

WPD Salentina s.r.l.

P. IVA 16496441003

Corso d'Italia 83, 00198 Roma

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO DELLA POTENZA DI CIRCA 52,8 MW IN AGRO DI GUAGNANO (LE) E SAN DONACI (BR), CON OPERE CONNESSE ALLA SE DI ERCHIE (BR)



Via Degli Arredatori, 8
70026 Modugno (BA) - Italy
www.bfpgroup.net - info@bfpgroup.net
tel. (+39) 0805046361

Azienda con Sistema di Gestione Certificato
UNI EN ISO 9001:2015
UNI EN ISO 14001:2015
UNI ISO 45001:2018

Tecnico

ing. Danilo POMPONIO

Collaborazioni

ing. Milena MIGLIONICO
ing. Giulia CARELLA
ing. Valentina SAMMARTINO
ing. Tommaso MANCINI
ing. Fabio MASTROSERIO
ing. Martino LAPENNA
ing. Margherita DEBERNARDIS
arch. Angela LA RICCIA
pianif. terr. Antonio SANTANDREA
ing. Nunzia ZECCHILLO
ing. Mariano MARSEGLIA
ing. Giuseppe Federico ZINGARELLI
ing. Dionisio STAFFIERI

Responsabile Commessa

ing. Danilo POMPONIO

ELABORATO		TITOLO	COMMESSA	TIPOLOGIA	
E03		RELAZIONE TECNICA DELLE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN	22015	D	
			CODICE ELABORATO		
			DC22015D-E03		
REVISIONE	00	Tutte le informazioni tecniche contenute nel presente documento sono di proprietà esclusiva della Studio Tecnico BFP S.r.l e non possono essere riprodotte, divulgate o comunque utilizzate senza la sua preventiva autorizzazione scritta. All technical information contained in this document is the exclusive property of Studio Tecnico BFP S.r.l. and may neither be used nor disclosed without its prior written consent. (art. 2575 c.c.)	SOSTITUISCE	SOSTITUITO DA	
			-	-	
			NOME FILE	PAGINE	
			DC22015D-E03.doc	6+ copertina	
REV	DATA	MODIFICA	Elaborato	Controllato	Approvato
00	29/04/22	Emissione	Lapenna	Mancini	Pomponio
01					
02					
03					
04					
05					
06					

INDICE

1. OGGETTO DEL DOCUMENTO.....	2
2. IDENTIFICAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI CONNESSIONE.....	2
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO	2
3.1 Caratteristiche generali del campo eolico.....	2
3.2 Caratteristiche dell'aerogeneratore	3
3.3 Principali scelte progettuali relative all'impianto elettrico.....	4
3.4 Scelta del tipo di cavi AT	4
4. CABINA UTENTE.....	6
4.1 Generalità	6
4.2 Descrizione Generale	6
4.3 Rete di terra.....	6
4.4 RTU della cabina utente e dell'impianto AT di consegna.....	6
4.5 SCADA	7
4.6 Apparecchiature di cabina.....	7
4.6.1 Protezione di interfaccia	7
5. CRITERI DI COSTRUZIONE	8
5.1 Esecuzione degli scavi.....	8
5.2 Esecuzione di pozzetti e camerette.....	8
5.3 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni AT	8
5.4 Messa a terra dei rivestimenti metallici	9
6. IMPIANTO DI CONSEGNA	9
1.1. Generalità	9



1. OGGETTO DEL DOCUMENTO

Oggetto della presente relazione è la progettazione elettrica definitiva delle opere di connessione alla RTN a 36 kV (Terna) relative ad un nuovo impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da realizzarsi nel comune di Guagnano (LE) e San Donaci (BR), in cui insistono gli aerogeneratori, e le relative opere di connessione che attraversano anche i territori di San Pancrazio Salentino (BR), Salice Salentino (LE), Avetrana (TA) e Erchie (BR), per il collegamento alla Stazione Elettrica Terna di Erchie, mediante rete elettrica interrata a 36 kV.

Il progetto del nuovo impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica avrà una potenza di 52,8 MW.

2. IDENTIFICAZIONE DELLA TIPOLOGIA DI CONNESSIONE

La soluzione di connessione (comunicata da TERNA tramite STMG con codice pratica 202100054), **prevede che l'impianto venga collegato in antenna a 36 kV con il futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV di "Erchie"**

La connessione in antenna avverrà mediante tre terne di cavi interrati AT provenienti dal parco eolico che si attesteranno nei quadri presenti all'interno del nuovo ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV di "Erchie" prevista dalla STMG.

