



REGIONE
SICILIA



PROVINCIA
DI TRAPANI



COMUNE
DI MARSALA



COMUNE
DI SALEMI



COMUNE
DI MAZARA DEL VALLO

OGGETTO:

**Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW
denominato "CE PARTANNA II"
situato nei comuni di Marsala, Salemi e Mazara del Vallo
provincia di Trapani (TP)**

ELABORATO:

RELAZIONE DI CALCOLO LINEE ELETTRICHE



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.**

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

C.F. e n. iscriz. REG. IMPR.: 16805241003
REA: RM_1676856
PEC: aewind.quarta@legalmail.it

PROGETTAZIONE:

Ing. Carmen Martone
Iscr. n.1872
Ordine Ingegneri Potenza
C.F. MRTCMN73D56H703E


EGM PROJECT S.R.L.

Geol. Raffaele Nardone
Iscr. n. 243
Ordine Geologi Basilicata
C.F. NRDRFL71H04A509H

EGM PROJECT S.R.L.
VIA VERRASTRO 15/A
85100- POTENZA (PZ)
P.IVA 02094310766
REA PZ-206983

Livello prog.	Cat. opera	N°. prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio/Tot. fogli	Nome file	Scala	
PD	I.IE	17	R		RS06REL0017A0.PDF		
REV.	DATA	DESCRIZIONE			ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	APRILE 2023	Emissione				Ing. Carmen Martone EGM Project	Ing. Carmen Martone EGM Project

<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 1 di 50</p>
--	--	--

Sommario

1. PREMESSA.....	3
1.1 Scopo del documento	3
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
2.1 Leggi.....	3
2.2 Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL	4
3. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	5
5.1 Iniziativa.....	10
5.2 Attenzione per l’ambiente	10
4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO	10
4.1 Aerogeneratori.....	10
4.2 Cavidotti.....	25
4.3 Modalità di connessione alla rete	25
5. CALCOLO LINEA ELETTRICA PER LA CONNESSIONE DELL’IMPIANTO	26
6. DETERMINAZIONE DELLE POTENZE/CORRENTI DI CORTOCIRCUITO	47
6.1 Generatori.....	48
6.1 Cavi e linee	48
6.3 Correnti di guasto	49

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



CAP. SOC. € 100.000,00 - C.C.I.A.A. POTENZA N. PZ-206983 - REGISTRO IMPRESE POTENZA - P. IVA
02094310766

<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 2 di 50</p>
--	--	--

Figura 1 - Inquadramento area parco eolico su base ortofoto	6
Figura 2 - Inquadramento area parco eolico su catastale.....	7
Figura 3 - Inquadramento area campo e sottostazione su CTR	8
Figura 4 - Inquadramento area campo e sottostazione su IGM	9
Figura 5 - Specifiche tecniche.....	14
Figura 6 - Disposizione della navicella	15
Figura 7 - Dimensioni e pesi della gondola.....	16
Figura 8 - SG 6.6-170 135 m	17
Figura 9 - Elenco completo delle modalità di applicazione SG 6.6-170.....	18
Figura 10 - Elenco delle modalità NRS SG 6.6-170.....	19
Figura 11 - Specifiche elettriche	20
Figura 12 - Specifiche del trasformatore ECO 30 kV	21
Figura 13 - Dati tecnici per quadri.....	23
Tabella 1 – Fogli e particelle aerogeneratori.....	9
Tabella 2 - Caratteristiche principali dell’aerogeneratore previsto nel parco eolico CE PARTANNA II.	11

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 3 di 50</p>
--	--	--

1. PREMESSA

1.1 Scopo del documento

Con il Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, il Parlamento Italiano ha proceduto all’attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell’energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell’elettricità.

Con la nuova normativa introdotta dal d.lgs. 30 giugno 2016, n. 127 (legge Madia), la conferenza dei servizi si potrà svolgere in modalità “Sincrona” o “Asincrona”, nei casi previsti dalla legge.

La Regione Siciliana con il D.P. Reg. Siciliana 48/2012, recependo il decreto ministeriale 10 settembre 2010, ha stabilito le procedure amministrative di semplificazione per l’autorizzazione degli impianti da fonti rinnovabili.

In particolare per impianti fotovoltaici superiori ad 1 MW di potenza è prevista l’indizione della conferenza dei servizi ai sensi del D.Lgs. 387/2003.

Il citato decreto stabilisce la documentazione amministrativa necessaria e la disciplina del procedimento unico. Il Progetto, nello specifico, è compreso tra le tipologie di intervento riportate nell’Allegato IV alla Parte II, comma 2 del D.Lgs. n. 152 del 3/4/2006 (cfr. 2c) – “Impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda con potenza complessiva superiore a 1MW”, pertanto rientra tra le categorie di opere da sottoporre alla procedura di Valutazione d’Impatto Ambientale di competenza delle Regioni.

Nel caso specifico, l’iter di VIA si configura come un endo-procedimento della procedura di Autorizzazione Unica ai sensi del D.lgs. 29 dicembre 2003. In data 21 luglio 2017 è entrato in vigore il d. lgs. n. 104 del 16 giugno 2017 (pubblicato in G.U. n. 156 del 06/06/2017), il quale ha modificato la disciplina inserita nel D.lgs. n.152/2006 in tema di Valutazione di Impatto ambientale (VIA).

Il provvedimento trae origine da un adeguamento nazionale alla normativa europea prevista dalla Direttiva 2014/52/UE del 16 aprile 2014, la quale ha modificato la Direttiva 2011/92/UE concernente la valutazione dell’impatto ambientale di determinati progetti pubblici e privati. Scopo del provvedimento in esame è quello di rendere più efficiente le procedure amministrative nonché di innalzare il livello di tutela ambientale.

Questa relazione ha lo scopo di fornire una descrizione di calcolo delle linee elettriche per la realizzazione di un impianto di generazione elettrica con utilizzo della fonte rinnovabile eolica.

Il progetto prevede la realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP).

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la progettazione si è fatto riferimento alle normative tecniche e di legge riguardanti gli impianti.

2.1 Leggi

- ✓ DM 37/08 per quanto concerne la progettazione, la realizzazione, l’utilizzazione e la manutenzione degli impianti ed in particolare per quelli elettrici.
- ✓ DPR 547 del 27.04.1955 (ove applicabile) ed aggiornamenti successivi “Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”.
- ✓ LEGGE n° 186 del 01.03.1968 “Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici”.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 4 di 50</p>
--	--	--

- ✓ LEGGE n° 791 del 18.10.1977 “Attuazione della direttiva CEE n° 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che dovrà possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”.
- ✓ DLgs. n° 81/08, DLgs n° 626/94 (ove applicabile) “Attuazione delle Direttive CEE n° 89/391, n° 89/654, n° 89/655, n°90/269, n° 90/270, n° 90/394, n° 90/679 riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”.
- ✓ D.P.R. n° 462 del 22/10/01 “Regolamento per la semplificazione del procedimento per la denuncia
- ✓ di installazioni di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici”.

2.2 Norme del comitato elettrotecnico italiano CEI, UNI e UNEL

- ✓ NORMA CEI-UNEL 35024 2020-05 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa in aria”.
- ✓ NORMA CEI-UNEL 35011 fasc. 5757 “Cavi per energia e segnalamento. Sistema di designazione”.
- ✓ NORMA CEI-UNEL 35026 2000 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portata di corrente in regime permanente per posa interrata”.
- ✓ NORMA CEI 0-2 “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”.
- ✓ •NORMA CEI 17-13/1 fasc. 5862, 5863, 5922, 6230, 3445, 5666, 4153 “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (quadri BT)”.
- ✓ NORMA CEI 20-27 fasc. 5640 “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione”.
- ✓ NORMA CEI 20-27;V1 fasc. 6337 “Cavi per energia e per segnalamento. Sistema di designazione”.
- ✓ NORMA CEI 20-40 fasc. 4831 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”.
- ✓ NORMA CEI EN 50086-2-1 e successive integrazioni e varianti “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche”.
- ✓ NORMA CEI 23-51 fasc. 2731 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- ✓ NORMA CEI 23-51;V1 fasc. 4306 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- ✓ NORMA CEI 34-21 “Apparecchi di illuminazione – Parte I: Prescrizioni generali e prove”.
- ✓ NORMA CEI 34-22 “Apparecchi di illuminazione – Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza”.
- ✓ NORMA CEI 70-1; “Gradi di protezione degli involucri”.
- ✓ NORMA CEI 81-10/1 -10/2 – 10/3 e 10/4; “Protezione contro i fulmini – Parte 1 – Principi generali – Parte 2 – Valutazione del rischio – Parte 3 – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone e Parte 4 – Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture”.
- ✓ NORMA CEI 0-16 Edizione ultima: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica -Criteri di allacciamento di clienti alla rete MT della distribuzione;

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 5 di 50</p>
--	--	--

- ✓ NORMA CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- ✓ NORMA CEI 11-25: Calcolo delle correnti di cortocircuito delle reti trifasi a corrente alternata;
- ✓ Guida CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- ✓ Guida CEI 11-37: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1 kV.

3. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il sito oggetto dello studio è situato in provincia di Trapani (TP), nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi.

L'area di progetto su cui verrà realizzato il parco eolico è caratterizzata da orografia tipica delle zone collinari della zona, priva di complicazioni eccessive e con un'altezza media compresa tra 126 e 295 metri sul livello del mare.

Attualmente il sito presenta un uso del suolo principalmente agricolo. La copertura vegetale arborea è scarsa, quindi l'area in esame è caratterizzata da una rugosità media, caratteristica favorevole allo sfruttamento del vento.

Le turbine eoliche saranno posizionate in modo omogeneo, in direzione perpendicolare al vento prevalente N-NW.

Per effettuare una localizzazione univoca dei terreni sui quali insiste il parco eolico, di seguito si riportano le cartografie riguardanti:

- sovrapposizione del campo eolico su ortofoto (figura 1);
- sovrapposizione del campo eolico su catastale (figura 2);
- sovrapposizione del campo eolico su CTR (figura 3);
- sovrapposizione del campo eolico su IGM (figura 4).

