

Regione
Basilicata



Provincia
Potenza



Comune
Armento



Comune
Montemurro



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO EOLICO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA, DELLE OPERE CONNESSE E
DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI DENOMINATO
"ARMENTO"

Comuni di Armento e Montemurro (PZ)

PROGETTO DEFINITIVO

**Relazione Tecnica
di Impianto Eolico**

Proponente



GEMINI WIND S.r.l.
Via Giuseppe Ripamonti, 44
20141 - MILANO
P. IVA: 12401220962

Progettazione



GEMINI WIND S.r.l.
Via del Gallitello n. 215
85100 - POTENZA (PZ)
P. IVA: 02009140761

Ing. Domenico Maria Bisaccia

Ing. Luciana Pietragalla



N° Elaborato

A.9

Scala

Formato

A4

Revisione	Descrizione	Data	Preparato	Controllato	Approvato
00	Prima Emissione	maggio 2023	Ing. L. Pietragalla	Ing. D. M. Bisaccia	Ing. D. M. Bisaccia

Sommario

A.1.a.	DESCRIZIONE ELEMENTI PROGETTUALI	2
A.1.j.1.	Aerogeneratori.....	2
A.1.j.2.	Impianto elettrico	3
A.1.j.3.	Connessione alla Rete Elettrica di Distribuzione a 150 kV	5
A.1.j.4.	Opere civili di servizio	6
A.1.b.	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	7
A.9.b.1.	Sito di installazione	7
A.9.b.2.	Regime di vento del sito.....	7
A.9.b.3.	Disposizione ed orientamento degli aerogeneratori.....	7
A.9.b.4.	Previsione di produzione energetica.....	8
A.1.c.	CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI	8
A.9.c.1.	Cabine	8
A.9.c.2.	Aerogeneratori.....	8

A.1.a. DESCRIZIONE ELEMENTI PROGETTUALI

Il presente documento definisce una panoramica degli aspetti tecnici principali relativi alla centrale di produzione di energia da fonte eolica, della potenzialità complessiva di 79,2 MW, che la società GEMINI WIND S.r.l. (la "società") propone di realizzare nel territorio dei Comuni di Armento e Montemurro (PZ).

Il progetto prevede la realizzazione di un Parco eolico, costituito da n. 12 aerogeneratori, modello SG6.0- 155da 6,6 MW di potenza nominale (per una potenzialità complessiva pari a 79,2 MW) e risulta caratterizzato, dal punto di vista impiantistico, da una struttura composta da:

- aerogeneratori completi delle relative torri di sostegno;
- impianto elettrico;
- opere civili di servizio.

L'impianto elettrico è composto sostanzialmente dai cavi in media tensione di collegamento tra gli aerogeneratori e la Sottostazione Elettrica; lo schema di allacciamento alla RTN prevede che l'impianto venga collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Aliano".

Le opere civili sono costituite principalmente dalle strutture di fondazione degli aerogeneratori, dalle cabine elettriche e dalle opere di viabilità.

Nel seguito si riporta la descrizione dei diversi elementi progettuali con la relativa illustrazione anche sotto il profilo architettonico. Per tutti i dettagli tecnici e gli approfondimenti, si rimanda all'elaborato di progetto A.15. denominato Disciplinare Descrittivo e Prestazionale degli Elementi Tecnici.

A.1.j.1. Aerogeneratori

Gli aerogeneratori previsti in progetto sono del tipo Siemens Gamesa SG 155, le cui caratteristiche tecniche di funzionamento sono riassunte nella seguente Tabella 1

TIPO	SG 155
POTENZA NOMINALE	6600 kW
GENERATORE	ASINCRONO
SISTEMA DI CONTROLLO	Pitch
DIAMETRO ROTORE	155 m
NUMERO PALE	3
ALTEZZA MOZZO	122,5 m
VELOCITÀ DEL VENTO DI CUT-IN	3 m/s
VELOCITÀ DEL VENTO DI CUT-OFF	25 m/s
VELOCITÀ DEL VENTO NOMINALE	10 m/s
TENSIONE	690 V

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche aerogeneratore

Sono costituiti da:

- un corpo centrale (navicella), costituito da una struttura portante in acciaio e rivestita da un guscio in materiale composito (fibra di vetro in fibra epossidica), vincolata alla testa della torre tramite un cuscinetto a strisciamento che le consente di ruotare sul suo asse di imbardata contenente l'albero lento, unito direttamente al mozzo, che trasmette la potenza captata dalle pale al generatore attraverso un moltiplicatore di giri; il generatore è del tipo asincrono a doppia alimentazione a 4 poli, tensione ai morsetti pari a 690 V e frequenza di 50 Hz; la potenza nominale, come detto, è di 6.600 kW.
- un mozzo a cui sono collegate 3 pale, in materiale composito, formato da fibre di vetro in matrice epossidica, costituite da due gusci collegati ad una trave portante e con inserti di acciaio che uniscono la pala al cuscinetto e quindi al mozzo;
- un sostegno costituito da una torre realizzata da una struttura metallica tubolare di forma circolare ancorata al terreno a mezzo di idonee fondazioni.

