0/U 0,6/1 a U0/U 18/30 kV in c.a.
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida - Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;

- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI 33-27 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
- Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
- Norma CEI EN 61869-2 Prescrizioni per trasformatori di corrente;
- Norma C CEI EN 61869-3 Trasformatori di tensione induttivi;
- Norma CEI EN 61869-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
- Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
- Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
- Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
- Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido metallico senza spinterometri per reti a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori - Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
- Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
- Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)
- Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
- Norma CEI EN 60383-1/A11 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
- Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V - Parte 2 Catene di isolatori e equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
- Norme CEI EN 61284 Linee aeree - Prescrizioni e prove per la morsetteria;
- Norma CEI EN 61000-6-2: Immunità per gli ambienti industriali;

- Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;
- Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV;
- Codice di Rete TERNA, in particolare l'allegato A.3 Requisiti Stazione e linee AT;
- Guida Terna. INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
- Codice di Rete Terna A.4 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 110 kV;
- Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
- Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV.
- CEI EN 62271-203 "Apparecchiature di manovra con involucro metallico con isolamento in gas per tensioni nominali superiori a 52 kV";

3 SOLUZIONE TECNICA MINIMA GENERALE (STMG)

A seguito di richiesta di connessione effettuata dal soggetto proponente, per la società Statkraft S.p.A., è stata individuata da Terna S.p.A. la soluzione tecnica minima generale emessa in data 29/07/2024 e avente come codice pratica: **202403316**

La STMG prevede che l'impianto eolico in oggetto venga collegato *"in antenna a 36 kV con la futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano - Vado Ligure".*

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, Vi comunichiamo che il/i nuovo/i elettrodotto/i a 36 kV per il collegamento in antenna del Vs. impianto sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce/costituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo/gli stallo/i di arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce/costituiscono impianto di rete per la connessione".

4 UBICAZIONE E VIABILITÀ D'ACCESSO

La cabina di raccolta e sezionamento utente verrà collocata ad una distanza in linea d'aria di circa 5,5 Km dall'aerogeneratore più vicino e ad una distanza in linea d'aria di circa 1,1 Km dal centro abitato più vicino, in direzione Est, trovandosi in area industriale, in prossimità di edifici industriali. Di seguito le particelle interessate:

Comune	Foglio	Particella/e	Quota area interessata
Altare (SV)	7	35 - 138	625,36 m^2

La futura SE "TERNA" si troverà in territorio di Mallare (SV), a circa 600 metri dalla SSE utente da realizzarsi, in direzione Sud.

Entrambe le Stazioni hanno accesso dalla strada "**SP 5**" e sia per ragioni di sicurezza e sia per evitare l'accesso ai non addetti ai lavori, saranno recintate e segnalate secondo le modalità simili, previste dalla normativa nazionale.

5 STAZIONE UTENTE - CABINA DI RACCOLTA E SEZIONAMENTO

5.1 Descrizione generale

La Cabina di raccolta e sezionamento, di seguito chiamata anche SSEU, permette di effettuare il sezionamento, la misurazione, il controllo e le protezioni prima della connessione alla rete presso la vicina futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Magliano - Vado Ligure".

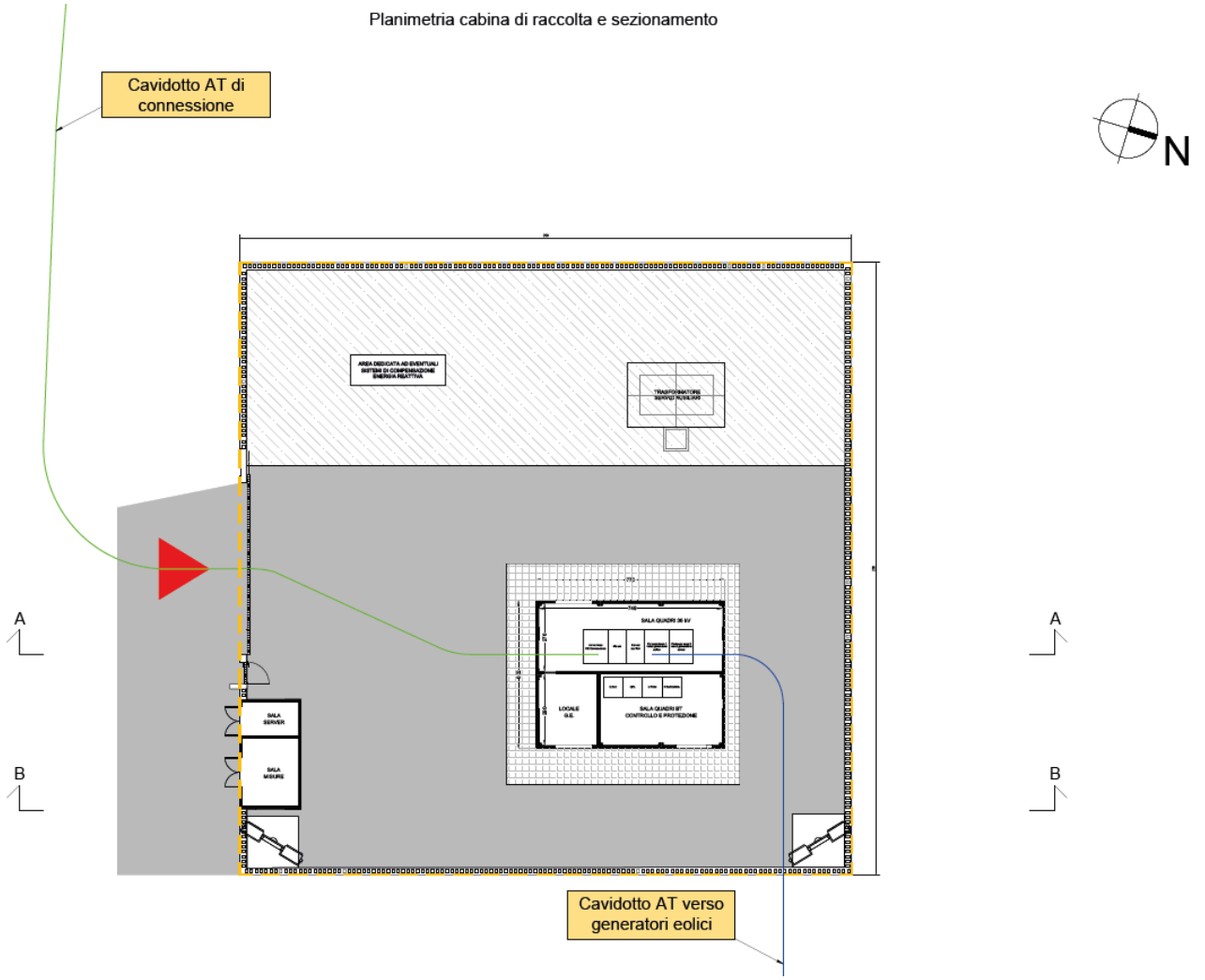


Figura 1 - Stralcio della planimetria della Cabina di raccolta e sezionamento utente