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

Relazione di calcolo linee elettriche

DATA:

FEBBRAIO 2023

Pag. 6 di 50

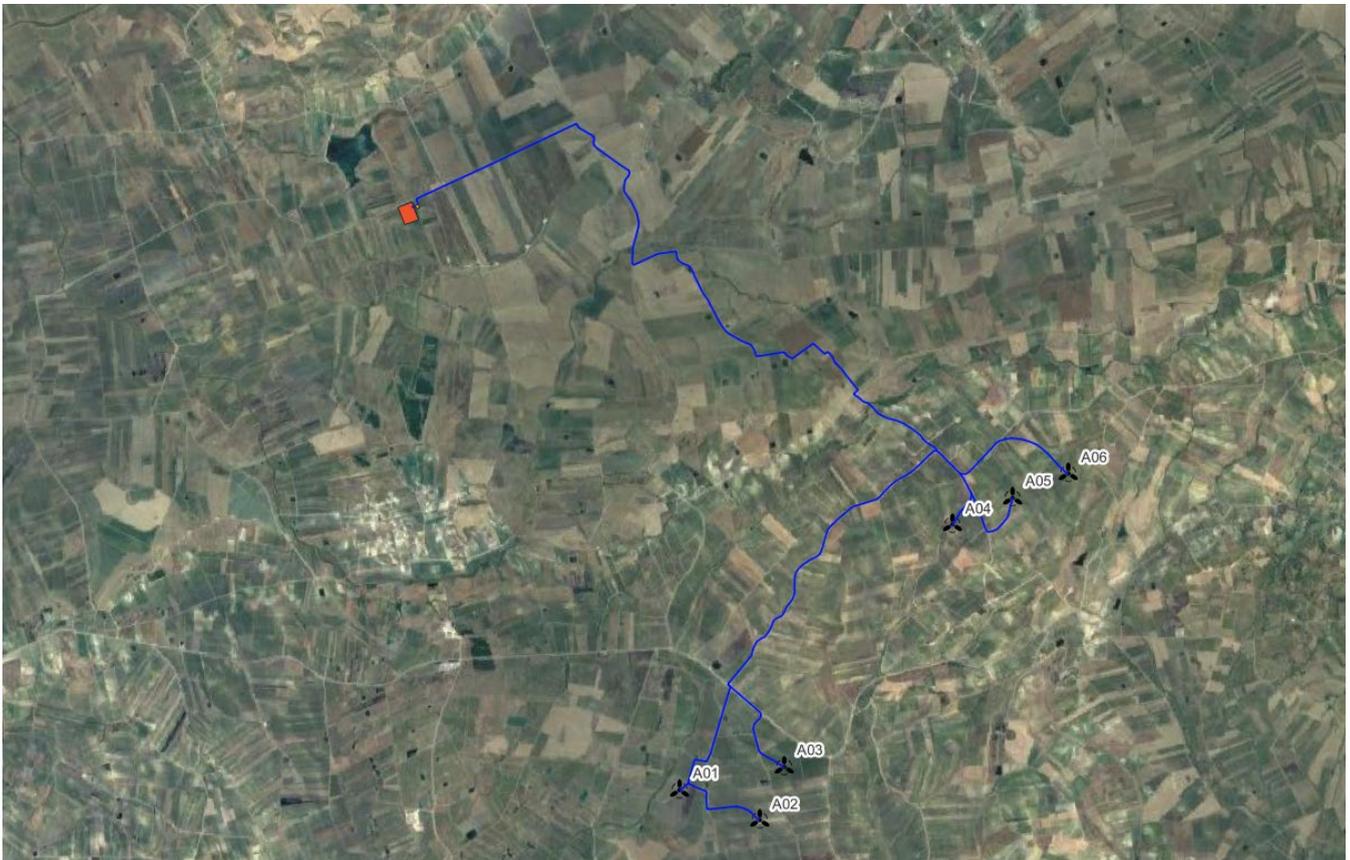


Figura 1 - Inquadramento area parco eolico su base ortofoto

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



CAP. SOC. € 100.000,00 - C.C.I.A.A. POTENZA N. PZ-206983 - REGISTRO IMPRESE POTENZA - P. IVA
02094310766

PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 7 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

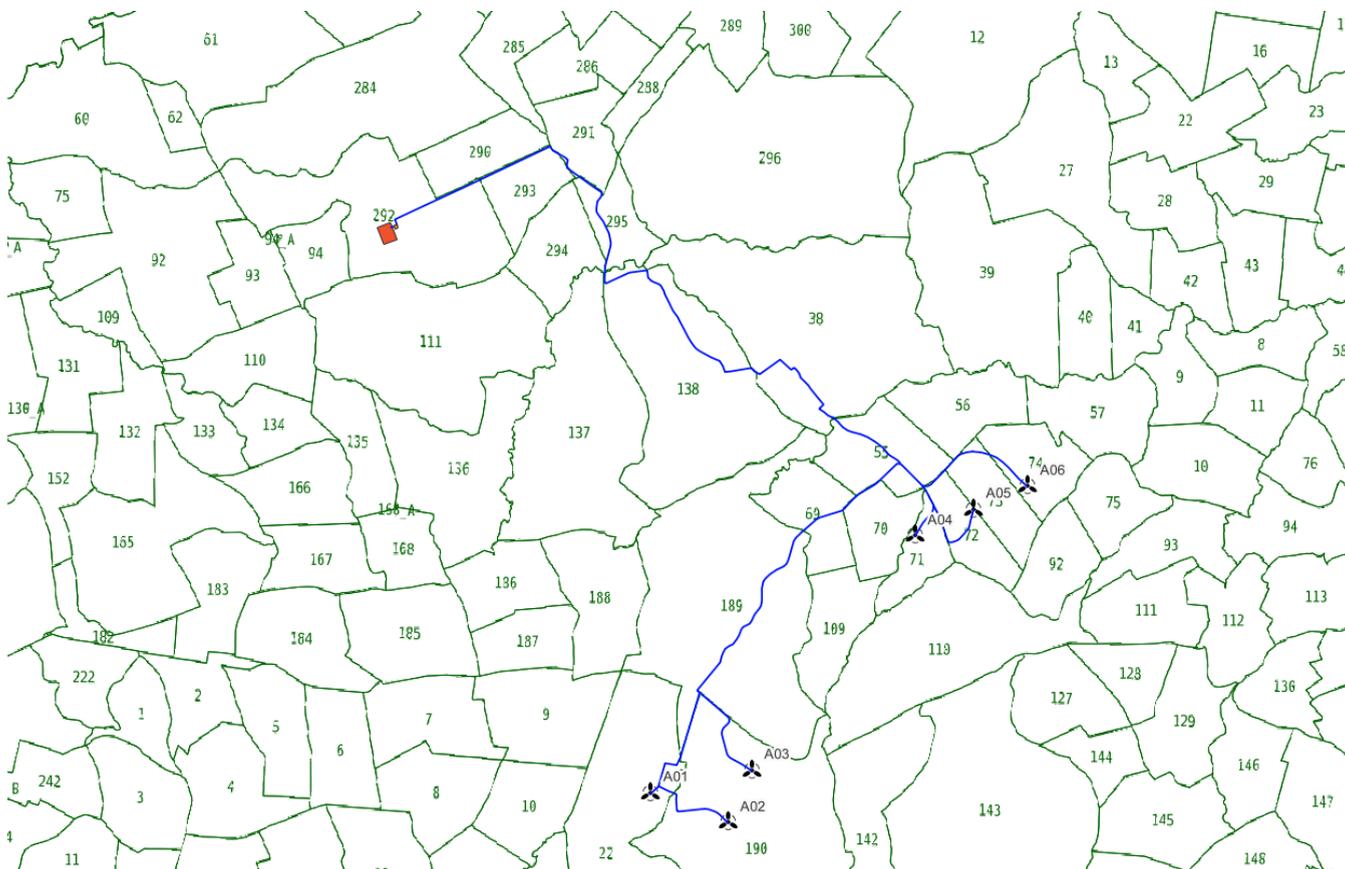


Figura 2 - Inquadramento area parco eolico su catastale

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 8 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

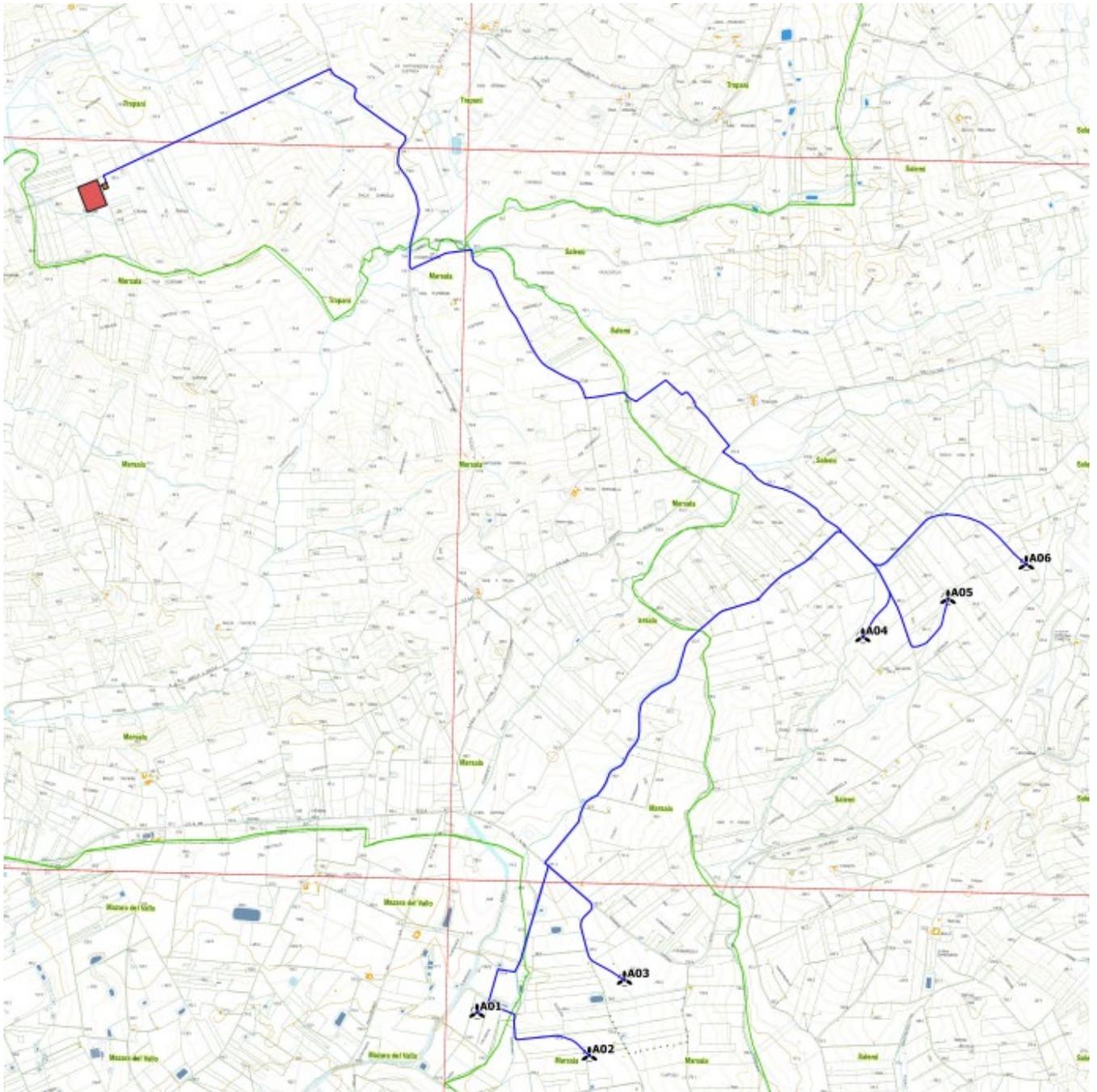


Figura 3 - Inquadramento area campo e sottostazione su CTR

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



CAP. SOC. € 100.000,00 - C.C.I.A.A. POTENZA N. PZ-206983 - REGISTRO IMPRESE POTENZA - P. IVA
02094310766

PROPONENTE:



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 9 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