Le opere di utenza per la connessione alla RTN dell'impianto eolico oggetto della presente relazione sono le seguenti:

- n. 1 cabina utente 36kV da realizzare nel Comune di Erchie (BR) a servizio dell'impianto eolico oggetto del presente progetto al cui interno sarà realizzato un fabbricato dove saranno installate le celle di arrivo e di partenza delle linee del parco eolico. All'interno della stessa area sarà inoltre presente una reattanza shunt per permettere l'eventuale rifasamento delle correnti reattive.
- cavi AT interrati di collegamento tra l'impianto eolico e la cabina utente e tra quest'ultima e il punto di connessione.

Le opere di rete invece sono costituite da:

- ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di Trasformazione della RTN a 380/150 kV di "Erchie".

3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO

3.1 Caratteristiche generali del campo eolico

L'impianto eolico per la produzione di energia elettrica avrà le seguenti caratteristiche generali:

- n° 8 aerogeneratori della potenza massima di circa 6,6 MW ciascuno ed avente generatore di tipo asincrono, con diametro del rotore pari a 170 m, altezza mozzo pari a 165 m, per un'altezza massima al tip (punta della pala) pari a 250 m, comprensivi al loro interno di cabine elettriche di trasformazione AT/BT;
- rete elettrica interrata a 36 kV per l'interconnessione tra gli aerogeneratori e la cabina utente e tra quest'ultima e l'ampliamento della stazione Terna;
- una cabina utente ubicata nei pressi del punto di connessione che raccoglie le linee AT di interconnessione del parco eolico, consentendo poi la trasmissione dell'intera potenza del parco eolico al punto di consegna mediante un raccordo in cavo interrato (36 kV);
- rete telematica di monitoraggio in fibra ottica per il controllo dell'impianto eolico mediante trasmissione dati via modem o satellitare.

3.2 Caratteristiche dell'aerogeneratore

In particolare, trattasi di aerogeneratori trifase con potenza massima di 6600 kW e tensione nominale di 690 V.

Le pale della macchina sono fissate su un mozzo e nell'insieme costituiscono il rotore che ha diametro massimo di 170 m: il mozzo a sua volta viene collegato ad un sistema di alberi e moltiplicatori di giri per permettere la connessione al generatore elettrico, da cui si dipartono i cavi elettrici di potenza, in bassa tensione verso il trasformatore AT/BT.

Tutti i componenti su menzionati, ad eccezione del rotore, sono ubicati in una cabina, detta navicella, la quale a sua volta, è posta su un supporto cuscinetto in modo da essere facilmente orientabile secondo la direzione del vento. L'intera navicella (realizzata in materiale plastico rinforzato con fibra di vetro) viene posta su di una torre tronco-conica tubolare.

Oltre ai componenti prima detti, vi è un sistema di controllo che esegue diverse funzioni:

- ✓ il controllo della potenza, che viene eseguito ruotando le pale intorno al proprio asse principale in maniera da aumentare o ridurre la superficie esposta al vento, in base al profilo delle pale;
- ✓ il controllo della navicella, detto controllo dell'imbardata, che serve ad inseguire la direzione del vento, ma che può essere anche utilizzato per il controllo della potenza;
- ✓ l'avviamento della macchina allorché è presente un vento di velocità sufficiente, e la fermata della macchina, quando vi è un vento di velocità superiore a quella massima per la quale la macchina è stata progettata.

L'intera navicella viene posta su di una torre avente forma conica tubolare. La velocità del vento di avviamento è la minima velocità del vento che dà la potenza corrispondente al massimo rendimento aerodinamico del rotore. Quando la velocità del vento supera il valore corrispondente alla velocità di avviamento la potenza cresce al crescere della velocità del vento.

La potenza cresce fino alla velocità nominale e poi si mantiene costante fino alla velocità di *Cut-out wind speed* (fuori servizio).

Per ragioni di sicurezza a partire dalla velocità nominale la turbina si regola automaticamente e l'aerogeneratore fornirà la potenza nominale servendosi dei suoi meccanismi di controllo.

L'aerogeneratore si avvicinerà al valore della potenza nominale a seconda delle caratteristiche costruttive della turbina montata: passo fisso, passo variabile, velocità variabile, etc.

3.3 Principali scelte progettuali relative all'impianto elettrico

Partendo dalle condizioni al contorno individuate nel paragrafo precedente, si sono studiate le caratteristiche dell'impianto elettrico con l'obiettivo di rendere funzionale e flessibile l'intero parco eolico.