Presso la Cabina di raccolta e sezionamento (che è anche il nome che è stato assegnato anche all'edificio principale) verranno realizzati due edifici. Il principale con locali tecnici, con struttura composta da pannelli standard prefabbricati, avente funzione di sala quadri 36 kV, sala quadri BT controllo e protezione (con quadri servizi ausiliari, misuratori fiscali, sistema di monitoraggio e controllo) e locale G.E.. Il secondo edificio con struttura del tipo box standard avente un ingombro complessivo in pianta di 2,50 x 4,48 x 3,00 m avente funzione di locale misure e sala server. Gli edifici saranno completi di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione, prese, ecc.).

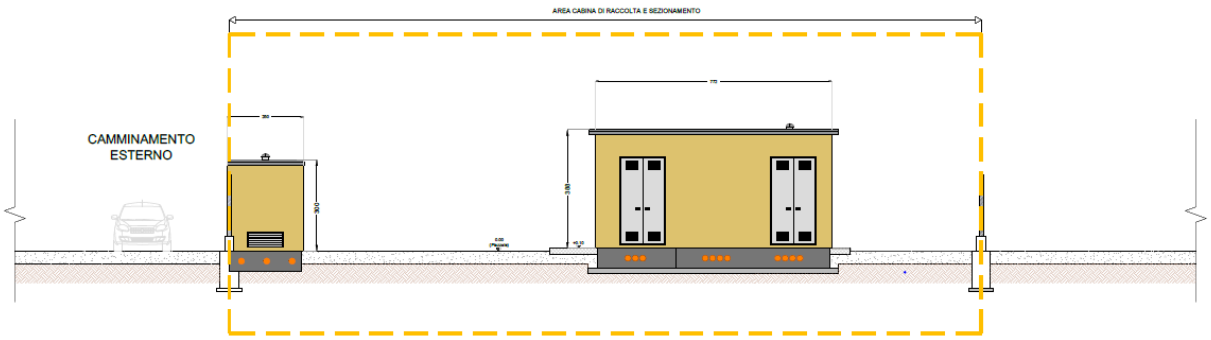


Figura 2 - Vista dei prospetti con evidenza dei due edifici - misure in cm

Completa la cabina lo scomparto per il Trasformatore MT/BT servizi ausiliari da 100 kVA 30/0,4 kV e tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione, prese, allarme antintrusione e rivelazione incendio).

5.2 Descrizione dei quadri elettrici AT

Presso la SSEU verrà realizzato un nuovo impianto elettrico per il sezionamento, gestione, controllo e misura nonché per le protezioni AT di utente. Di seguito una rappresentazione grafica tipo per la tipologia di quadro di distribuzione scelta:



Figura 3 - Esempio di quadro elettrico gas-isolato SF6 operante a 36 kV (max 40,5 kV)

5.3 Servizi ausiliari

I servizi ausiliari necessari presso la SSEU saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT 30/0,4 kV, in derivazione dai quadri generali AT.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione di un generatore elettrico con motore termico ausiliario (gruppo elettrogeno).

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione BT;
- Ausiliari sezione AT;
- Illuminazione aree esterne;
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SSE;
- Motori e pompe;
- Raddrizzatore BT;
- Sistema di monitoraggio;
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

5.4 Rete di terra

L'impianto di terra, realizzato nel rispetto delle prescrizioni della norma CEI EN 50522 e della guida della CEI 99-5, sarà costituito da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 120 mm^2 interrati ad una profondità di almeno 0,7 m.

Per le connessioni ai componenti dell'impianto ed armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari ad almeno 70 mm^2.

L'impianto di terra consisterà in un dispersore di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm^2, interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SSE, e da una maglia interna di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SSE, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SSE, nonché dovrà essere collegato anche con l'impianto di terra dell'impianto eolico, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili. In tal modo l'impianto di terra costituirà un sistema di terra unico, con i benefici che ne derivano in termini di capacità di dispersione e incremento del livello di sicurezza.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 120 mm^2.

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione di contatto saranno comunque oggetto di verifica strumentale.

Al fine di migliorare la sicurezza contro le tensioni di contatto in caso di guasto a terra, in corrispondenza delle apparecchiature AT (ove si potrebbe avere la maggiore probabilità di presenza di personale) verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

L'impianto di terra proteggerà sia il lato AT in arrivo e in partenza della SSE.

5.5 Opere civili

Di seguito le principali opere civili previste in progetto edile:

- Scavo di sbancamento per una profondità di 30 cm da piano di calpestio finale;
- Eventuali opere strutturali necessarie alle *site preparation* (palificate e/o gabbionate);
- Approfondimento degli scavi ove è prevista la posa di fondazioni, vasche, rete di terra ecc;
- Realizzazione della rete di terra;
- Realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;

- Realizzazione fondazioni in c.a.;
- Realizzazione e/o posa delle fondazioni e strutture per cabine e illuminazione
- Posa della rete di canalette per cavi AT e BT;
- Realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,30 cm;
- Finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 cm);
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con sistema cut-off, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- Realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti in calcestruzzo, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,50 m;
- Realizzazione di un ingresso pedonale (larghezza 0,9 m) e di un carrabile (larghezza 6,00 m), lungo il muro perimetrale;
- Realizzazione rampa di accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SSE;
- Installazione delle cabine e di quant'altro necessario al corretto funzionamento di tutte le parti.

5.6 Principali apparecchiature in progetto

Nel seguito del paragrafo si elencano le caratteristiche delle principali apparecchiature AT costituenti la sezione 36 kV della SSE Utente in progetto. Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alle Norme tecniche CEI citate ed alle prescrizioni Terna (codice di Rete).