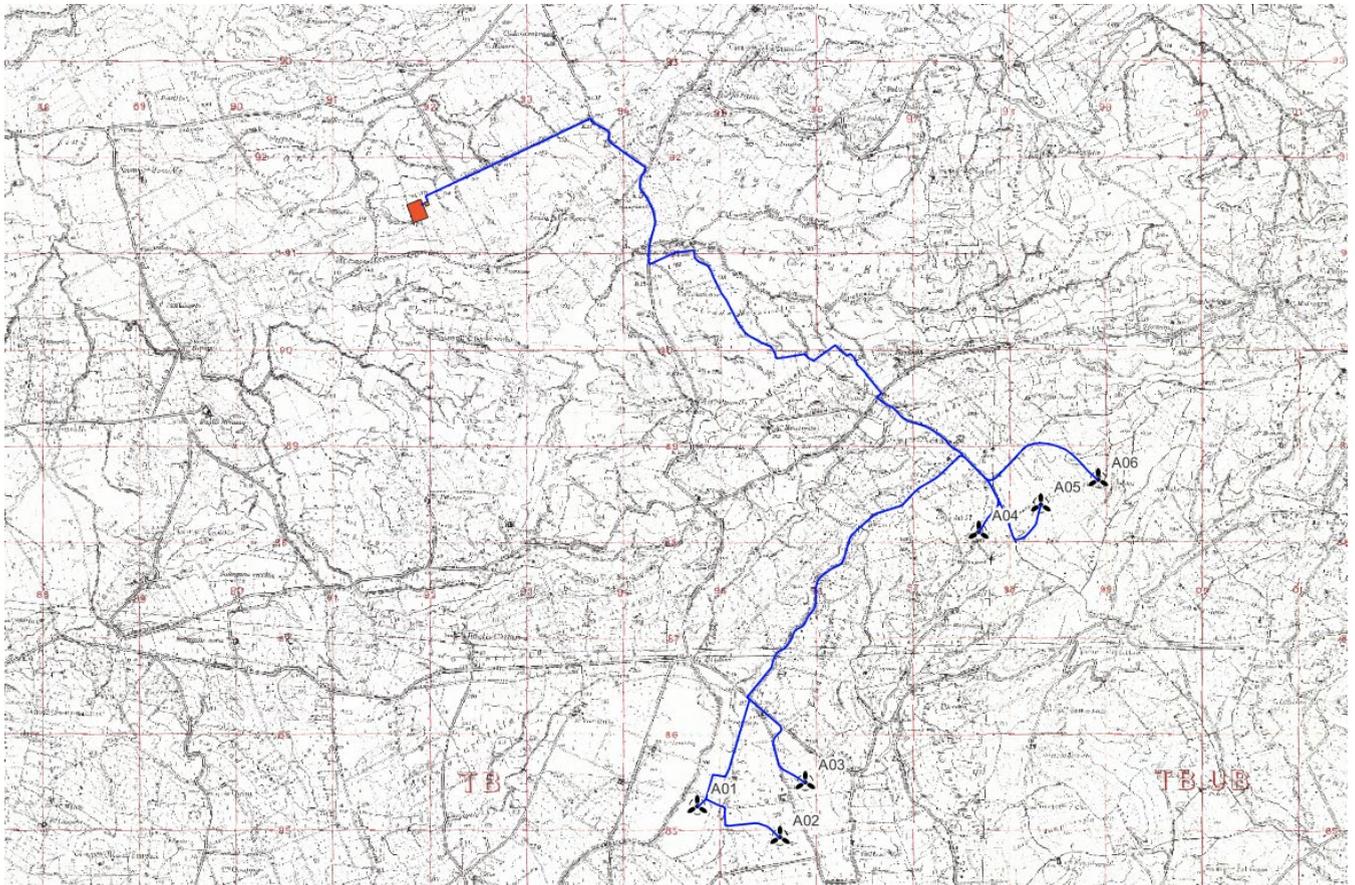


Figura 4 - Inquadramento area campo e sottostazione su IGM

Il parco eolico per la produzione di energia elettrica oggetto di studio avrà le seguenti caratteristiche:

- potenza installata totale: 39.6 MW;
- potenza della singola turbina: 6.6 MW;
- n. 6 turbine;
- n. 1 “Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV”;
- n.1 SSE Lato Utente “Partanna 2”.

I fogli e le particelle interessate dall’installazione dei nuovi aerogeneratori sono sintetizzati nella Tabella seguente.

Aerogeneratore	Foglio	Particella
A01	22	479
A02	190	455
A03	190	215
A04	71	791
A05	72	15
A06	74	41

Tabella 1 – Fogli e particelle aerogeneratori

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 10 di 50</p>
--	--	---

5.1 Iniziativa

Con la realizzazione dell’impianto, denominato “CE PARTANNA II”, si intende conseguire un significativo risparmio energetico, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal vento, tale tecnologia nasce dall’esigenza di coniugare:

- ✓ la compatibilità con esigenze paesaggistiche e di tutela ambientale;
- ✓ nessun inquinamento acustico;
- ✓ un risparmio di combustibile fossile;
- ✓ una produzione di energia elettrica senza emissioni di sostanze inquinanti.

Il progetto mira a contribuire al soddisfacimento delle esigenze di “Energia Verde” e allo “Sviluppo Sostenibile” invocate dal Protocollo di Kyoto, dalla Conferenza sul clima e l’ambiente di Copenaghen 2009 e dalla Conferenza sul clima di Parigi del 2015.

5.2 Attenzione per l’ambiente

Ad oggi, la produzione di energia elettrica è per la quasi totalità proveniente da impianti termoelettrici che utilizzano combustibili sostanzialmente di origine fossile.

L’Italia non possiede riserve significative di fonti fossili, ma da esse ricava circa il 90% dell’energia che consuma, con una rilevante dipendenza dall’estero. I costi della bolletta energetica, già alti, per l’aumento della domanda internazionale rischiano di diventare insostenibili per la nostra economia con le sanzioni previste in caso di mancato rispetto degli impegni di Kyoto, Copenaghen e Parigi.

La transizione verso un mix di fonti di energia e con un peso sempre maggiore di rinnovabili è, pertanto, strategica per un Paese come il nostro dove, tuttavia, le risorse idrauliche e geotermiche sono già sfruttate appieno.

Negli ultimi 10 anni grazie agli incentivi sulle fonti rinnovabili lo sviluppo delle energie verdi nel nostro paese ha subito un notevole incremento soprattutto nel fotovoltaico e nell’eolico, portando l’Italia tra i paesi più sviluppati dal punto di vista dell’innovazione energetica e ambientale.

La conclusione di detti incentivi ha frenato lo sviluppo soprattutto dell’eolico, creando notevoli problemi all’economia del settore.

La società proponente AEI WIND PROJECT IV S.R.L. con sede a Roma in Via Vincenzo Bellini n. 22 si pone come obiettivo di attuare la “grid parity” nell’eolico, grazie all’installazione di impianti di elevata potenza, nuovi aerogeneratori, che abbattano i costi fissi e rendono l’energia prodotta dell’eolico conveniente e sullo stesso livello delle energie prodotte dalle fonti fossili.

4. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO

4.1 Aerogeneratori

L’SG 6.6-170 è una nuova variante della piattaforma di prodotti Siemens Gamesa Onshore Geared di nuova generazione chiamata Siemens Gamesa 5.X, che si basa direttamente sulla variante SG 6.2-170. Con una nuova lama da 83,3 m, un riduttore aggiornato e un’ampia gamma di torri che include altezze del mozzo comprese tra 115 m e 155 m, l’SG 6.6-170 mira a diventare un nuovo punto di riferimento nel mercato per efficienza e redditività.

Le pale di un aerogeneratore sono fissate al mozzo e vi è un sistema di controllo che ne modifica costantemente l’orientamento rispetto alla direzione del vento, per offrire allo stesso sempre il medesimo profilo alare garantendo, indipendentemente dalla direzione del vento, un verso orario di

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 11 di 50</p>
---	--	---

rotazione.

L'aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico è la turbina da 6.6 MW della Siemes-Gamesa (SG 6.6-170 -MOD 6.6 MW).

Nella tabella che segue sono sintetizzate le principali caratteristiche dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE PARTANNA II.

Altezza al Mozzo	135 m
Diametro Rotore	170 m
Lunghezza singola Pala	83,3 m
Area Spazzata	22,698 m ²
Numero Pale	3
Velocità di Rotazione Max a regime del Rotore	11.20 rpm
Potenza Nominale Turbina	6600 kW
Cut-Out	25 m/s
Cut-in	3 m/s
Posizione Baricentro della pala a partire dalla radice	27,76

Tabella 2 - Caratteristiche principali dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE PARTANNA II.

- **Rotore-Navicella**

Il rotore è una costruzione a tre pale, montata sopravento rispetto alla torre. La potenza erogata è controllata dalla regolazione del passo e della richiesta di coppia. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza erogata mantenendo carichi e livello di rumorosità.

La gondola è stata progettata per un accesso sicuro a tutti i punti di servizio durante il servizio programmato. Inoltre, la navicella è stata progettata per garantire la presenza sicura dei tecnici di assistenza nella navicella durante le corse di prova di servizio con la turbina eolica in piena attività. Ciò consente un servizio di alta qualità della turbina eolica e fornisce condizioni ottimali per la risoluzione dei problemi.

- **Lame**

Le lame Siemens Gamesa 5.X sono costituite da infusione di fibra di vetro e componenti stampati pultrusi in carbonio. La struttura della pala utilizza gusci aerodinamici contenenti spar-cap incorporati, legati a due reti di taglio principali in resina epossidica-fibra di vetro/balsa/schiuma.

Le lame Siemens Gamesa 5.X utilizzano un design delle lame basato su profili alari proprietari SGRE.

- **Mozzo del rotore**

Il mozzo del rotore è fuso in ghisa sferoidale ed è montato sull'albero lento della trasmissione con un collegamento a flangia. Il mozzo è sufficientemente grande da fornire spazio ai tecnici dell'assistenza durante la manutenzione delle radici delle pale e dei cuscinetti del passo dall'interno della struttura.

- **Treno di trasmissione**

La trasmissione è un concetto di sospensione a 4 punti: albero principale con due cuscinetti principali e cambio con due bracci di reazione assemblati al telaio principale.

Il cambio è in posizione a sbalzo; il portasatelliti del cambio è assemblato all'albero principale mediante a giunto bullonato a flangia e supporta il riduttore.

- **Albero principale**

L'albero principale a bassa velocità è forgiato e trasferisce la coppia del rotore al cambio e i momenti

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 12 di 50</p>
--	--	---

flettenti al telaio del letto tramite i cuscinetti di banco e gli alloggiamenti dei cuscinetti di banco.

- **Cuscinetti principali**

L'albero lento della turbina eolica è supportato da due cuscinetti a rulli conici.

I cuscinetti sono a grasso lubrificato.

- **Riduttore**

Il riduttore è del tipo ad alta velocità a 3 stadi (2 epicicloidali + 1 parallelo).

- **Generatore**

Il generatore è un generatore asincrono trifase a doppia alimentazione con rotore avvolto, collegato ad un convertitore PWM di frequenza. Lo statore e il rotore del generatore sono entrambi costituiti da lamierini magnetici impilati e avvolgimenti formati.

Il generatore è raffreddato ad aria.

- **Freno meccanico**

Il freno meccanico è montato sul lato opposto alla trasmissione del cambio.

- **Sistema di imbardata**

Un telaio del letto in ghisa collega la trasmissione alla torre. Il cuscinetto di imbardata è un anello a ingranaggi esterni con un cuscinetto a frizione. Una serie di motoriduttori epicicloidali elettrici aziona l'imbardata.

- **Copertura della navicella**

Lo schermo meteorologico e l'alloggiamento attorno ai macchinari nella navicella sono realizzati con pannelli laminati rinforzati con fibra di vetro.

- **Torre**

La turbina eolica è montata di serie su una torre d'acciaio tubolare rastremata. Altre tecnologie di torri sono disponibili per altezze del mozzo più elevate. La torre ha salita interna e accesso diretto al sistema di imbardata e navicella. È dotata di pedane e illuminazione elettrica interna.

- **Controllore**

Il controller per turbine eoliche è un controller industriale basato su microprocessore. Il controllore è completo di quadro e dispositivi di protezione ed è autodiagnostico.

- **Convertitore**

Collegato direttamente al rotore, il convertitore di frequenza è un sistema di conversione 4Q back to back con 2 VSC in un collegamento CC comune.

Il Convertitore di Frequenza consente il funzionamento del generatore a velocità e tensione variabili, fornendo potenza a frequenza e tensione costanti al trasformatore MT.

- **SCADA**

L'aerogeneratore fornisce la connessione al sistema SGRE SCADA. Questo sistema offre il controllo remoto e una varietà di visualizzazioni di stato e report utili da un browser Web Internet standard.