- ✓ Gli aerogeneratori sono stati collegati con soluzione "entra-esce" raggruppandoli anche in funzione del percorso delle linee in cavo da installare, evitando sprechi di materiale, contenendo le perdite ed ottimizzando la scelta delle sezioni dei cavi stessi. Si sono così individuati tre sottocampi di cui uno da due turbine e due da tre turbine.
- ✓ I percorsi delle linee, illustrati nei disegni, potranno essere meglio definiti in fase di progettazione di dettaglio e costruttiva. All'atto dell'esecuzione dei lavori, i percorsi delle linee elettriche saranno accuratamente verificati e definiti in modo da:
 - evitare interferenze con strutture, travi, parti di altri impianti ed effetti di qualunque genere;
 - evitare curve inutili e percorsi tortuosi;
 - assicurare una facile posa o infilaggio delle condutture;
 - effettuare una posa ordinata e ripristinare la condizione ante-operam.

3.4 Scelta del tipo di cavi AT

I collegamenti elettrici con la stazione di trasformazione di Terna 150/36 kV saranno tutti realizzati direttamente interrati mediante terna di conduttori a corda rigida compatta in alluminio, disposti a trifoglio. Il conduttore sarà a corda rotonda compatta di alluminio, isolamento in XLPE, adatto ad una temperatura di esercizio massima continuativa del conduttore pari a 90 °C, schermo a fili di rame con sovrapposizione di una guaina in alluminio saldato e guaina esterna in PE grafitato, qualità ST7, con livello di isolamento verso terra e tra le fasi pari a $U_0/U=26/45$ kV. Lo schermo metallico è dimensionato per sopportare la corrente di corto circuito per la durata specificata. Il rivestimento esterno del cavo ha la funzione di proteggere la guaina metallica dalla corrosione. Lo strato di grafite è necessario per effettuare le prove elettriche dopo la posa, in accordo a quanto previsto dalla norma IEC 62067.

I cavi posati in trincea saranno con disposizione a "trifoglio", ad una profondità 1,5 m (quota piano di posa) su di un letto di sabbia dello spessore di 10 cm circa. I cavi saranno ricoperti sempre di sabbia per uno strato di 70 cm, sopra il quale sarà posata una lastra in cemento armato avente funzione di protezione meccanica dei cavi (salvo diversa prescrizione dell'Ente Proprietario della strada).

L'impiego di pozzetti o camerette deve essere limitato ai casi di reale necessità, ad esempio per facilitare la posa dei cavi lungo un percorso tortuoso o per la ispezionabilità dei giunti.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata fatta considerando le correnti di impiego e le portate dei cavi per la tipologia di posa considerando anche che devono essere minimizzate le perdite.

Sono state utilizzate preliminarmente sezioni da 150, 240 e 800 mm² con tensione nominale 26/45 kV. Per il cavidotto di vettoriamento, che collega l'impianto eolico con la cabina utente, la linea è stata suddivisa in n. 3 terne che saranno posate nello stesso scavo per il tracciato condiviso. Mentre per il collegamento tra la cabina utente e il punto di connessione saranno utilizzate due terne posate nello stesso scavo.

Al fine di evitare danneggiamenti nel caso di scavo da parte di terzi, lungo il percorso dei cavi dovrà essere posato sotto la pavimentazione, un nastro di segnalazione in polietilene.

Nell'attraversamento di aree private fino all'imbocco delle strade pubbliche dovrà essere segnalata la presenza dell'elettrodotta interrato posizionando opportuna segnaletica.

Su viabilità pubblica si dovranno apporre in superficie opportune paline segnaletiche con l'indicazione della tensione di esercizio e con i riferimenti della Società responsabile dell'esercizio della rete AT.

Successivamente alle operazioni di posa e comunque prima della messa in servizio, l'isolamento dei cavi a AT, dei giunti e dei terminali, sarà verificato attraverso opportune misurazioni secondo le norme CEI 11-17.

La curvatura dei cavi deve essere tale da non provocare danni agli stessi.

Le condizioni ambientali (temperatura, umidità) durante la posa dei cavi dovranno essere nel range fissato dal fabbricante dei cavi.

Nei tratti in cui si attraverseranno terreni rocciosi o in altre circostanze eccezionali in cui non potranno essere rispettate le profondità minime richieste dalla norma CEI 11-17, dovranno essere predisposte adeguate protezioni.

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.