Si riportano i dati relativi ai vari componenti dell'impianto in SSE:

RETE AT

- Sistema — Trifase
- Frequenza — 50 Hz
- Tensione nominale (lato AT) — 36 kV
- Corrente massima di corto circuito trifase (lato AT-RTN)[1] — 31.5 kA
- Corrente massima di corto circuito monofase (lato AT-RTN)[1] — 40 kA

[1] *Nota 1: dati stimati, da reperire a valle di tavolo tecnico con il gestore di rete*

TRASFORMATORE SA

- Potenza nominale 100 Kva
- Rapporto nominale 36 ± 2x2.5% / 0.4 Kv
- Tensione di corto circuito 4%
- Collegamento Dyn11
- Isolamento Olio minerale
- Raffreddamento ONAN

5.7 Collegamenti AT

La progettazione ha evidenziato l'esigenza di un elettrodotto in cavo che collega la SSE Utente al Parco Eolico con due dorsali indipendenti (collegamento di tre o quattro aerogeneratori in serie) della lunghezza complessiva rispettivamente di 14,46 km e 12,85 km, costituiti da una o due terne di cavi in alluminio, di sezione da 300 o 500 mm² per singola dorsale.

Il cavidotto finale per il tratto in collegamento del parco eolico alla SSE utente sarà pertanto composto da tre terne di cavi unipolari disposti a trifoglio, nella configurazione 3x1x500 mm^2 per la dorsale 1 (LN 1) e 3x2x300 mm^2 per la dorsale 2 (LN 2).

La progettazione del collegamento in cavo che collega la SSE Utente alla SE Terna ha evidenziato l'esigenza di un'unica dorsale della lunghezza complessiva rispettivamente di 0,97 km, costituita da una terna di cavi in rame di sezione da 630 mm².

La progettazione è stata eseguita in accordo ai parametri elettrici specificati nel seguito, in particolare la scelta del cavo è stata eseguita in relazione alla tensione di impiego ed alle condizioni di carico previste ed in relazione alla tipologia di posa ipotizzata. La rete AT è stata prevista con esercizio a neutro isolato.

In tale configurazione, in caso di guasto a terra, la corrente di guasto in media tensione è dell'ordine di Ig = U 0,2 L

Ove: *U* è la tensione di esercizio in kV;

L è la lunghezza complessiva dei cavi in km.

Nel caso in esame, ai fini della stima della corrente di guasto a terra Ig, essendo i quattro aerogeneratori alimentati da quattro trasformatori distinti occorre distinguere le linee.

Il sistema più esteso è rappresentato dall'aerogeneratore CM-05 distante circa 14,46 km dalla SSE, arrotondato in eccesso a 15 km considerati i dislivelli e le deviazioni a cui sarà soggetto il percorso in fase di realizzazione.

Si ottiene pertanto per l'aerogeneratore CM-05 una Ig = 36x0,2x(15) = 108 A. (da confermare in fase di realizzazione la effettiva estensione dell'impianto AT).

Centrale Eolica connessa alla rete AT- Protezioni aerogeneratori

PROTEZIONE	CAMPI DI REGOLAZIONE		TARATURE DI RIFERIMENTO			COMANDO
	Range di regolazione	Ritardo	SOGLIA	Valori di taratura	Ritardo	
Minima tensione (27G)	0,3 ÷ 1,0 V_{nG} (1)	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	85 % V_{nG} (1)	2,0 ÷ 2,8 s (2)	Arresto aerogeneratore con apertura interruttore 52G
		0,0 ÷ 10,0 s	2ª soglia (opzionale)	30% (3) V_{nG} (1)	0,85 s	
		0,0 ÷ 200,0 s	3ª soglia (opzionale)	90% V_{nG} (1)	60 s	
Massima tensione (59G)	1,0 ÷ 1,5 V_{nG} (1)	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	115 % V_{nG} (1)	1,0 s	
		0,0 ÷ 10,0 s	2ª soglia se presente)	120 % V_{nG} (1)	0,1 s	
		0,0 ÷ 200,0 s	3ª soglia (opzionale)	110 % V_{nG} (1)	60 s	
Minima frequenza (81G<) (4)	45,0 ÷ 50.0 Hz	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	47,5 Hz	4,0 s	
			2ª soglia	46,5 Hz	0,1 s(6)	
Massima frequenza (81G>) (5)	50,0 ÷ 53.0 Hz	0,0 ÷ 10,0 s	1ª soglia	51,5 Hz	1,0 s	
			2ª soglia	52.5 Hz	0,1 s(6)	

Note:

(1) V_{nG} è la tensione nominale dell'aerogeneratore;

(2) Valori di ritardo: 2,0 s per impianti connessi nelle reti a 132-150 kV; 2,8 s nelle reti a 220 kV;

(3) E' ammessa una diversa coppia di valori tensione e tempo purché coincidente con un punto del tratto inclinato della caratteristica di UVRT, riportata ai morsetti dell'aerogeneratore

(4) Tensione operativa raccomandata: 0,2 V_{nG}

(5) Tensione operativa raccomandata: 0,8 V_{nG}

(6) Sono accettate anche tarature con tempi di intervento superiori.

Figura 4 - Protezioni degli aerogeneratori, fonte codice di rete Terna

Le protezioni di terra devono essere in grado di rilevare tale guasto ed intervenire nei tempi previsti in accordo con la curva tempi-tensione di contatto massima di cui alle norme CEI 99-2 e 99-3.

Si prevede una taratura delle protezioni per guasto a terra di 2A e tempi di intervento non superiori a 1 sec (da verificare in fase esecutiva con i coordinamenti richiesti dal DSO).

Gli impianti di terra degli aerogeneratori devono essere dimensionati, ai fini delle protezioni contro i contatti indiretti in alta tensione, prevedendo, per sicurezza, una corrente di guasto a terra di 50 A e tempo di eliminazione del guasto pari a 1 sec.

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche dei cavi di collegamento tra la SSE e gli aerogeneratori e tra due aerogeneratori, composte da cavi con sezioni da 300 e 500 mm² in alluminio:

Tipo di cavo ARE4H5E isolamento in XLPE 20,8/36 kV:

- 20,8/36 kV da 300 o 500 mm^2;
- Tensione nominale U_0 20,8 kV;
- Tensione nominale U 36 kV;
- Tensione di prova 2,5 U_0;
- Tensione massima U_m 42 kV;
- Temperatura massima di esercizio +90°C;
- Temperatura massima di corto circuito +250°C;
- Temperatura minima durante la posa (senza shock meccanico) -25°C;
- Minima curvatura durante la posa 14 D_{cavo};
- Portata per posa interrata a trifoglio di una terna di cavi da 300 mm^2: 419 A;
- Portata per posa interrata a trifoglio di una terna di cavi da 500 mm^2: 547 A.