Le viste di stato presentano informazioni tra cui dati elettrici e meccanici, stato operativo e di guasto, dati meteorologici e dati della stazione di rete.

- **Monitoraggio delle condizioni della turbina**

Oltre al sistema SCADA SGRE, la turbina eolica può essere dotata dell'esclusiva configurazione di monitoraggio delle condizioni SGRE. Questo sistema monitora il livello di vibrazione dei componenti principali e confronta gli spettri di vibrazione effettivi con una serie di spettri di riferimento stabiliti. Revisione dei risultati, analisi dettagliata e la riprogrammazione può essere eseguita utilizzando un browser web standard.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 13 di 50</p>
--	--	---

- **Sistemi operativi**

La turbina eolica funziona automaticamente. Si avvia automaticamente quando la coppia aerodinamica raggiunge un certo valore.

Al di sotto della velocità del vento nominale, il controller della turbina eolica fissa i riferimenti di passo e coppia per operare nel punto aerodinamico ottimale (massima produzione) tenendo conto della capacità del generatore.

Una volta superata la velocità del vento nominale, la richiesta di posizione del passo viene regolata per mantenere una produzione di energia stabile pari al valore nominale.

Se è abilitata la modalità declassamento per vento forte, la produzione di energia viene limitata una volta che la velocità del vento supera un valore di soglia definito dalla progettazione, fino a quando non viene raggiunta la velocità del vento di interruzione e la turbina eolica smette di produrre energia.

Se la velocità media del vento supera il limite operativo massimo, l'aerogeneratore viene spento per beccheggio delle pale.

Quando la velocità media del vento scende al di sotto della velocità media del vento di riavvio, i sistemi si ripristinano automaticamente.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.**

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 14 di 50**

Relazione di calcolo linee elettriche

Rotor	
Type	3-bladed, horizontal axis
Position	Upwind
Diameter	170 m
Swept area	22,698 m ²
Power regulation	Pitch & torque regulation with variable speed
Rotor tilt	6 degrees

Blade	
Type	Self-supporting
Blade length	83,5 m
Max chord	4.5 m
Aerodynamic profile	Siemens Gamesa proprietary airfoils
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)
Surface gloss	Semi-gloss, < 30 / ISO2813
Surface color	Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Aerodynamic Brake	
Type	Full span pitching
Activation	Active, hydraulic

Load-Supporting Parts	
Hub	Nodular cast iron
Main shaft	Nodular cast iron
Nacelle bed frame	Nodular cast iron

Mechanical Brake	
Type	Hydraulic disc brake
Position	Gearbox rear end

Nacelle Cover	
Type	Totally enclosed
Surface gloss	Semi-gloss, <30 / ISO2813
Color	Light Grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Generator	
Type	Asynchronous, DFIG

Grid Terminals (LV)		
Baseline nominal power		6.6MW
Voltage		690 V
Frequency		50 Hz or 60 Hz

Yaw System	
Type	Active
Yaw bearing	Externally geared
Yaw drive	Electric gear motors
Yaw brake	Active friction brake

Controller	
Type	Siemens Integrated Control System (SICS)
SCADA system	MySite360

Tower	
Type	Tubular steel / Hybrid
Hub height	115m to 165 m and site-specific
Corrosion protection	
Surface gloss	Painted
Color	Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018

Operational Data	
Cut-in wind speed	3 m/s
Rated wind speed	11.5 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Cut-out wind speed	25 m/s
Restart wind speed	22 m/s

Weight	
Modular approach	Different modules depending on restriction

Figura 5 - Specifiche tecniche

Il design e il layout della navicella sono preliminari e possono essere soggetti a modifiche durante lo sviluppo del prodotto.

La navicella ospita i principali componenti del generatore eolico (figura seguente).

La navicella è ventilata e illuminata da luci elettriche. Un portello fornisce l'accesso alle pale e mozzo. Inoltre all'interno della navicella si trova anche una gru che può essere utilizzata per il sollevamento di strumenti e di altri materiali.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:

FEBBRAIO 2023

Pag. 15 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

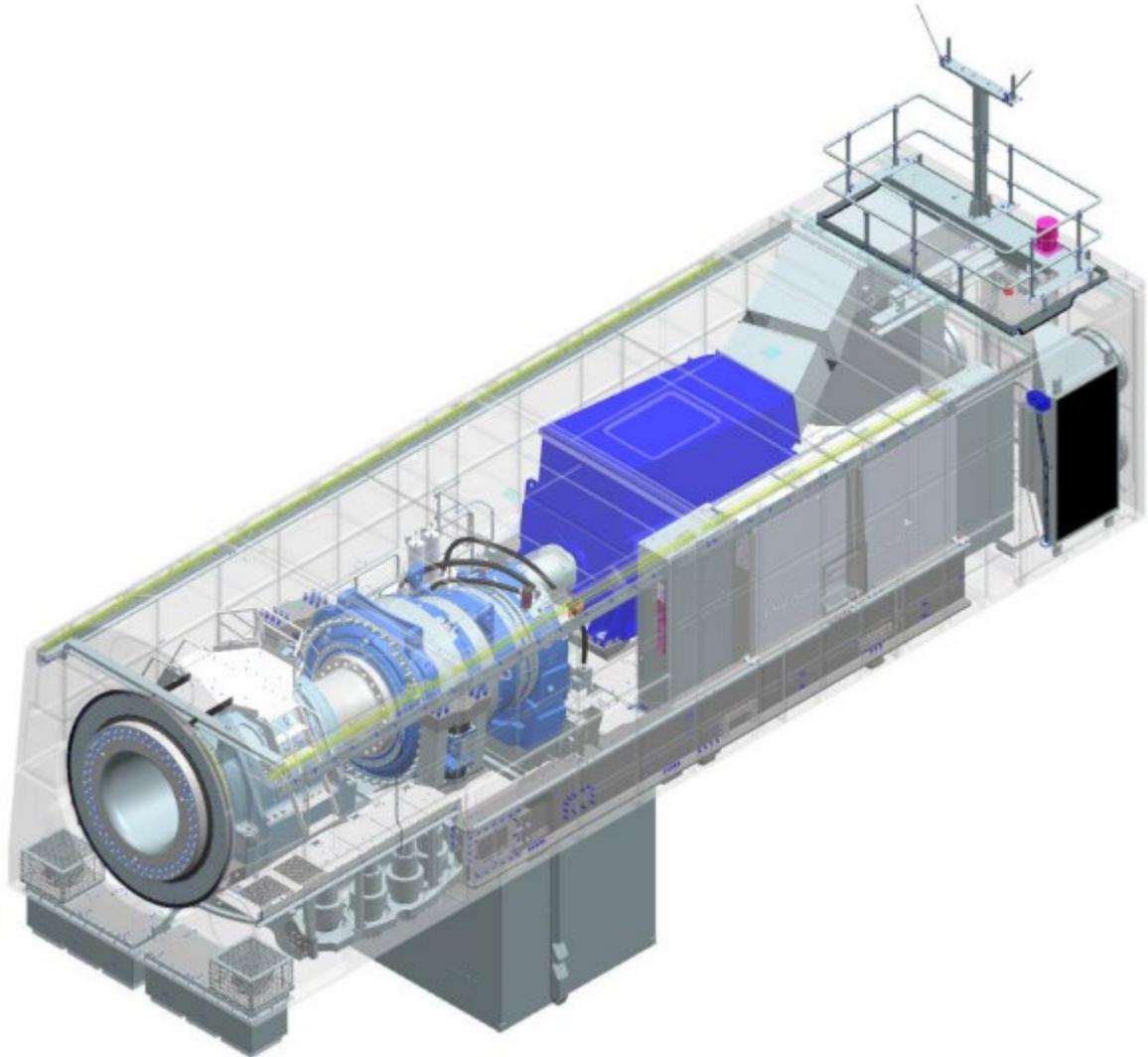


Figura 6 - Disposizione della navicella

L'accesso dalla torre alla navicella avviene attraverso il fondo della navicella.

PROGETTAZIONE:


EGM PROJECT

EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



CAP. SOC. € 100.000,00 - C.C.I.A.A. POTENZA N. PZ-206983 - REGISTRO IMPRESE POTENZA - P. IVA
02094310766

PROPONENTE:



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

Relazione di calcolo linee elettriche

**DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 16 di 50**

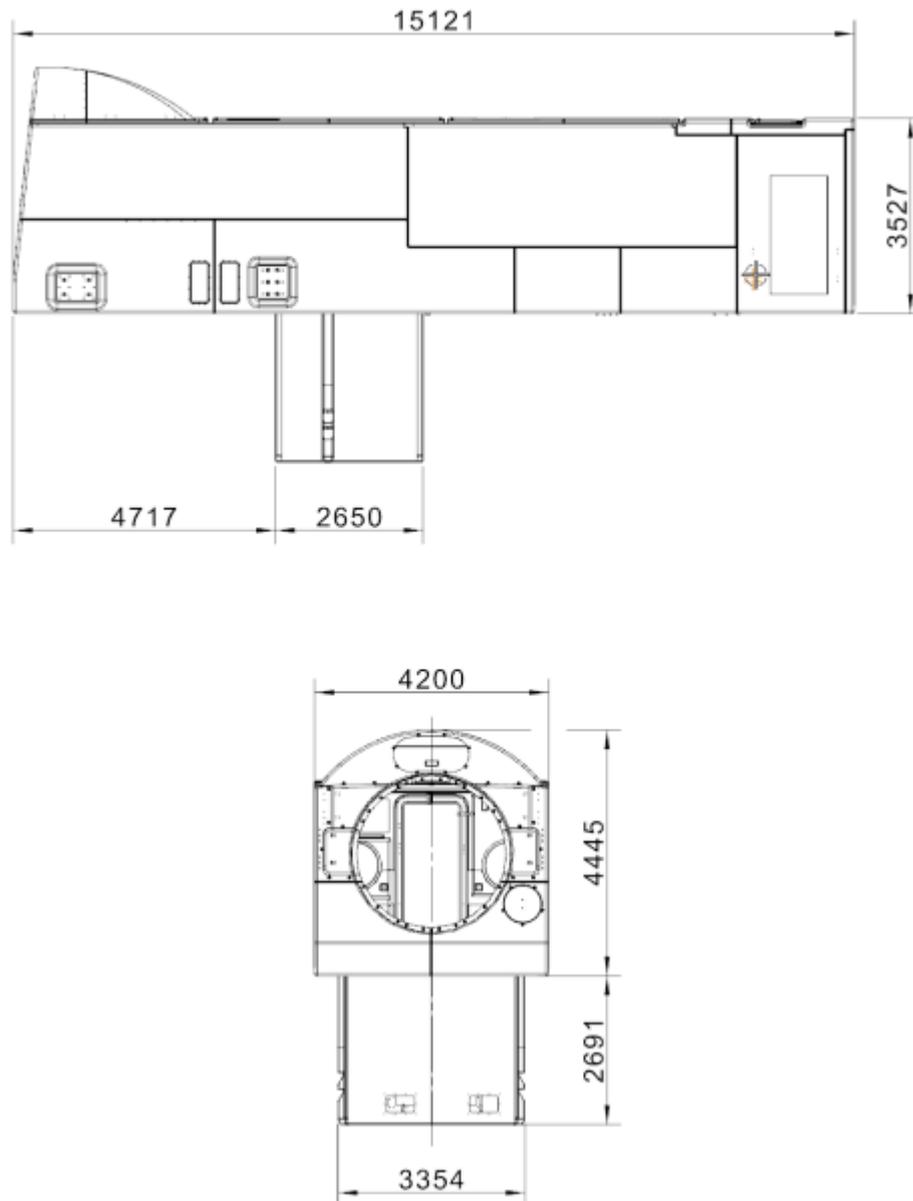


Figura 7 - Dimensioni e pesi della gondola

La turbina eolica è montata su una torre tubolare in acciaio, con un'altezza di circa 135 m, e ospita alla sua base il sistema di controllo.