Il sistema di controllo dell'aerogeneratore per frenare la macchina mette le pale in bandiera (posizione ad incidenza aerodinamica nulla); è previsto comunque un sistema di frenata di emergenza montato sull'albero veloce del moltiplicatore di giri. Tale impianto di emergenza, così come il meccanismo di regolazione del passo delle pale, è attivato da un sistema oleodinamico.

Tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono gestite e monitorate da unità di controllo computerizzate, poste all'interno della navicella e trasmesse al PLC ubicato al piede della torre. I segnali di ogni torre saranno raccolti e trasmessi ad una stazione remota di telecontrollo tramite linee telefoniche o segnali via etere.

A.1.j.2. Impianto elettrico

I generatori eolici saranno connessi fra loro, mediante connessione di tipo "entra-esci" in cabina a singolo o multiplo quadro secondo lo schema elettrico unifilare di progetto (escluso Torre di partenza A05 e A09). All'interno del parco eolico sarà pertanto realizzata una rete di cavi interrati a 36 kV, di sezione adeguata alla potenza trasportata dalle diverse linee elettriche.

La rete elettrica in MT sarà realizzata con cavi unipolari in alluminio, in formazione a trifoglio, con isolamento 36/40,5 kV e giuntati con muffe a colata di resina, aventi le seguenti caratteristiche principali:

- conduttore a corda rotonda compatta di alluminio;
- semiconduttivo interno in elastomerico estruso;
- isolante in mescola di gomma ad alto modulo elastico (qualità G7);
- semiconduttivo esterno in elastomerico estruso pelabile a freddo;

- schermatura a fili di rame rosso;
- guaina PVC di qualità Rz, colore rosso.

I cavi saranno direttamente interrati ad una profondità non inferiore a 1,20 m.

Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa previste dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria.

La tipologia dei cavi elettrici e la sezione del relativo conduttore sono state selezionate sulla base del tipo di servizio e del tipo di posa previsti.

È stato considerato un cavo unipolare, per posa interrata in piano con terreno avente resistività termica (R_t) pari a $2.5 \text{ k}^* \text{m/W}$ - Temperatura terreno $30 \text{ }^\circ\text{C}$, ed adottando un opportuno fattore di sicurezza.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici sarà utilizzata per l'interramento di cavi di controllo e comunicazione, utilizzati per la trasmissione di dati fra le torri.

Le sezioni dei conduttori, determinate secondo la norma CEI 20-21 "Calcolo delle portate dei cavi elettrici" sono di seguito riportate.

PERCORSO GRUPPO 1	Sezione (mm ²)		Lunghezza (m)
A05 - A04	3x(1x95) Al	185	1.101,14
A04 - A02	3x(1x150) Al	185	926,03
A02 - A01	3x(1x240) Al	300	991,23
A01 - A03	3x(1x300) Al	300	2.513,54
A03 - A06	2x3x(1x185) Al	2x185	812,58
A06 - Cabina Smistamento	2x3x(1x240) Al	2x300	2.542,99

PERCORSO GRUPPO 2	Sezione (mm ²)		Lunghezza (m)
A09 - A08	3x(1x95) Al	185	1.064,65
A08 - A07	3x(1x150) Al	185	2.525,65
A07 - A10	3x(1x240) Al	300	5.265,77
A10 - A12	3x(1x300) Al	300	3.811,90
A12 - A11	2x3x(1x185) Al	2x185	3.923,27
A11 - Cabina Smistamento	2x3x(1x240) Al	2x300	5.202,91

PERCORSO 79.2 MW	Sezione (mm ²)	Lunghezza (m)
Cabina Smistamento - S.S. di Connessione/Raccordo	3x3x(1x500) Al	25000

Tabella 2 - Sezioni dei conduttori

Lo schermo dei circuiti di media tensione va collegato a terra ad entrambe le estremità.

Per collegamenti di grande lunghezza è preferibile mettere a terra il rivestimento metallico anche in corrispondenza dei giunti a distanze non superiori ai 5 km. Per collegamenti corti, normalmente non superiori al km è tuttavia ammessa la messa a terra del rivestimento metallico in un solo punto purché vengano adottate le opportune cautele indicate nella norma CEI 11-17 al par 5.3.2 (CEI 20-89).

La norma consente di collegare a terra lo schermo di un cavo, lungo fino a 1 Km, ad una sola estremità nei casi in cui:

- Lo schermo, se accessibile, sia considerato a tensione pericolosa all'estremità non collegata a terra e nelle giunzioni.
- La guaina di materiale isolante che ricopre lo schermo sopporti la tensione totale dell'impianto di terra al quale è collegata l'altra estremità.