Di seguito sono riportate le caratteristiche tecniche dei cavi di collegamento tra la SSE utente e la SE di connessione, composte da cavi con sezioni da 630 mm² in rame:

Tipo di cavo RG16H1R12 isolamento in HEPR 26/45 kV:

- 26/45 kV da 630 mm^2;
- Tensione nominale U_0 26 kV;
- Tensione nominale U 45 kV;
- Tensione massima U_m 52 kV;
- Temperatura massima di esercizio +90°C;
- Temperatura massima di corto circuito +250°C;
- Temperatura minima durante la posa (senza shock meccanico) 0°C;
- Minima curvatura durante la posa 14 D_{cavo};
- Portata per posa interrata a trifoglio di una terna di cavi da 630 mm^2: 835 A.

I cavi AT saranno interrati ad una profondità di 1,10 m ed installati in una trincea della profondità di circa 1,20 m (con profondità di scavo del cavidotto di 1,6 m nel caso di cavidotto su terreno agricolo) e posa su letto di sabbia vagliata di riutilizzo dagli scavi. Il cavidotto avrà sino a 3 terne in parallelo, con disposizione delle fasi a trifoglio, come rappresentato nella tavola "SKC_T_41_A_D_A_1_Particolari costruttivi - Sezioni tipo cavidotti 36 kV". Tali scelte progettuali potranno variare in fase esecutiva ove si procederà ad una progettazione più puntuale di tutto il percorso del cavidotto.

Nello stesso scavo, sarà posata la fibra ottica e la linea di terra in corda di rame nudo da 50 mm^2 o 70 mm^2.

Tutti i cavi verranno alloggiati in cavidotto e saranno protetti e segnalati superiormente da una rete in PVC e/o da un nastro segnaletico, e, ove necessario, anche da una lastra di protezione in cemento armato dello spessore non inferiore a 6 cm. La restante parte della trincea verrà ulteriormente riempita con materiale di risulta e di riporto.

Qualora si rendesse necessario l'attraversamento di ponti e viadotti il cavo sarà alloggiato in apposite canalette ancorate alle stesse strutture o come meglio si riterrà opportuno, sempre in osservanza delle prescrizioni e norme vigenti.

In corrispondenza dell'attraversamento di acquedotti, eventuali canali o altre linee elettriche o di telecomunicazione, l'installazione potrà essere realizzata con il sistema dello spingitubo o della perforazione teleguidata o come si riterrà più opportuno.

Il cavidotto sarà realizzato con scavo a sezione obbligata con mezzo meccanico utilizzando percorsi rettilinei o con cambiamenti di direzione di ampio raggio. Il fondo dello scavo sarà sistemato con sabbia fine dove sarà posato il cavo ed eventualmente protetto con coppone adatto a questo impiego. Il riempimento potrà riutilizzare il materiale di scavo. In ogni caso lo scavo riporterà in superficie le stesse condizioni esistenti prima dell'utilizzo: prato, terra compattata, strada sterrata o asfalto.

Per il collegamento, a seconda delle distanze da percorrere e dei lotti dei cavi disponibile in commercio in fase di realizzazione dell'impianto si stima che verranno utilizzate pezzature di cavo di lunghezza variabile da circa 400 m a circa 1000 m (in questa fase si stima 500 m). Tale scelta sarà effettuata in fase esecutiva in funzione delle esigenze di trasporto della bobina e delle forniture dei produttori. In ogni caso la scelta delle lunghezze dei cavi verrà stabilità in funzione di una pianificazione puntuale della posizione delle buche giunti in fase esecutiva e durante la realizzazione dei lavori. Si terrà conto di eventuali interferenze che si riscontreranno sia durante le attività di

cantiere sia successivamente. Il tracciato effettivo sarà reso disponibile dalla D.L. prima di effettuare i lavori. Per le operazioni di posa sarà rispettato quanto riportato nelle immagini sotto indicate:

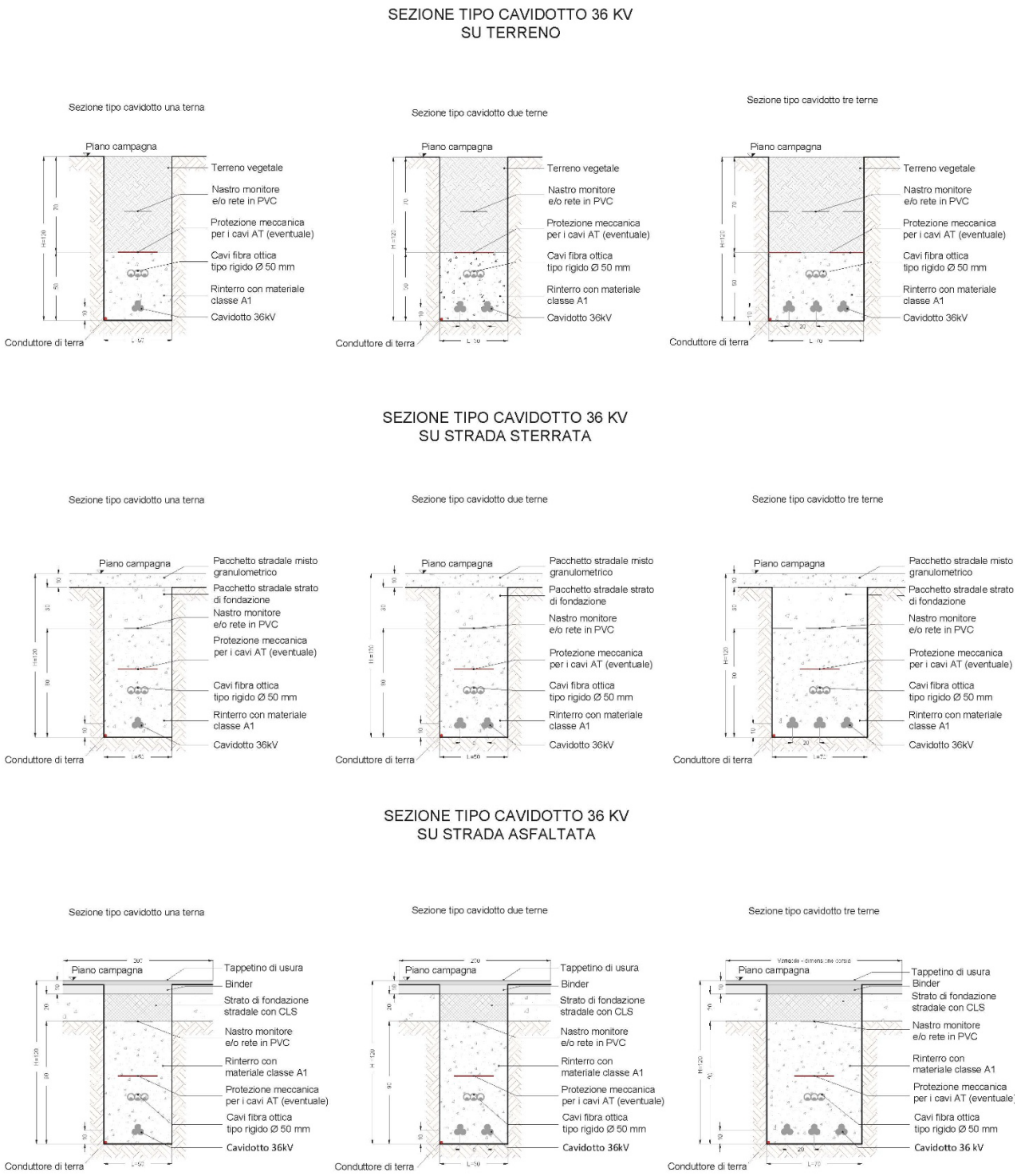


Figura 5 - Sezione tipo cavidotti 36 kV

5.8 Disposizioni particolari per la posa

Di seguito vengono indicate le prescrizioni da rispettare al verificarsi dei casi trattati.

Incrocio tra cavi di energia e cavi di telecomunicazioni

Il cavo di energia, di regola, deve essere posato inferiormente al cavo di telecomunicazione; la distanza tra due cavi non deve essere inferiore a 0,30 m. Deve essere realizzata sul cavo superiore, una protezione per una lunghezza non inferiore ad 1 m, simmetricamente rispetto all'altro cavo.

Tali dispositivi di protezione devono essere costituiti da involucri preferibilmente di acciaio zincato a caldo, sono ammessi involucri protettivi in PVC pesanti aventi caratteristiche meccaniche adeguate all'impiego.

Parallelismo tra cavi

Nei percorsi paralleli i cavi di energia e i cavi di telecomunicazione devono essere posati alla maggiore distanza possibile. Al limite minimo la distanza da rispettare deve essere non inferiore a 0,30 m misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale.

Incroci tra cavi di energia e tubazioni metalliche interrate

L'incrocio fra cavi di energia e le tubazioni metalliche adibite al trasporto e alla distribuzione di fluidi (acquedotti, gasdotti) non deve essere effettuato sulla proiezione verticale di giunti non saldati. La distanza non deve essere inferiore a 0,5m.

Parallelismo tra cavi di energia e tubazioni metalliche

Nei percorsi paralleli i cavi di energia e le tubazioni metalliche devono essere posati alla maggiore distanza possibile. Al limite minimo la distanza da rispettare deve essere non inferiore a 0,30m misurata sulla proiezione dei cavi su un piano orizzontale.

Serbatoi di liquidi e gas infiammabili

Le superfici esterne dei cavi di energia interrati non devono distare meno di 1 m dalla superficie esterna di serbatoi.

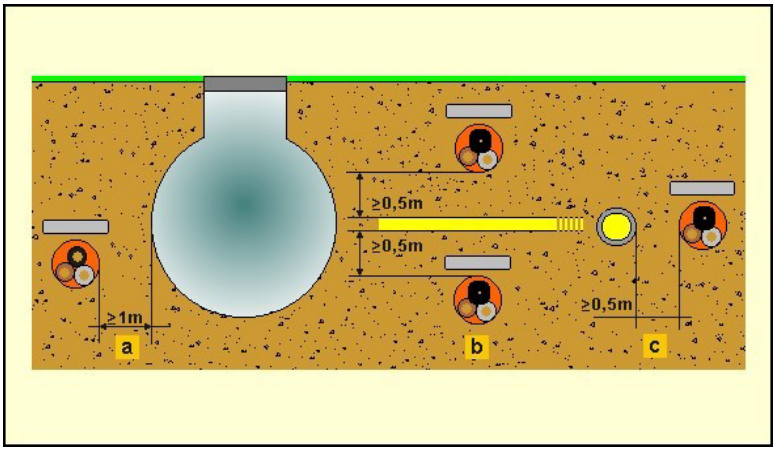


Figura 6 - Schema risoluzione interferenze

Incroci tra cavi di energia e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio > 5BAR

Nei casi di sovra e sottopasso tra canalizzazioni per cavi elettrici e tubazioni non drenante, la distanza in senso verticale fra le due superfici affacciate deve essere > = 1,50m.

In ogni caso deve essere evitato il contatto metallico tra le superfici affacciate.

Parallelismi tra cavi di energia e tubazioni di gas con densità non superiore a 0,8 non drenante con pressione massima di esercizio > 5BAR

La distanza minima tra le due superfici affacciate non deve essere inferiore alla profondità di interramento della condotta del gas, salvo l'impiego di diaframmi continui di separazione nei tipi sopra indicati.