È costituita da più sezioni tronco-coniche che verranno assemblate in sito. Al suo interno saranno inserite la scala di accesso alla navicella e il cavedio in cui saranno posizionati i cavi elettrici necessari al trasporto dell'energia elettrica prodotta.

L'accesso alla turbina avviene attraverso una porta alla base della torre che consentirà l'accesso al personale addetto alla manutenzione.

La torre, il generatore e la cabina di trasformazione andranno a scaricare su una struttura di fondazione

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 17 di 50</p>
--	--	---

in cemento armato di tipo diretto che verrà dimensionata sulla base degli studi geologici e dell’analisi dei carichi trasmessi dalla torre.

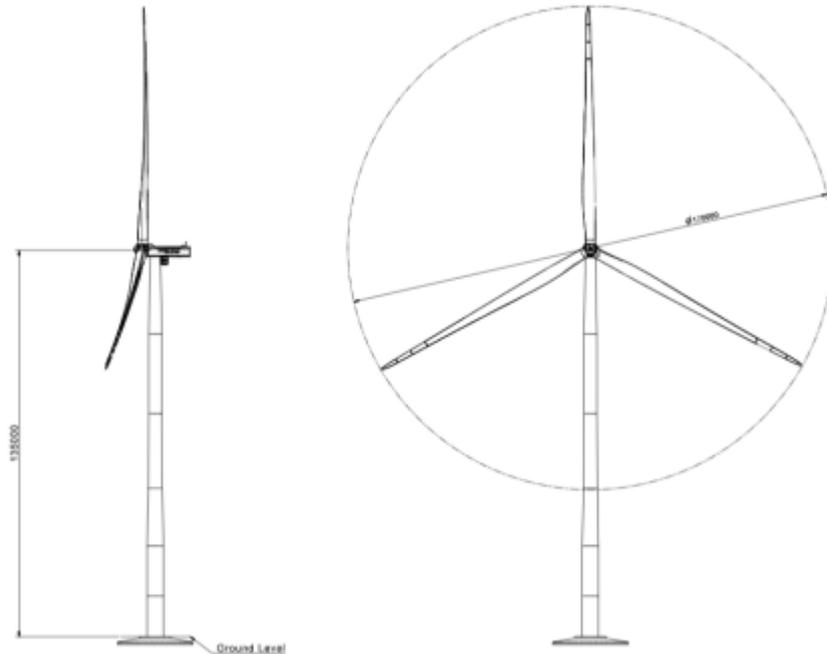


Figura 8 - SG 6.6-170 135 m

L’aerogeneratore ad asse orizzontale è costituito da una torre tubolare che porta alla sua sommità la navicella che supporta le pale e contenente i dispositivi di trasmissione dell’energia meccanica, il generatore elettrico e i dispositivi ausiliari.

La navicella può ruotare rispetto al sostegno in modo tale da tenere l’asse della macchina sempre parallela alla direzione del vento (movimento di imbardata).

Opportuni cavi convogliano al suolo, in un quadro all’interno della torre, l’energia elettrica prodotta e trasmettono i segnali necessari per il controllo remoto del sistema aerogeneratore.

Tutte le funzioni dell’aerogeneratore sono monitorate e controllate da un’unità di controllo basata su microprocessori. Le pale possono essere manovrate singolarmente per una regolazione ottimale della potenza prodotta, questo fa sì che anche a velocità del vento elevate, la produzione d’energia viene mantenuta alla potenza nominale.

La turbina è anche dotata di un sistema meccanico di frenatura che, all’occorrenza, può arrestarne la rotazione. In caso di ventosità pericolosa, per la tenuta meccanica delle pale, l’aerogeneratore dispone anche di un freno aerodinamico, un sistema in grado di ruotare le pale fino a 90° attorno al proprio asse che le posiziona in maniera tale da offrire la minima superficie possibile all’azione del vento.

Le verifiche di stabilità del terreno e delle strutture di fondazione saranno eseguite con i metodi ed i procedimenti della geotecnica, tenendo conto delle massime sollecitazioni sul terreno che la struttura trasmette.

Le massime sollecitazioni sul terreno saranno calcolate con riferimento ai valori nominali delle azioni. Il piano di posa delle fondazioni sarà ad una profondità tale da non ricadere in zona ove risultino

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 18 di 50</p>
---	--	---

apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto d’acqua.

'SG 6.6-170 è offerto con varie modalità operative che si ottengono attraverso la capacità operativa flessibile del prodotto, consentendo la configurazione di una potenza nominale ottimale più adatta per ogni parco eolico.

Le modalità operative sono sostanzialmente suddivise in due categorie: modalità applicative e modalità del sistema di riduzione del rumore.

Le modalità di applicazione garantiscono prestazioni ottimali della turbina con la massima potenza nominale consentita dai sistemi strutturali ed elettrici della turbina.

Esistono diverse modalità di applicazione, che offrono flessibilità di diverse potenze nominali.

Tutte le modalità di applicazione fanno parte del certificato della turbina. SG 6.6-170 può offrire una maggiore flessibilità operativa con modalità basate su AM 0 con potenza nominale ridotta.

Queste nuove modalità vengono create con le stesse prestazioni di rumorosità della corrispondente modalità applicativa 0 ma con una potenza nominale ridotta e una riduzione della temperatura migliorata rispetto alla corrispondente modalità applicativa 0.

Inoltre, la turbina le prestazioni elettriche sono costanti per l'intera serie di modalità applicative, come mostrato nella tabella sottostante.

Rotor Configuration	Application mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document	Electrical Performance			Max temperature With Max active power and electrical capabilities ^a
						Cos Phi	Voltage Range	Frequency range	
SG 6.6-170	AM 0	6.6	106.0	D2849164	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	20°C
SG 6.6-170	AM-1	6.5	106.0	D2861213	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	23°C
SG 6.6-170	AM-2	6.4	106.0	D2863704	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	25°C
SG 6.6-170	AM-3	6.3	106.0	D2863706	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	28°C
SG 6.6-170	AM-4	6.2	106.0	D2863708	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	30°C
SG 6.6-170	AM-5	6.1	106.0	D2863710	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	33°C
SG 6.6-170	AM-6	6.0	106.0	D2863712	D2844535	0.9	[0.95,1.12] Un	±3% Fn	35°C

Figura 9 - Elenco completo delle modalità di applicazione SG 6.6-170

Il Sistema di Riduzione del Rumore è un modulo opzionale disponibile con la configurazione SCADA base e richiede quindi la presenza di un sistema SCADA SGRE per funzionare.

Le modalità NRS sono modalità con riduzione del rumore abilitate dal sistema di riduzione del rumore.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 19 di 50</p>
---	--	---

Lo scopo di questo sistema è limitare il rumore emesso da una qualsiasi delle turbine in funzione e quindi rispettare le normative locali in materia di emissioni acustiche.

Il controllo del rumore si ottiene attraverso la riduzione della potenza attiva e della velocità di rotazione dell'aerogeneratore.

Questa riduzione dipende dalla velocità del vento. Il Sistema di Riduzione del Rumore controlla in ogni momento la regolazione del rumore di ciascuna turbina al livello più appropriato, al fine di mantenere le emissioni sonore entro i limiti consentiti.

I livelli di potenza sonora corrispondono alla configurazione della turbina eolica dotata di componenti aggiuntivi per la riduzione del rumore fissati alla pala.

Rotor Configuration	NRS Mode	Rating [MW]	Noise [dB(A)]	Power Curve Document	Acoustic Emission Document	Max temperature With Max active power and electrical capabilities ²
SG 6.6-170	N1	6.40	105.5	D2863684	D2844535	20°C
SG 6.6-170	N2	6.10	104.5	D2863686	D2844535	20°C
SG 6.6-170	N3	5.24	103.0	D2863688	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N4	5.12	102.0	D2863690	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N5	4.87	101.0	D2863692	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N6	4.52	100.0	D2863697	D2844535	30°C
SG 6.6-170	N7	3.60	99.0	D2863699	D2844535	30°C

Figura 10 - Elenco delle modalità NRS SG 6.6-170

Le modalità di applicazione sono implementate e controllate nel controller della turbina eolica.

Anche le modalità NRS sono gestite nello SCADA, tuttavia sarà anche possibile implementare modalità NRS personalizzate dallo SCADA al controller della turbina eolica.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100

Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 20 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

Nominal output and grid conditions

Nominal power 6600 kW
 Nominal voltage 690 V
 Power factor correction Frequency converter control
 Power factor range 0.9 capacitive to 0.9 inductive at nominal balanced voltage

Generator

Type DFIG Asynchronous
 Maximum power 6750 kW @20°C ext. ambient
 Nominal speed
 1120 rpm-6p (50Hz)
 1344 rpm-6p (60Hz)

Generator Protection

Insulation class Stator H/H
 Rotor H/H
 Winding temperatures 6 Pt 100 sensors
 Bearing temperatures 3 Pt 100
 Slip Rings 1 Pt 100
 Grounding brush On side no coupling

Generator Cooling

Cooling system Air cooling
 Internal ventilation Air
 Control parameter Winding, Air, Bearings temperatures

Frequency Converter

Operation 4Q B2B Partial Load
 Switching PWM
 Switching freq., grid side... 2.5 kHz
 Cooling Liquid/Air

Main Circuit Protection

Short circuit protection Circuit breaker
 Surge arrester varistors

Peak Power Levels

10 min average Limited to nominal

Grid Capabilities Specification

Nominal grid frequency 50 or 60 Hz
 Minimum voltage 85 % of nominal
 Maximum voltage 113 % of nominal
 Minimum frequency 92 % of nominal
 Maximum frequency 108 % of nominal
 Maximum voltage imbalance (negative sequence of component voltage) ≤5 %
 Max short circuit level at controller's grid
 Terminals (690 V) 82kA.

Power Consumption from Grid (approximately)

At stand-by, No yawing 10 kW
 At stand-by, yawing 23 kW

Controller back-up

UPS Controller system Online UPS, Li battery
 Back-up time 1 min
 Back-up time Scada Depend on configuration

Transformer Specification

Transformer impedance requirement 8.5 % - 10.5%
 Secondary voltage 690 V
 Vector group Dyn 11 or Dyn 1 (star point earthed)

Earthing Specification

Earthing system Acc. to IEC62305-3 ED 1.0:2010
 Foundation reinforcement .. Must be connected to earth electrodes
 Foundation terminals Acc. to SGRE Standard

HV connection HV cable shield shall be connected to earthing system

Figura 11 - Specifiche elettriche

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 21 di 50</p>
---	--	---

Transformer		Transformer Cooling	
Type	Liquid filled	Cooling type.....	KFWF
Max Current.....	7.11 kA + harmonics at nominal voltage $\pm 10\%$	Liquid inside transformer	K-class liquid
Nominal voltage	30/0.69 kV	Cooling liquid at heat exchanger	Glystantin
Frequency	50 Hz		
Impedance voltage	9.5% \pm 8.3% at ref. 6.5 MVA		
Tap Changer.....	$\pm 2 \times 2.5\%$ (optional)		
Loss ($P_0 / P_{K75^\circ C}$)	4.77/84.24 kW		
Vector group	Dyn11		
Standard.....	IEC 60076 ECO Design Directive		
Transformer Monitoring		Transformer Earthing	
Top oil temperature.....	PT100 sensor	Star point	The star point of the transformer is connected to earth
Oil level monitoring sensor...	Digital input		
Overpressure relay.....	Digital input		

Figura 12 - Specifiche del trasformatore ECO 30 kV

Il quadro sarà scelto come quadro ad alta tensione assemblato in fabbrica, omologato ed esente da manutenzione con sistema a sbarre singole. Il dispositivo sarà incapsulato in metallo, rivestito in metallo, isolato in gas e conforme alle disposizioni della norma IEC 62271-200.