4. CABINA UTENTE

4.1 Generalità

La cabina utente, da realizzarsi nei pressi del punto di consegna, è il punto di raccolta dei cavi provenienti dal parco eolico per consentire il trasporto dell'energia prodotta fino al punto di consegna alla rete di trasmissione nazionale e riceve l'energia prodotta dagli aerogeneratori attraverso la rete di raccolta a 36 kV.

4.2 Descrizione Generale

Il progetto della cabina utente prevede che sia l'entrata che l'uscita dei cavi AT (36 kV) avvenga mediante posa interrata al fine di garantire il raccordo con la stazione RTN.

All'interno dell'area recintata della cabina utente sarà ubicato un fabbricato suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri AT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, i servizi igienici, ecc. Inoltre sarà installata una reattanza shunt per permettere l'eventuale rifasamento delle correnti reattive.

4.3 Rete di terra

L'impianto di terra sarà costituito, conformemente alle prescrizioni della Norma CEI EN 50522 ed alle prescrizioni della Guida CEI 99-5, da una maglia di terra realizzata con conduttori nudi in rame elettrolitico di sezione pari a 120 mm², interrati ad una profondità di almeno 0,7 m. Per le connessioni agli armadi verranno impiegati conduttori di sezione pari a 70 mm². La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

In base alle prescrizioni di TERNA potrà essere necessario anche un collegamento dell'impianto di terra della cabina utente con quello dell'impianto di consegna AT.

Potrà essere posata nello scavo degli elettrodotti MT una eventuale corda di terra in rame elettrolitico di sezione di 50 mm² per collegare l'impianto di terra della cabina utente con gli impianti di terra della centrale (torri eoliche e cabine elettriche). La scelta finale deriverà dai calcoli effettuati in fase di progettazione esecutiva.

4.4 RTU della cabina utente e dell'impianto AT di consegna

Tale sistema deve rispondere alle specifiche TERNA S.p.A. Le caratteristiche degli apparati periferici RTU devono essere tali da rispondere ai requisiti di affidabilità e disponibilità richiesti e possono variare in funzione della rilevanza dell'impianto.

La RTU dovrà svolgere i seguenti compiti:

- Interrogazione delle protezioni della cabina utente, per l'acquisizione di segnali e misure attraverso le linee di comunicazione;

- Comando della sezione AT della cabina utente;
- Acquisizione di segnali generali di tutta la rete elettrica;
- Trasmettere a TERNA S.p.A. i dati richiesti dal Regolamento di Esercizio, secondo i criteri e le specifiche dei documenti Terna.

La RTU sarà comandabile in locale dalla cabina utente tramite un quadro sinottico che riporterà lo stato degli organi di manovra di tutta la rete MT e AT, i comandi, gli allarmi, le misure delle grandezze elettriche.

4.5 SCADA

Il sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) deve essere modulare e configurabile secondo le necessità e configurazione basata su PC locale con WebServer per l'accesso remoto.

La struttura delle pagine video del sistema SCADA deve includere:

- Schema generale di impianto;
- Pagina allarmi con finestra di pre-view;
- Schemi dettagliati di stallo.

Lo SCADA dovrà acquisire, gestire e archiviare ogni informazione significativa per l'esercizio e la manutenzione, nonché i tracciati oscillografici generati dalle protezioni.

4.6 Apparecchiature di cabina

La misura dell'energia avverrà:

- sul lato AT (36 kV) in cabina utente (con apparecchiature ridondanti);
- eventualmente sul lato BT in corrispondenza dei servizi ausiliari in cabina utente.

La cabina utente sarà conforme alle prescrizioni della normativa ENEL, TERNA e alle norme CEI già citate. Tutti i componenti sono stati dimensionati in base ai calcoli effettuati sulla producibilità massima dell'impianto eolico, con i dovuti margini di sicurezza, e in base ai criteri generali di sicurezza elettrica.

4.6.1 Protezione di interfaccia

Tale protezione ha lo scopo di separare i gruppi di generazione dalla rete di trasmissione in caso di malfunzionamento della rete.

Sarà realizzata tramite rilevatori di minima e massima tensione, minima e massima frequenza, minima tensione omopolare. La protezione agirà sugli interruttori delle linee in partenza verso i gruppi di generazione.