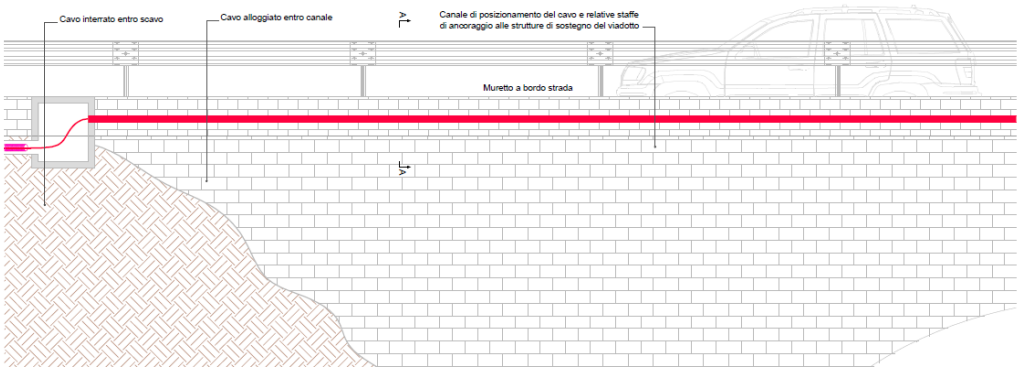


Figura 7 - Attraversamento corso d'acqua mediante staffaggio su ponte

5.9 Modalità di posa dei cavi

Tutti i cavi utilizzati per i collegamenti interni ed esterni all'impianto saranno di tipo schermato con conduttore in alluminio o rame. Essi, correranno interrati ed in via preferenziale lungo il tracciato delle piste di impianto e della rete stradale esterna. Le profondità di posa garantiscono la non interferenza dei cavidotti con l'attività agricola, qualora il tracciato dovesse attraversare zone di coltivazione.

I cavi di trasporto dell'energia elettrica prodotta verranno posati secondo la procedura qui descritta:

- Scavo di profondità e larghezza secondo quanto indicato negli elaborati di progetto eseguito con escavatore a benna cingolato o Trencher;
- Posa manuale o meccanizzata (con supporto di posacavi) dei cavi elettrici e del conduttore di terra (parte della rete di terra dell'impianto) sul fondo dello scavo;
- Rinterro parziale con sabbia lavata mediante pala meccanica compatta su ruote (tipo "minipala compatta");
- Posa manuale o meccanizzata, con supporto di posacavi, del tritubo per i cavi in fibra ottica;
- Ulteriore rinterro parziale con sabbia mediante pala meccanica compatta e posa manuale del nastro monitore;
- Eventuale posa di pozzetti prefabbricati mediante piccolo camion con gru;
- Rinterro e ripristino della pavimentazione esistente ove necessario fino alla quota preesistente mediante pala meccanica compatta; laddove ritenuto idoneo dalla Direzione lavori, il rinterro potrà avvenire con materiale proveniente dagli scavi previa opportuna selezione; il materiale che invece non potrà essere reinterrato e risulterà dunque in esubero verrà conferito in discarica.

Per garantire la stabilità del materiale compreso tra i cavi elettrici e il nastro monitore, il materiale di rinterro andrà rullato e compattato a strati di spessore non superiore a 25-30 cm prima della posa dello strato successivo fino alla posa del nastro monitore.

La posa dei cavi BT all'interno delle aree di stazione, per l'alimentazione di tutti i servizi ausiliari, inclusi i sistemi di illuminazione e sorveglianza, avrà posa in canaletta in c.l.s. armato prefabbricata e/o tubazione in PVC corrugato passa cavi con profondità dello scavo variabile.

La posa della rete di terra dell'impianto avviene contestualmente alla posa dei cavi. La rete di terra delle cabine in area stazione sarà realizzata tramite cavo di rame nudo posato sul fondo di trincee

della profondità di 70-80 cm circa scavate lungo il perimetro delle cabine e su tutta l'area a formare una griglia, con l'integrazione di dispersori (o picchetti). Anche questa attività di scavo richiederà l'uso di escavatore a benna.