Il contenitore del quadro isolato in gas è classificato secondo IEC come "sistema a pressione sigillato". È a tenuta di gas per tutta la vita. Il contenitore del quadro accoglie il sistema di sbarre e il dispositivo di manovra (come l'interruttore in vuoto, il sezionatore a tre posizioni e la messa a terra).

La nave è riempita con esafluoruro di zolfo (SF6) in fabbrica.

Questo gas è atossico, chimicamente inerte e presenta un'elevata rigidità dielettrica.

Il lavoro sul gas in loco non è richiesto e anche durante il funzionamento non è necessario controllare le condizioni del gas o ricaricarlo, il recipiente è progettato per essere a tenuta di gas per tutta la vita.

Per monitorare la densità del gas, ogni serbatoio del quadro è dotato di un indicatore di pronto per il servizio sul fronte operativo.

Si tratta di un indicatore meccanico rosso/verde, automonitorante e indipendente dalla temperatura e dalle variazioni della pressione dell'aria ambiente.

I cavi MT collegati alle linee cavi di rete e agli interruttori automatici sono collegati tramite passanti in resina colata che confluiscono nel vano del quadro.

Le boccole sono progettate come connessioni a cono esterno tipo "C" M16 bullonate 630 A secondo EN 50181.

Il vano è accessibile frontalmente.

Un interblocco meccanico assicura che il coperchio della cella cavi possa essere rimosso solo quando l'interruttore a tre posizioni è in posizione di messa a terra.

L'interruttore funziona in base alla tecnologia di commutazione sottovuoto. L'unità di interruzione in vuoto è installata nel contenitore del quadro insieme all'interruttore a tre posizioni ed è quindi protetta dagli influssi ambientali.

Il comando dell'interruttore si trova all'esterno del serbatoio. Sia le ampole che i meccanismi operativi sono esenti da manutenzione.

Sono previsti lucchetti per bloccare il funzionamento del quadro in posizione di aperto e chiuso del sezionatore, posizione di aperto e chiuso dell'interruttore di terra e posizione di aperto dell'interruttore

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 22 di 50</p>
---	--	---

automatico, per impedire il funzionamento improprio dell'apparecchiatura.

I sistemi di rilevamento capacitivo della tensione sono installati sia nel cavo di rete che nelle partenze dell'interruttore.

Gli indicatori collegabili possono essere inseriti nella parte anteriore del quadro per mostrare lo stato della tensione.

Il quadro è dotato di un relè di protezione da sovracorrente con le funzioni di protezione da sovracorrente, cortocircuito e guasto a terra.

Il relè assicura che il trasformatore sia disconnesso se si verifica un guasto nel trasformatore o nell'installazione ad alta tensione nella turbina eolica.

Il relè è regolabile per ottenere selettività tra l'interruttore principale di bassa tensione e l'interruttore della cabina.

Il sistema di protezione deve provocare l'apertura dell'interruttore con un relè a doppia alimentazione (autoalimentazione + possibilità di alimentazione ausiliaria esterna).

Importa la sua alimentazione dai trasformatori di corrente, che sono già montati sulle boccole all'interno del pannello dell'interruttore ed è quindi ideale per le applicazioni delle turbine eoliche.

Anche i segnali di scatto dalla protezione ausiliaria del trasformatore e dal controller della turbina eolica possono disinserire il quadro.

Il quadro è costituito da due o più partenze*; una partenza interruttore per il trasformatore dell'aerogeneratore anche con sezionatore di terra e una o più uscite cavo di rete** con sezionatore sotto carico e sezionatore di terra.

Il quadro può essere azionato localmente nella parte anteriore o mediante l'uso di un telecomando portatile (solo interruttore automatico) collegato a una scatola di controllo a livello di ingresso della turbina eolica.

Il quadro si trova nella parte inferiore della torre.

Il trasformatore principale, il quadro BT e i convertitori si trovano al livello della navicella sopra la torre.

I cavi di rete, dalla sottostazione e/o tra le turbine, devono essere installati in corrispondenza delle boccole negli scomparti di alimentazione dei cavi di rete del quadro.

Queste boccole sono il punto di connessione interfaccia/rete della turbina. È possibile collegare i cavi di rete in parallelo installando i cavi uno sopra l'altro.

Lo spazio nelle celle cavi MT del quadro consente l'installazione di due connettori per fase o di un connettore + scaricatore per fase.

I cavi del trasformatore sono installati nella parte inferiore dell'alimentatore dell'interruttore.

Il vano cavi è accessibile frontalmente.

Un interblocco meccanico assicura che il coperchio della cella cavi possa essere rimosso solo quando l'interruttore a tre posizioni è in posizione di messa a terra.

Facoltativamente, il quadro può essere fornito con scaricatori di sovratensione installati tra il quadro e il trasformatore della turbina eolica sulle boccole in uscita dell'alimentatore dell'interruttore.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 23 di 50</p>
---	--	---

Switchgear		Circuit breaker feeder	
Make	Ormazabal or Siemens	Rated current, Cubicle	630 A
Type	8DJH, 8DJH	Rated current circuit breaker	630 A
	36/cgmcosmos cgm.3	Short time withstand current	20 kA/1s
Rated voltage	20-40,5(Um) kV	Short circuit making current	50 kA/1s
Operating voltage	20-40,5(Um) kV	Short circuit breaking current	20 kA/1s
Rated current	630 A	Three position switch	Closed, open, earthed
Short time withstand current	20 kA/1s	Switch mechanism	Spring operated
Peak withstand current	50 kA	Tripping mechanism	Stored energy
Power frequency withstand voltage	70 kV	Control	Local
Lightning withstand voltage	170 kV	Coil for external trip	230V AC
Insulating medium	SF ₆	Voltage detection system	Capacitive
Switching medium	Vacuum		
Consist of	2/3/4 panels	Protection	
Grid cable feeder	Cable riser or line cubicle	Over-current relay	Self-powered
Circuit breaker feeder	Circuit breaker	Functions	50/51 50N/51N
Degree of protection, vessel	IP65	Power supply	Integrated CT supply
		Interface- MV Cables	
Internal arc classification IAC:	A FL 20 kA 1s	Grid cable feeder	630 A bushings type C
Pressure relief	Downwards		M16
Standard	IEC 62271	Cable entry	Max 2 feeder cables
Temperature range	-25°C to +45°C	Cable clamp size (cable outer diameter) **	From bottom
			26 - 38mm
Grid cable feeder (line cubicle)			36 - 52mm
Rated current, Cubicle	630 A		50 - 75mm
Rated current, load breaker	630 A	Circuit breaker feeder	630 A bushings type C
Short time withstand current	20 kA/1s	Cable entry	M16
Short circuit making current	50 kA/1s		From bottom
Short circuit breaking current	20 kA/1s	Interface to turbine control	
Three position switch	Closed, open, earthed	Breaker status	
Switch mechanism	Spring operated	SF ₆ supervision	1 NO contact
Control	Local		
Voltage detection system	Capacitive		

Figura 13 - Dati tecnici per quadri

Il sistema SCADA SGRE ha la capacità di trasmettere e ricevere istruzioni dal fornitore del sistema di trasmissione per scopi di affidabilità del sistema a seconda della configurazione del sistema SCADA. L'aerogeneratore può funzionare nell'intervallo di frequenza compreso tra 46 Hz e 54 Hz, facendo una differenza tra un funzionamento in regime stazionario (piena simultaneità): $\pm 3\%$ ed eventi transitori (limitata simultaneità): $\pm 8\%$, oltre la frequenza nominale.

Le simultaneità dei principali parametri di funzionamento devono essere considerate per valutare gli intervalli di funzionamento consentiti, principalmente:

- ✓ Livello di potenza attiva
- ✓ Fornitura di potenza reattiva
- ✓ Temperatura ambiente
- ✓ Livello di tensione di funzionamento
- ✓ Livello di frequenza di funzionamento

E il tempo totale in cui la turbina funziona in tali condizioni.

L'intervallo di funzionamento della tensione per la turbina eolica è compreso tra l'85% e il 113% della

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 24 di 50</p>
--	--	---

tensione nominale sul lato a bassa tensione del trasformatore della turbina eolica.

La tensione può arrivare fino al 130% per 1s.

La tensione target della turbina eolica deve rimanere tra il 95% e il 112% per supportare le migliori prestazioni possibili rimanendo entro i limiti operativi.

Il funzionamento al di fuori di questo intervallo potrebbe comportare una riduzione della potenza.

Oltre il $\pm 10\%$ della deviazione di tensione, gli algoritmi di supporto automatico della tensione potrebbero eseguire il controllo della potenza reattiva, per garantire un funzionamento continuo del generatore eolico e massimizzare la disponibilità, ignorando il controllo esterno e i setpoint della potenza reattiva.

Il sistema SCADA riceve feedback/valori misurati dal punto di interconnessione a seconda della modalità di controllo che sta operando. Il controller dell'impianto eolico confronta quindi i valori misurati con i livelli target e calcola il riferimento di potenza reattiva. Infine, vengono distribuiti i riferimenti di potenza reattiva a ogni singolo aerogeneratore.

Il controller della turbina eolica risponde all'ultimo riferimento del sistema SCADA e genererà la potenza reattiva richiesta di conseguenza dalla turbina eolica.

Il controllo della frequenza è gestito dal sistema SCADA insieme al controller della turbina eolica. Il controllo della frequenza dell'impianto eolico è affidato al sistema SCADA che distribuisce ai controllori i setpoint di potenza attiva di ogni singolo aerogeneratore.

Il controller della turbina eolica risponde all'ultimo riferimento del sistema SCADA e manterrà questa potenza attiva localmente.

I componenti all'interno della turbina eolica sono monitorati e controllati dal singolo controller locale della turbina eolica (SICS II).

Il SICS II può azionare la turbina indipendentemente dal sistema SCADA e il funzionamento della turbina può continuare autonomamente in caso, ad es. danni ai cavi di comunicazione.

I dati registrati presso la turbina vengono archiviati presso il SICS.

Nel caso in cui la comunicazione con il server centrale venga temporaneamente interrotta, i dati vengono mantenuti nel SICS e trasferiti al server SCADA quando possibile.

La rete di comunicazione nel parco eolico deve essere realizzata con fibre ottiche.

La progettazione ottimale della rete è in genere una funzione del layout del parco eolico.

Una volta selezionato il layout, SGRE definirà i requisiti minimi per la progettazione della rete.

La fornitura, l'installazione e la terminazione della rete di comunicazione sono tipicamente effettuate dal Datore di lavoro.

Il pannello server SCADA centrale fornito da SGRE è normalmente posizionato presso la sottostazione o l'edificio di controllo del parco eolico. Il pannello del server comprende tra l'altro:

- ✓ Il server è configurato con ridondanza del disco standard (RAID) per garantire il funzionamento continuo in caso di guasto del disco. Apparecchiature di rete. Ciò include tutti gli switch e i media converter necessari.
- ✓ Backup UPS per garantire lo spegnimento sicuro dei server in caso di interruzione di corrente.

Le soluzioni SCADA si basano su una soluzione di infrastruttura server virtualizzata, il che significa che il software viene eseguito virtualmente su uno o più server hardware non ridondanti o ridondanti (a seconda delle esigenze del cliente).

Sul server SCADA i dati vengono presentati online come web-service e contemporaneamente archiviati

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 25 di 50</p>
--	--	---

in un database.

Da questo database SQL possono essere generati numerosi report.

Il sistema SCADA comprende una stazione di misurazione della rete situata in uno o più pannelli del modulo o nel pannello del server SCADA. Normalmente la stazione di misura della rete è collocata presso la sottostazione del parco eolico o l'edificio di controllo in prossimità del Punto di Connessione. Il cuore della stazione di misurazione della rete è un misuratore PQ.