5. CRITERI DI COSTRUZIONE

5.1 Esecuzione degli scavi

Per i cavi interrati la Norma CEI 11-17 prescrive che le minime profondità di posa fra il piano di appoggio del cavo e la superficie del suolo sono rispettivamente di:

- 0,5 m per cavi con tensione fino a 1000 V;
- 0,8 m per cavi con tensione superiore a 1000 V e fino a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 0,6 m)
- 1,2 m per cavi con tensione superiore a 30 kV (su suolo privato tale profondità può essere ridotta a 1,0 m)

In caso di attraversamenti sia longitudinali che trasversali di strade pubbliche con occupazione della carreggiata saranno rispettate le prescrizioni del regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo codice della strada (D.P.R. 16.12.1992, n. 495, art. 66, comma 3) e, se emanate, le disposizioni dell'Ente proprietario della strada, pertanto la profondità minima misurata dal piano viabile di rotolamento non sarà inferiore a 1 m.

Canalizzazioni ad altezza ridotta su strada pubblica sono ammesse soltanto previa accordo con l'Ente proprietario della strada ed a seguito di comprovate necessità di eseguire incroci e/o parallelismi con altri servizi che non possano essere realizzati aumentando la profondità di posa dei cavi.

5.2 Esecuzione di pozzetti e camerette

Per la costruzione ed il dimensionamento di pozzetti e camerette occorre tenere presente che:

- si devono potere introdurre ed estrarre i cavi senza recare danneggiamenti alle guaine;
- il percorso dei cavi all'interno deve potersi svolgere ordinatamente rispettando i raggi di curvatura.

5.3 Esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni AT

L'esecuzione delle giunzioni e delle terminazioni su cavi deve avvenire con la massima accuratezza, seguendo le indicazioni contenute in ciascuna confezione. In particolare, occorre:

- prima di tagliare i cavi controllare l'integrità della chiusura e l'eventuale presenza di umidità;
- non interrompere mai il montaggio del giunto o terminale;
- utilizzare esclusivamente i materiali contenuti nella confezione.

5.4 Messa a terra dei rivestimenti metallici

Ai sensi della CEI 11-17, gli schermi dei cavi saranno sempre aterrati alle estremità di ogni linea e possibilmente in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. È vietato usare lo schermo dei cavi come conduttore di terra per altre parti dell'impianto.

6. IMPIANTO DI CONSEGNA

1.1. Generalità

Come già specificato in precedenza in data 20/10/2021 è stata aggiornato dell'Allegato A.2 al Codice di Rete – "Guida agli schemi di connessione". Il documento prevede l'introduzione di un nuovo standard di connessione alla RTN a 36 kV per gli impianti di produzione con potenza fino a 100 MW.

Pertanto la connessione alla rete avverrà senza l'utilizzo di una sottostazione utente per l'innalzamento della tensione a 150 kV in quanto avverrà direttamente all'interno della stazione Terna.

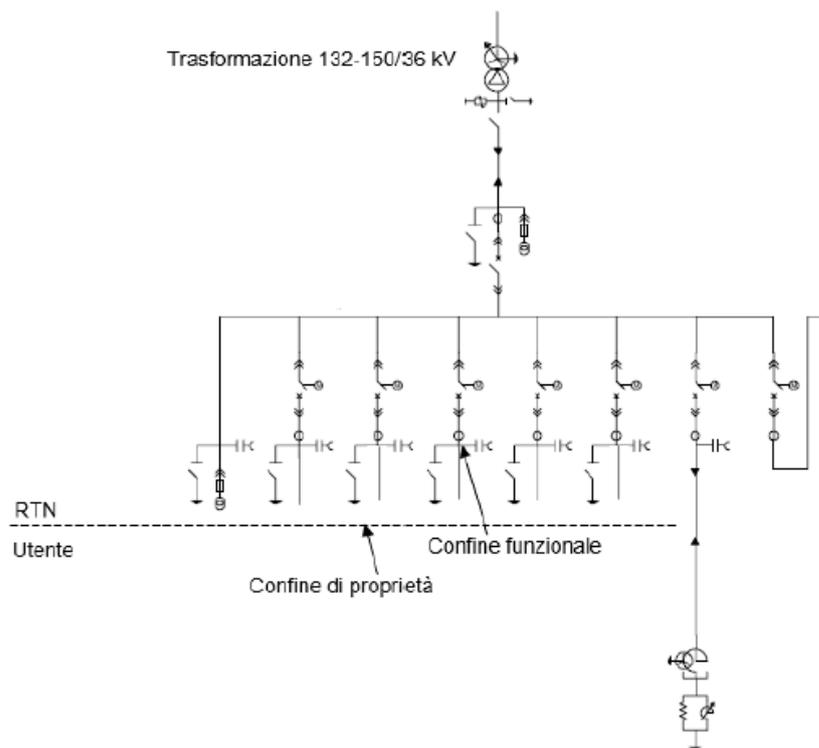


Figura 1 - Schema di connessione esemplificativo a 36 kV