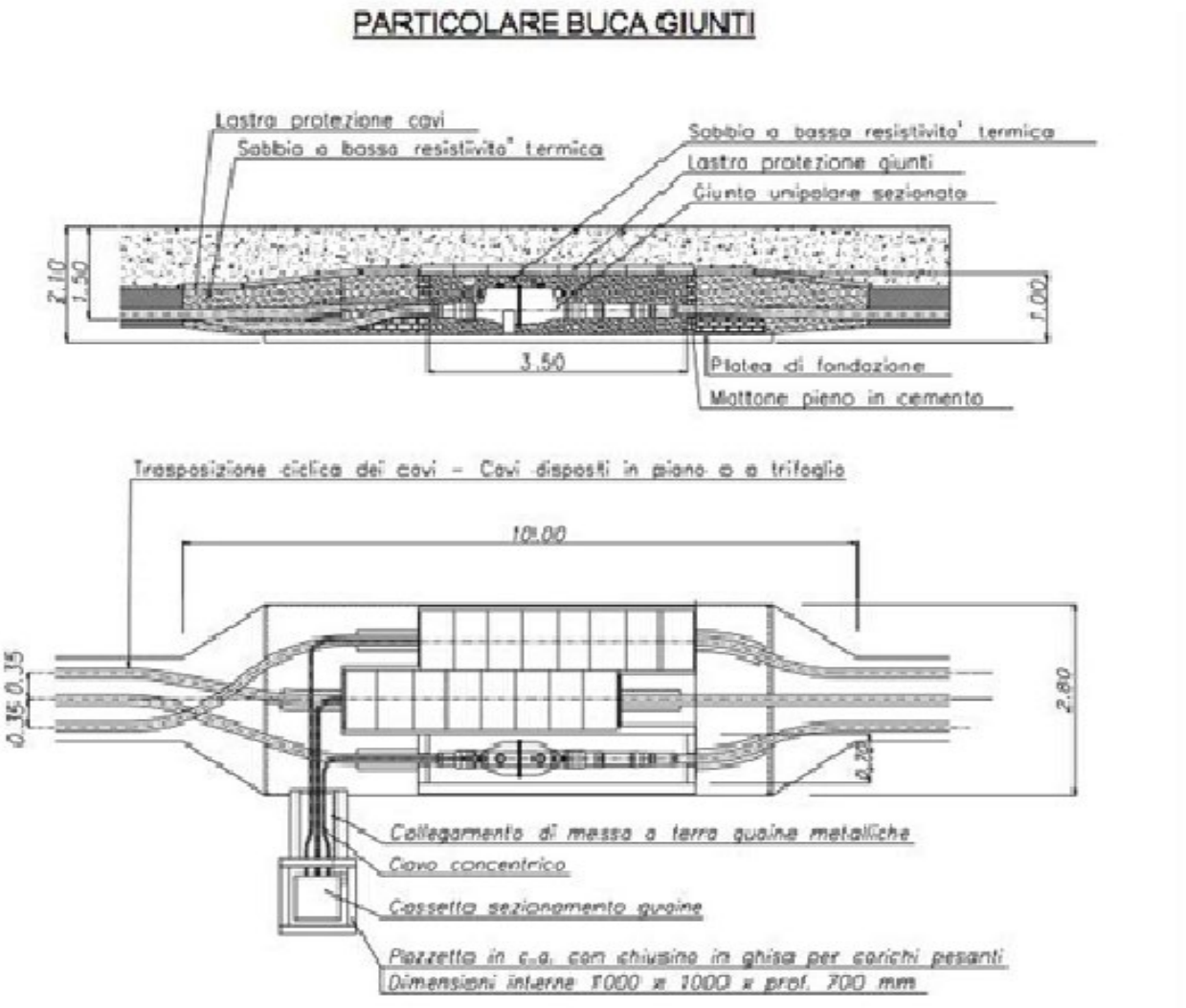


Figura 8 - Particolare buca giunti

5.10 Servitù di cavidotto

L'ampiezza convenzionale della fascia asservita o di asservimento per la tipologia in argomento è di 5,00 m complessivi (2,5 m a lato dall'asse del cavidotto) per i cavidotti AT.

5.11 Sistema di telecomunicazione

Per la trasmissione dati per il sistema di protezione, comando e controllo dell'impianto, sarà realizzato un sistema di telecomunicazione tra le stazioni terminali dei collegamenti.

All'interno del cavidotto verrà inoltre posato un cavo per la trasmissione dei dati al sistema.

La trasmissione dati sarà di tipo ottico, esterna al cavo. La scelta di realizzare una rete in fibra ottica permette di avere a disposizione un mezzo di comunicazione esente da disturbi, con isolamento galvanico ed avere una banda larga di comunicazione anche per lunghe distanze.

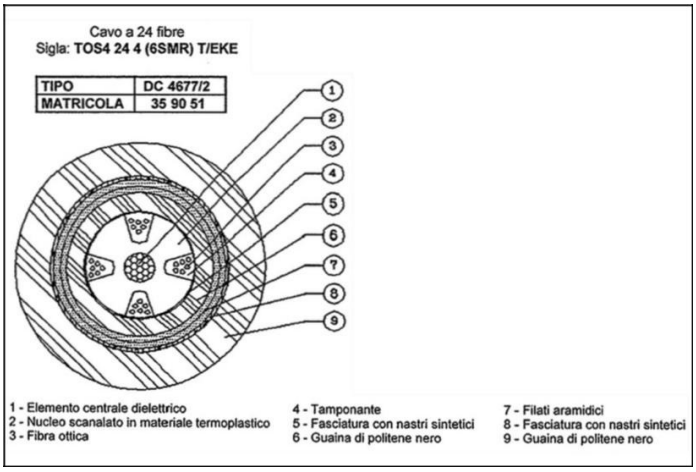


Figura 9 - Esempio di cavo in fibra ottica

5.12 Verifica linee di connessione

Il progetto prevede che i collegamenti elettrici, tra i generatori eolici e la cabina di raccolta e sezionamento utente avvengano, su due dorsali, in cavidotto interrato con cavi a conduttore in alluminio, alla tensione di 36 kV e tra quest'ultima alla stazione di consegna dell'energia, in cavidotto interrato con cavo a conduttore in rame, alla tensione di 36 kV.

Il cavo utilizzato per la sezione AT a 36 kV a monte della SSEU, scelto è stato previsto per i trasporti di energia da 4,2 MW a 16,8 MW con cavi del tipo ARE4H5E 20,8/36 kV con conduttore in alluminio avente sezione 300 o 500 mm^2.

Il cavo utilizzato per la sezione AT a 36 kV a valle della SSEU, scelto è stato previsto per i trasporti di energia di 29,4 MW con cavo del tipo RG16H1R12 26/45 kV con conduttore in rame avente sezione 630 mm^2.

Si rimanda alla relazione "*SKC_R_04_A_C_A_1_Relazione cavidotto e schema a blocchi*" per una trattazione più dettagliata in merito alle linee di connessione in progetto.

6 CONNESSIONE DELL'IMPIANTO ALLA RTN

La connessione alla RTN di tale impianto è prevista con uno schema in antenna a 36 kV con la futura Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione a 380/132/36 kV, di cui si prevede la realizzazione nel Comune di Mallare (SV).

Per la realizzazione di tali opere verrà utilizzata un'area di impianto utente per la connessione, a circa 600 metri a Nord della SE Terna sopracitata. L'area utente sarà corrispondente alla cabina di raccolta e sezionamento. Il cavidotto in partenza dalla cabina predetta avrà termine in sala quadri 36 KV in SE Terna con accesso da pozzetto 36 kV di arrivo cavi produttore, anch'esso presso area assegnata da Terna S.p.A.