La stazione di misurazione della rete Wind Farm Control può essere adattata a quasi tutte le disposizioni della connessione alla rete.

La stazione di misurazione della rete richiede segnali di tensione e corrente dai TV e dai CT montati sul PCC del parco eolico per abilitare le funzioni di controllo.

La stazione di misura della rete e le interfacce Wind Farm Control con i server SCADA SGRE e le turbine sono tramite una rete LAN.

Il controllo del parco eolico può essere fornito su richiesta in una configurazione ad alta disponibilità (HA) con una configurazione cluster di server ridondante.

Lo scambio di segnali online e le comunicazioni con sistemi di terze parti come sistemi di controllo di sottostazioni, sistemi di controllo remoto e/o sistemi di manutenzione sono possibili sia dal modulo che/o dal pannello del server SCADA SGRE.

Per la comunicazione con apparecchiature di terze parti sono supportati OPC UA e IEC 60870-5-104.

4.2 Cavidotti

Gli aerogeneratori sono connessi singolarmente alla “Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV” tramite una linea MT a 30 kV.

In corrispondenza della “Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV” la tensione viene innalzata da 30kV a 36kV; da questa, tramite cavidotto interrato a 36kV l'impianto è poi connesso alla SSE Lato Utente “Partanna 2” di nuova realizzazione ed infine connesso in antenna alla SSE - RTN.

Ogni aerogeneratore è dotato di tutte le apparecchiature e circuiti di potenza nonché di comando, protezione, misura e supervisione.

L'impianto elettrico in oggetto comprende sistemi di categoria 0, I, II e III ed è esercito alla frequenza di 50Hz. Si distinguono le seguenti parti:

- ✓ il sistema BT a 690 V, esercito con neutro a terra (montante aerogeneratore);
- ✓ il sistema MT a 30 kV, esercito con neutro isolato;
- ✓ il sistema AT a 36 kV, esercito con neutro isolato.

4.3 Modalità di connessione alla rete

La STMG è definita dal Gestore sulla base di criteri finalizzati a garantire la continuità del servizio e la sicurezza di esercizio della rete su cui il nuovo impianto si va ad inserire, tenendo conto dei diversi aspetti tecnici ed economici associati alla realizzazione delle opere di allacciamento.

In particolare il Gestore analizza ogni iniziativa nel contesto di rete in cui si inserisce e si adopera per minimizzare eventuali problemi legati alla eccessiva concentrazione di iniziative nella stessa area, al fine di evitare limitazioni di esercizio degli impianti di generazione nelle prevedibili condizioni di funzionamento del sistema elettrico.

La STMG contiene unicamente lo schema generale di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN), nonché i tempi ed i costi medi standard di realizzazione degli impianti di rete per la

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 26 di 50</p>
--	--	---

connessione.

L’Autorità per l’energia elettrica, il gas e rete idrica con la delibera ARG/elt99/08 (TICA) e s.m.i. stabilisce le condizioni per l’erogazione del servizio di connessione alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi per gli impianti di produzione di energia elettrica.

Il campo di applicazione è relativo anche ad impianti di produzione e si prefigge di individuare il punto di inserimento e la relativa connessione, dove per inserimento s’intende l’attività d’individuazione del punto nel quale l’impianto può essere collegato, e per connessione s’intende l’attività di determinazione dei circuiti e dell’impiantistica necessaria al collegamento.

L’impianto eolico di riferimento avrà una potenza di 39.6 MW.

La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la futura sezione 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) a 220/36 kV da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV “Fulgatore – Partanna”, previa:

- ✓ realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV “Fulgatore – Partinico”, di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- ✓ realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- ✓ realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220/150 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

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 nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della Vs. centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.

5. CALCOLO LINEA ELETTRICA PER LA CONNESSIONE DELL’IMPIANTO

Le scelte progettuali di seguito descritte hanno inoltre tenuto conto delle esigenze operative del committente al fine di raggiungere gli obiettivi riguardanti:

1. la sicurezza,
2. la funzionalità,
3. l’affidabilità,
4. la durata,
5. l’economicità.

La connessione tra l’impianto e la rete elettrica avverrà con una linea interrata (entro cavidotti in PVC). Le caratteristiche della potenza immessa in rete dal generatore, sulla base del quale va effettuato il calcolo di verifica, sono le seguenti:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 27 di 50</p>
---	--	---

Tratta			Generazione			
Da	A	Lunghezza (km)	Pn (kW)	Vn (kV)	In (A)	Cosf _n (rit)
A01	Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	4,95	6600	30	118	0,97
A02	Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	5,84	6600	30	118	0,97
A03	Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	4,76	6600	30	118	0,97
A04	Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	1,00	6600	30	118	0,97
A05	Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	1,53	6600	30	118	0,97
A06	Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	1,78	6600	30	118	0,97
Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	SSE Lato Utente “Partanna 2”	8,42	39600	36	546	0,97

L'energia prodotta dall'aerogeneratore A01 sarà convogliata verso la Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX- 18/30kV - 1x3x95-L=4,95km.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 28 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato. Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Filo di rame rosso e contrappeso Materiale: Rame rosso (R max 3 Q/ton)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Q/ton)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità 8a/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, 8a quality Colour: grey

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.**
P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 29 di 50**

Relazione di calcolo linee elettriche

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_n	Resistenza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore	
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_n	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (Is)	
n° x mm^2	mm	A/Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	in aria e in air at 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C	
							R=1m°C/W	kA	
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,96$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 0,91$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 30 di 50</p>
---	--	---

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 263 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 216 A$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_1 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_1 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_1 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione: 3x1x95mmq

Tipo di Posa: interrata

Tipo di Cavo: ARE4H5RX 18/30kV

Isolamento: HEPR/XLPE

Materiale: Alluminio

Lunghezza tratto interrato: 4947 metri

Risulta per tanto un $\Delta V = 196,38 V$

Che espresso in termini percentuali: $\Delta V\% = \Delta V / V_n \cdot 100 = 0,65\% < 4\%$

L'energia prodotta dall'aerogeneratore A02 sarà convogliata verso la Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX- 18/30kV - 1x3x95-L=5,84km.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 31 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato. Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Filo di rame rosso e contrappesato Materiale: Rame rosso (R max 3 Q/ton)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Q/ton)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità 8a/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, 8a quality Colour: grey

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.**
P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 32 di 50**

Relazione di calcolo linee elettriche

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_n	Resistenza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_n	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (Is)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria e in air at 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,96$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 0,91$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 33 di 50</p>
---	--	---

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 263 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 216 A$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_1 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_1 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_1 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione: 3x1x95mmq

Tipo di Posa: interrata

Tipo di Cavo: ARE4H5RX 18/30kV

Isolamento: HEPR/XLPE

Materiale: Alluminio

Lunghezza tratto interrato: 5841 metri

Risulta per tanto un $\Delta V = 231,87 V$

Che espresso in termini percentuali: $\Delta V\% = \Delta V / V_n \cdot 100 = 0,77\% < 4\%$

L'energia prodotta dall'aerogeneratore A02 sarà convogliata verso la Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX- 18/30kV - 1x3x95-L=4,75km.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 34 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato. Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Filo di rame rosso e contrappeso Materiale: Rame rosso (R max 3 Q/ton)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Q/ton)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità 8a/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, 8a quality Colour: grey

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.
P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 35 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_n	Resistenza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_n	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (Is)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	in aria e in air at 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,96$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 0,91$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 36 di 50</p>
---	--	---

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 263 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 216 A$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_1 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_1 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_1 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione: 3x1x95mmq

Tipo di Posa: interrata

Tipo di Cavo: ARE4H5RX 18/30kV

Isolamento: HEPR/XLPE

Materiale: Alluminio

Lunghezza tratto interrato: 4757 metri

Risulta per tanto un $\Delta V = 188,84 V$

Che espresso in termini percentuali: $\Delta V\% = \Delta V / V_n \cdot 100 = 0,62\% < 4\%$

L'energia prodotta dall'aerogeneratore A04 sarà convogliata verso la Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX- 18/30kV - 1x3x95-L=1,00km.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 37 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato. Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Filo di rame rosso e contrappeso Materiale: Rame rosso (R max 3 Q/ton)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Q/ton)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità 8a/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, 8a quality Colour: grey

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.
P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 38 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_n	Resistenza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_n	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (1s)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	A	kA
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	36,8
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	46,0
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	58,0
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	3,2
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	4,6
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	6,5
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	8,8
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	11,1
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	13,8
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	17,0
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	22,1
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	27,6

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,96$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 0,91$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 39 di 50</p>
---	--	---

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 263 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 216 A$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_1 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_1 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_1 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione: 3x1x95mmq

Tipo di Posa: interrata

Tipo di Cavo: ARE4H5RX 18/30kV

Isolamento: HEPR/XLPE

Materiale: Alluminio

Lunghezza tratto interrato: 1001 metri

Risulta per tanto un $\Delta V = 39,73 V$

Che espresso in termini percentuali: $\Delta V\% = \Delta V / V_n \cdot 100 = 0,13\% < 4\%$

L'energia prodotta dall'aerogeneratore A05 sarà convogliata verso la Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX- 18/30kV - 1x3x95-L=1,53km.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 40 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUKTIVO INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato. Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUKTIVO ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Filo di rame rosso e contrappesato Materiale: Rame rosso (R max 3 Q/ton)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Q/ton)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità 8a/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, 8a quality Colour: grey

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.
P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 41 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_n	Resistenza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_n	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (Is)
n° x mm ²	mm	A/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	in aria e in air at 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,96$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 0,91$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 42 di 50</p>
---	--	---

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 263 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 216 A$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_1 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_1 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_1 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione: 3x1x95mmq

Tipo di Posa: interrata

Tipo di Cavo: ARE4H5RX 18/30kV

Isolamento: HEPR/XLPE

Materiale: Alluminio

Lunghezza tratto interrato: 1533 metri

Risulta per tanto un $\Delta V = 60,85 V$

Che espresso in termini percentuali: $\Delta V\% = \Delta V / V_n \cdot 100 = 0,20\% < 4\%$

L'energia prodotta dall'aerogeneratore A06 sarà convogliata verso la Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato in MT con cavo con conduttori di fase in alluminio elicoidale ARE4H5RX- 18/30kV - 1x3x95-L=1,78km.

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100

Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 43 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche



CARATTERISTICHE FUNZIONALI:

- Tensione nominale U_0/U : : 12/20 kV - 18/30 kV
- Temperatura massima di esercizio: 90°C
- Temperatura minima di posa: 0°C
- Temperatura massima di corto circuito: 250°C

CARATTERISTICHE PARTICOLARI:

Cavi media tensione non propaganti la fiamma. Adatti per impianti eolici.

CONDIZIONI DI IMPIEGO:

Adatti per installazioni in canale interrato; tubo interrato; interro diretto; aria libera; interrato con protezione.