Nel caso di impianti eolici, poiché gli aerogeneratori sono dotati del proprio impianto di terra, è consigliabile collegare allo stesso entrambe le estremità del cavo al fine di realizzare una globale equipotenzialità in caso di guasto a terra.

A.1.j.3. Connessione alla Rete Elettrica di Distribuzione a 150/380 kV

Il parco eolico in oggetto, di potenza pari a 79,2 MW (nr. 12 aerogeneratori con potenza nominale singola di 6,6 MW), sarà collegata in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) della RTN 380/150 kV denominata "Aliano".

Il quadro di media tensione installato nella nuova area MT dell'impianto sarà costituito dalle seguenti celle:

- 2 celle arrivo linee dal parco, più una futura
- arrivo dal trasformatore MT/AT della stazione Utente condivisa
- partenza per il trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari e generali di stazione.

Tutti i componenti in media e in bassa tensione saranno installati all'interno di due container o edifici prefabbricati, al fine di ottimizzare le dimensioni degli edifici stessi.

All'interno dell'"Edificio Comandi" saranno installare le apparecchiature di comando e protezione ed il trasformatore MT/BT dei servizi ausiliari e il locale misure. La sezione BT dello stesso fabbricato è destinata all'installazione delle batterie e dei quadri BT in corrente alternata e corrente continua per le alimentazioni dei servizi ausiliari, il metering e gli apparati di telecontrollo.

Particolare cura sarà osservata, ai fini dell'isolamento termico, nell'impiego di materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori ammissibili delle dispersioni termiche per l'involucro edilizio, nel rispetto di quanto stabilito in materia dalle norme di cui alla Legge n.10 del 09.01.1991 e del D.Lgs. 19.08.2005 n.192 integrato con D.Lgs. 29.12.2006 n.311.

I cabinati saranno dotati di impianti elettrico di illuminazione e prese FM e di impianto di rivelazione incendi. L'impianto di rivelazione incendi, costruttivamente conforme alle norme UNI EN 54 ed UNI 9795, avrà lo scopo di rilevare un principio di incendio ed attivare le necessarie segnalazioni.

L'area di stazione sarà delimitata da recinzione perimetrale, prevista con altezza di circa metri 2.50, con muretto in calcestruzzo di altezza non inferiore a cm 50, completo di sovrastante griglia in acciaio resina.

La rete di terra della stazione interesserà l'area recintata dell'impianto; il dispersore dell'impianto ed i collegamenti dello stesso alle apparecchiature, saranno dimensionati termicamente per la corrente di guasto reale ed il tempo di eliminazione del guasto delle protezioni.

Il dispersore sarà costituito da una maglia realizzata in corda di rame di sezione minima di 50 mm² ad una profondità di circa 0,8 m composta da maglie regolari di lato adeguato.

Il lato della maglia sarà scelto in modo da limitare le tensioni di passo e di contatto a valori non pericolosi, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

I ferri di armatura delle fondazioni, come pure gli elementi strutturali metallici, saranno collegati alla maglia di terra della stazione.

A.1.j.4. Opere civili di servizio

➤ Fondazione aerogeneratore

Le opere di fondazione, con relative opere di scavo, sono previste per ciascuna delle torri e per la cabina MT di impianto.

Gli scavi di fondazione delle torri saranno a sezione ampia, di forma parallelepipedica, con base quadrata avente lato di 26,00 m e con profondità di circa 3 m.

Il piano di posa delle fondazioni sarà opportunamente regolarizzato con calcestruzzo magro. La fondazione è in calcestruzzo armato, con pianta di forma circolare di diametro $D_e = 24.00$ m, spessore variabile da un minimo (sul bordo esterno) ad un massimo in corrispondenza della zona centrale di attacco della parte in elevazione della torre.

Nel plinto è annegato il sistema di ancoraggio base della torre di sostegno dell'aerogeneratore, al quale verrà unito, tramite un giunto bullonato, il concio successivo della torre stessa.

Le dimensioni del plinto rinvengono da un dimensionamento che dovrà essere opportunamente confermato in sede di progetto esecutivo.

I materiali da utilizzare saranno, salvo diverse prescrizioni del progetto esecutivo:

- Calcestruzzo Rck 35 MPa;
- Acciaio per armatura c.a. FeB450C.

Per quanto attiene i materiali, in particolare la classe della miscela di calcestruzzo da utilizzare, oltre alle caratteristiche di resistenza meccanica necessarie per la sicurezza strutturale in relazione alle sollecitazioni agenti, dovranno considerarsi le caratteristiche dell'ambiente di posa in opera in relazione ai rischi di corrosione delle armature o di attacco chimico connesse, per soddisfare i requisiti di durabilità dell'opera.