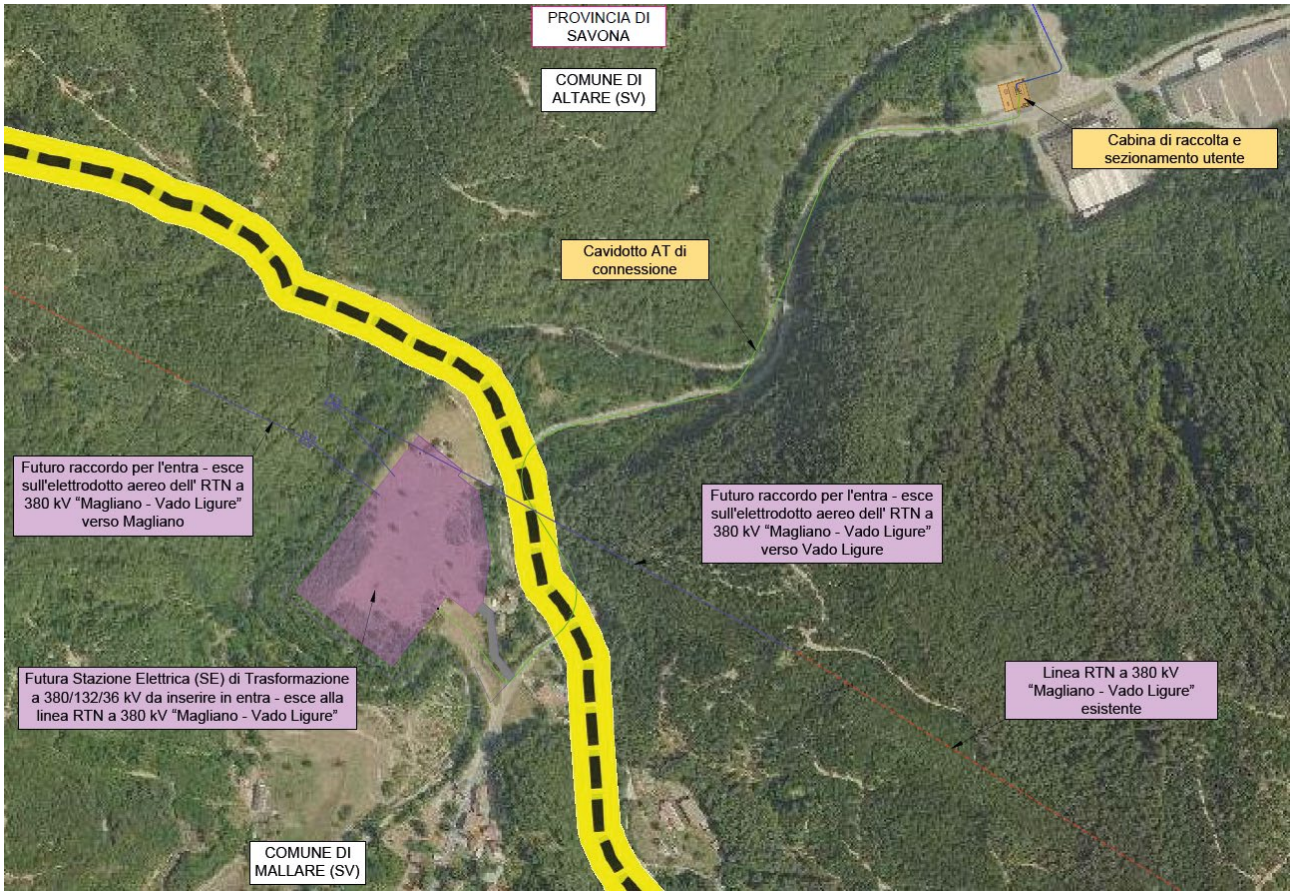


Figura 10 - Inquadramento dell'area dell'impianto di rete ove è prevista la connessione

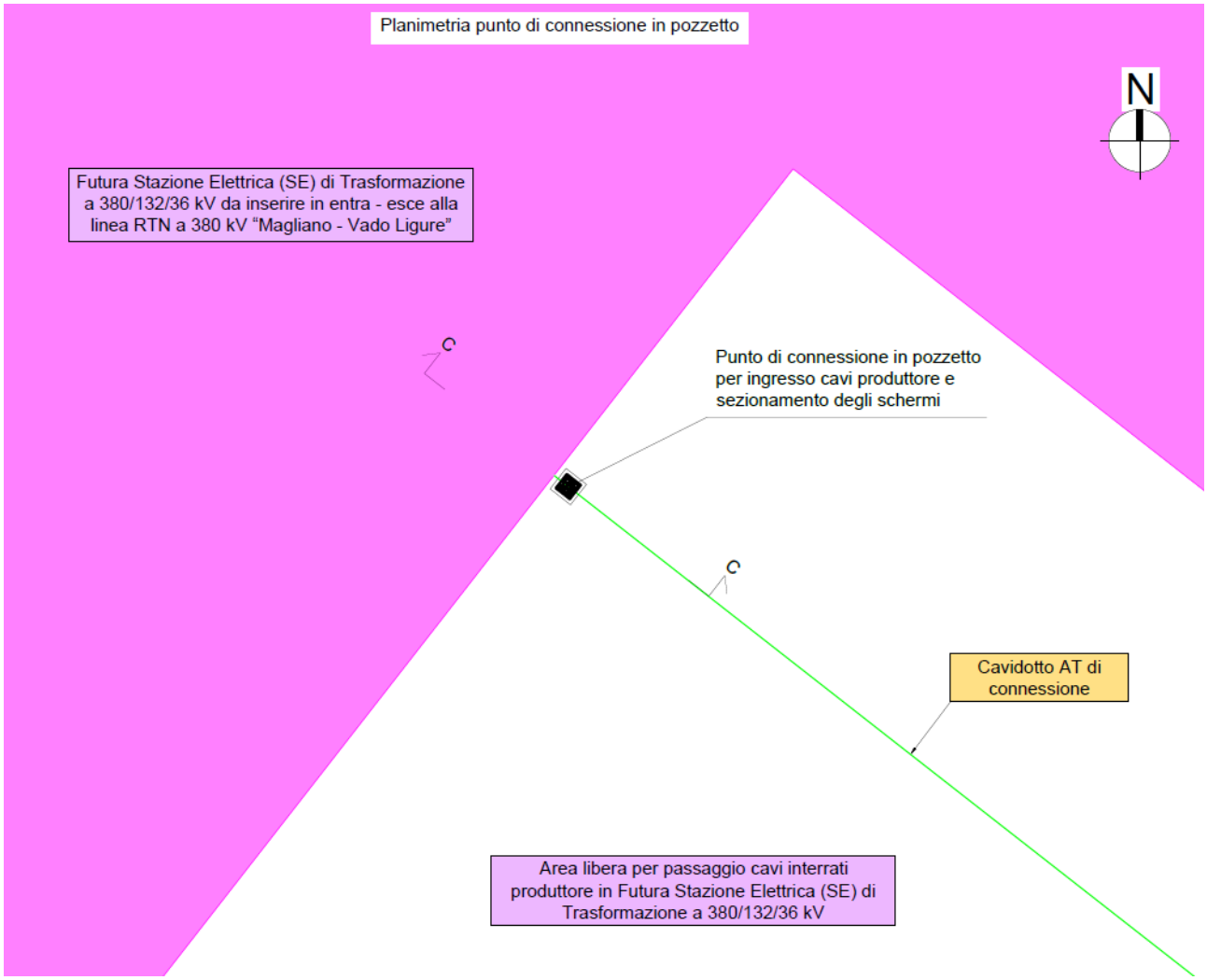


Figura 11 - Definizione planimetrica dell'area dell'impianto di rete ove è prevista la connessione

6.1 Impianto di consegna

Le caratteristiche tecnico-funzionali delle apparecchiature e dei componenti dell'impianto di consegna scelte in fase esecutiva, saranno conformi alle prescrizioni tecniche TERNA, confermate a seguito di tavolo tecnico con Terna S.p.A..

Palermo 03/10/2025 Ing. Girolamo Gorgone