➤ *Cabina MT*

Opportune opere di fondazioni, da definirsi in fase di ingegneria di dettaglio del progetto, dovranno essere previste per consentire una corretta installazione dei container con all'interno i quadri del progetto. Opportune opere di pavimentazione e raccolta acque saranno previste per il piazzale della cabina 36 kV.

A.1.b. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

A.9.b.1. Sito di installazione

L'area individuata per la realizzazione del parco, denominato "Armento", interessa il territorio comunale di Armento e Montemurro, entrambi in provincia di Potenza. Nello specifico, il Comune di Armento è interessato dall'installazione dei dieci aerogeneratori costituenti il parco, mentre quello di Montemurro è interessato dagli altri due aerogeneratori; il cavidotto di collegamento interessa i comuni di Gallicchio, Missanello e Aliano, quest'ultimo ospita la Sottostazione Elettrica di Trasformazione (SET) 380/150 kV denominata "Aliano".

L'impianto eolico sarà costituito da 12 aerogeneratori tipo Siemens Gamesa SG 170 di potenza elettrica unitaria pari a 6.6 MW per complessivi 79,2 MW.

A.9.b.2. Regime di vento del sito

Si rimanda agli elaborati di progetto A.6 "Relazione specialistica –Studio Anemologico" e alla planimetria A.16.a.6 "Planimetria dell'impianto con l'ubicazione dell'anemometro".

A.9.b.3. Disposizione ed orientamento degli aerogeneratori

Si rimanda agli elaborati di progetto A.6 "Relazione specialistica –Studio Anemologico" e alla planimetria A.16.a.6 "Planimetria dell'impianto con l'ubicazione dell'anemometro".

A.9.b.4. Previsione di produzione energetica

Si rimanda agli elaborati di progetto A.6 "Relazione specialistica -Studio Anemologico" e alla planimetria A.16.a.6 "Planimetria dell'impianto con l'ubicazione dell'anemometro".

A.1.c. CRITERI DI SCELTA DELLE SOLUZIONI IMPIANTISTICHE DI PROTEZIONE CONTRO I FULMINI

A.9.c.1. Cabine

In relazione alla protezione contro i fulmini delle cabine di consegna, si specifica che le stesse sono costituite da box prefabbricati in calcestruzzo, armato con reti metalliche e tondini in ferro ad aderenza migliorata, oppure in alternativa da container metallici. Dette armature sono continue su tutte le pareti ed opportunamente unite mediante saldatura, realizzando una maglia equipotenziale (gabbia di faraday) che verrà collegata all'impianto di terra. Nel caso di container metallici la continuità dell'involucro è assicurata dalla natura stessa del container.

A.9.c.2. Aerogeneratori

Per quanto attiene la protezione degli aerogeneratori, si riportano di seguito le considerazioni sulla valutazione del rischio da fulmini che portano a considerare il singolo aerogeneratore come "struttura protetta".

In accordo al DLgs 81/08, art. 29 e art. 84 - DPR 462/01 art. 2, si deve valutare il rischio sulle strutture metalliche derivante dal fulmine per opportunamente scegliere le misure di protezione da adottare, ove necessarie.

La valutazione del rischio e le eventuali misure di protezione devono essere valutate conformemente alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
- CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
- CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
- CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture".

Di seguito si riportano le caratteristiche della struttura metallica da proteggere e le condizioni ambientali del sito:

- Larghezza struttura (m): 5
- Diametro struttura (m): 155
- Altezza struttura (m): 200

-
- Tipo di suolo: erba
 - Coefficiente di posizione: struttura sulla cima di una collina o di una montagna ($CD = 2$)
 - La struttura metallica risulta messa a terra secondo la norma CEI EN 62305-3 (Livello III)
 - Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: terreno equipotenziale
 - Numero di fulmini all'anno al kilometro quadrato: $N_g: 3,12$ rappresenta il numero di fulmini/anno km^2 rilevati sull'area in esame.

Applicando le formule di calcolo della norma si ottiene una componente di rischio relativa alle tensioni di contatto e di passo RA inferiore a $6,74E-07$.

La stessa normativa indica un valore di rischio tollerato RT di $1,00E-05$ Considerando che, con riferimento alla fulminazione diretta della struttura metallica:

- la struttura metallica presenta una componente di rischio relativa ad incendi ed esplosioni non particolarmente gravosa;
- si assume un valore medio del danno per tensioni di contatto e di passo L_t pari a $0,01$,

si conclude che la suddetta struttura metallica presenta un rischio relativo al fulmine, valutato ai sensi del D.Lgs. 9/4/08 n. 81, art. 29, in conformità con la norma CEI EN 62305-2, accettabile in seguito alle misure di protezione adottate.