COSTRUZIONE DEL CAVO / CABLE CONSTRUCTION

	CONDUTTORE Materiale: Conduttore a corda rotonda composto di alluminio	CONDUCTOR Material: stranded wire aluminum
	SEMICONDUZIONE INTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	INNER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	ISOLANTE Materiale: Miscela di polietilene reticolato. Colore: Naturale	INSULATION Material: polyethylene compound Colour: Natural
	SEMICONDUZIONE ESTERNO Materiale: Miscela estrusa Colore: Nero	OUTER SEMICONDUCTIVE Material: extruded compound Colour: Black
	SCHERMO Tipo: Filo di rame rosso e contrappesato Materiale: Rame rosso (R max 3 Q/ton)	SCREEN Type: Copper wire Colour: Copper (R max 3 Q/ton)
	GUAINA ESTERNA Materiale: PVC di qualità 8a/ST2 Colore: Rosso	OUTER SHEATH Material: PVC compound, 8a quality Colour: grey

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

Relazione di calcolo linee elettriche

DATA:

FEBBRAIO 2023

Pag. 44 di 50

ARE4H1RX - Elica visibile - 18/30 kV

18/30 kV Caratteristiche elettriche - electrical characteristics

Formazione	Capacità nominale	Corrente capacitiva nominale a tensione U_n	Resistenza di fase a 50 HZ	Resistenza massima in CC del conduttore a 20°C	Resistenza massima in CC dello schermo a 20°C	Resistenza massima in CA del conduttore a 90°C	Portata di corrente	Corrente di corto circuito del conduttore
Size	Nominal capacity	Nominal capacitive current at voltage U_n	Reactance phase 50HZ	Conductor max electrical resist. CC at 20°C	Screen max electrical resist. CC at 20°C	Conductor max electrical resist. CA at 20°C	Current rating	Short circuit current conductor (Is)
n° x mm^2	mm	A/Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	Ω /Km	in aria e in air at 30° C	interrato a 20° C Underground at 20° C
35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469
400	0,27	1,64	0,107	0,0778	3,0	0,103	630	526
500	0,29	1,79	0,103	0,0605	3,0	0,081	714	581
630	0,32	1,96	0,100	0,0469	3,0	0,064	793	625
3x1x35	0,13	0,74	0,153	0,868	3,0	1,115	160	156
3x1x50	0,13	0,83	0,149	0,641	3,0	0,825	198	181
3x1x70	0,15	0,92	0,140	0,443	3,0	0,570	243	222
3x1x95	0,16	1,01	0,132	0,320	3,0	0,412	289	263
3x1x120	0,18	1,10	0,127	0,253	3,0	0,328	334	296
3x1x150	0,19	1,16	0,123	0,206	3,0	0,268	373	337
3x1x185	0,21	1,22	0,119	0,164	3,0	0,213	426	371
3x1x240	0,22	1,37	0,115	0,125	3,0	0,163	494	419
3x1x300	0,24	1,49	0,111	0,100	3,0	0,132	555	469

Per i cavi con isolamento in G7 le portate di corrente sono da ritenersi più basse di 4-6 A.
For cables with insulation G7 current rating are to be considered more low 4-6 A.

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,96$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 0,91$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 45 di 50</p>
---	--	---

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 263 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 216 A$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo;
- I_0 è la portata teorica del cavo.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_1 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_1 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_1 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione: 3x1x95mmq

Tipo di Posa: interrata

Tipo di Cavo: ARE4H5RX 18/30kV

Isolamento: HEPR/XLPE

Materiale: Alluminio

Lunghezza tratto interrato: 1783 metri

Risulta per tanto un $\Delta V = 70,78 V$

Che espresso in termini percentuali: $\Delta V\% = \Delta V / V_n \cdot 100 = 0,23\% < 4\%$

L'energia in uscita dalla Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV sarà convogliata verso la SSE Lato Utente “Partanna 2” tramite un tratto di cavidotto interrato a 36 kV con cavo con conduttori di fase in rame del tipo RG7H1R 26/45 kV - 1x240 - L=8,42km

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND
PROJECT IV S.R.L.

P.I. 16805241003
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
FEBBRAIO 2023
Pag. 46 di 50

Relazione di calcolo linee elettriche



Caratteristiche elettriche/Electrical characteristics

Formazione Size	Resistenza elettrica a 20°C Max. electrical resistance at 20°C	Resistenza apparente a 90°C e 50Hz Conductor apparent resistance at 90°C and 50Hz		Reattanza di fase Phase reactance		Capacità a 50Hz Capacity at 50Hz
		a trifoglio trifol	in piano flat	a trifoglio trifol	in piano flat	
n° x mm²	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	Ω/Km	µF/km
1 x 70	0,268	0,342	0,342	0,15	0,21	0,15
1 x 95	0,193	0,246	0,246	0,14	0,20	0,16
1 x 120	0,153	0,196	0,196	0,14	0,20	0,18
1 x 150	0,124	0,159	0,158	0,13	0,19	0,20
1 x 185	0,0991	0,128	0,127	0,13	0,19	0,21
1 x 240	0,0754	0,0985	0,0972	0,12	0,18	0,23

Caratteristiche tecniche/Technical characteristics

U max: 52 kV

Formazione Size	Ø indicativo conduttore Approx. conduct Ø	Spessore medio isolante Average insulation thickness	Ø esterno max Max outer Ø	Peso indicativo cavo Approx. cable weight	Portata di corrente Current rating			
					in aria In air		interato* buried*	
n° x mm²	mm	mm	mm	kg/km	a trifoglio trifol	in piano flat	a trifoglio trifol	in piano flat
1 x 70	9,7	10,3	41,9	2150,0	280,0	315,0	255,0	260,0
1 x 95	11,4	10,3	43,8	2490,0	340,0	380,0	300,0	310,0
1 x 120	12,9	10,0	44,8	2735,0	395,0	440,0	365,0	365,0
1 x 150	14,3	9,5	45,1	3020,0	445,0	495,0	385,0	395,0
1 x 185	16,0	9,3	47,1	3395,0	510,0	570,0	440,0	450,0
1 x 240	18,3	9,3	49,2	4025,0	600,0	665,0	510,0	520,0

Verifica della Portata

Per il calcolo della portata del cavo in posa interrata vengono utilizzati i seguenti coefficienti correttivi, calcolati come segue:

- temperatura ambiente: si ipotizza una temperatura ambiente media di esercizio di 25°C; il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_1 = 0,96$;
- Profondità di posa: 1,5 m: il corrispondente valore del coefficiente di riduzione da applicare alla portata del cavo è $k_2 = 0,94$;
- Fattore di riduzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano $k_3 = 1$;
- Tipologia di terreno: terreno secco con resistività termica 2,0 Km/W, per cui $k_4 = 0,91$.

La portata effettiva dei cavi, posati in terra alla profondità di 1,50 m, in un terreno a 25°C con resistività termica nominale di 2 °Cm/W è pertanto pari a:

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100 Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 47 di 50</p>
---	--	---

$$I_z = I_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 = 2 \cdot 520 \cdot 0,96 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 0,91 = 982 A$$

Dove:

- I_z è la portata effettiva del cavo in doppia terna;
- I_0 è la portata teorica del cavo in doppia terna.

Verifica della caduta di tensione tratto Interrato

L'aspetto fondamentale per il dimensionamento delle linee elettriche è, oltre alla scelta della sezione più idonea in relazione al tipo di posa e all'entità del carico, contenere il valore delle cadute di tensione (c.d.t.) al valore massimo del 4%.

Occorre pertanto verificare che, in normali condizioni di esercizio, la massima caduta di tensione fra il punto di partenza della nuova linea MT e il punto di arrivo sia compatibile con le caratteristiche del cavo.

La caduta di tensione in condizioni di esercizio è pari a:

$$\Delta V = \frac{\sqrt{3} \cdot I_b \cdot (r \cdot L_7 \cdot \cos \varphi_n + x \cdot L_7 \cdot \sin \varphi_n)}{1000}$$

Dove:

- I_b è la corrente di impiego per il tratto di cavo considerato in [A];
- L_7 è la lunghezza del tratto di cavo considerato in [m];
- r è la resistenza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km];
- x è la reattanza per unità di lunghezza del cavo considerato in [Ω /km].

Il conduttore considerato ha le seguenti caratteristiche:

Formazione: 2x(1x240) mmq

Tipo di Posa: interrata

Tipo di Cavo: RG7H1R 26/45 kV

Isolamento: HEPR G7

Materiale: Rame

Lunghezza tratto interrato: 8417 metri

Risulta per tanto un $\Delta V = 334,13 V$

Che espresso in termini percentuali: $\Delta V\% = \Delta V / V_n \cdot 100 = 1,11\% < 4\%$

6. DETERMINAZIONE DELLE POTENZE/CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

I cavi e le canaline sono posati secondo quanto descritto dalle norme CEI 11-17, CEI 0-16, CEI 0-21. In generale il cablaggio elettrico avviene per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame/alluminio scelti in funzione della effettiva tensione di esercizio e portata e del tipo unificato e/o armonizzato e non propaganti l'incendio e con le seguenti prescrizioni:

- sezione delle anime in rame opportunamente dimensionati in modo da contenere la caduta di potenziale entro il 3% del valore misurato da qualsiasi punto dell'impianto elettrico al gruppo di

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 48 di 50</p>
--	--	---

conversione;

- Tipo FG7(O)R per il sistema di distribuzione in corrente alternata se installati in esterno o in cavidotti su percorsi interrati;

I cavi sono tutti contrassegnati e chiaramente identificabili, quelli del sistema a corrente continua e/o di segnale da quelli del sistema a corrente alternata. Per i cavi in corrente continua è osservata l'assegnazione dei colori di polarità: polo positivo il color rosso; polo negativo il color nero.

Tutti i percorsi cavi sono realizzati con posa in tubazione (cavidotto), eventualmente in idonee canaline di protezione affrancate alle pareti ma non sono previsti in posa libera.

Si riporta la definizione dei parametri di sequenza, in particolare si riportano gli elementi fondamentali per i singoli componenti dell'impianto, ovvero:

- ✓ reattanze longitudinali di sequenza per Generatori;
- ✓ resistenze e reattanze longitudinali di sequenza per linee e cavi MT;
- ✓ reattanze trasversali di sequenza per linee e cavi MT.

6.1 Generatori

Per il generatore eolico si suppone un contributo al corto circuito pari a 4 volte la corrente nominale del generatore eolico, in quanto macchina asincrona:

$$\dot{X}_1'' = \dot{X}_2'' = \frac{A_G}{4 \cdot A_n}$$

e

$$\dot{X}_0'' = 0,30 \cdot \dot{X}_1''$$

dove

- A_n è la potenza nominale apparente in MVA del gruppo generatore
- X_1'' è la reattanza subtransitoria diretta dell'inverter in per unit (p.u.);
- X_2'' è la reattanza subtransitoria inversa dell'inverter in per unit (p.u.);
- X_0'' è la reattanza subtransitoria omopolare dell'inverter in per unit (p.u.).

6.1 Cavi e linee

$$\dot{R}_1 = \dot{R}_2 = R_L \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

$$\dot{X}_1 = \dot{X}_2 = X_L \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

da cui

$$\dot{Z}_1 = \dot{Z}_2 = \dot{R}_1 + j \cdot \dot{X}_1$$

analogamente

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100
Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 49 di 50</p>
---	--	---

$$\dot{R}_0 = R_{0L} \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

$$\dot{X}_0 = X_{0L} \cdot \frac{A_G}{V_n^2}$$

da cui

$$\dot{Z}_0 = \dot{R}_0 + j \cdot \dot{X}_0$$

dove

- V_n è la tensione nominale in kV della linea;
- R_L è la resistenza in Ω della linea;
- R_1 è la resistenza diretta della linea in per unit (p.u.);
- R_2 è la resistenza inversa della linea in per unit (p.u.);
- Z_1 è l'impedenza diretta della linea in per unit (p.u.);
- Z_2 è l'impedenza inversa della linea in per unit (p.u.);
- X_L è la reattanza in Ω della linea;
- X_1 è la reattanza diretta della linea in per unit (p.u.);
- X_2 è la reattanza inversa della linea in per unit (p.u.);
- R_{0L} è la resistenza omopolare in Ω della linea;
- R_0 è la resistenza omopolare della linea in per unit (p.u.);
- X_{0L} è la reattanza omopolare in Ω della linea;
- X_0 è la reattanza omopolare della linea in per unit (p.u.);
- Z_0 è l'impedenza omopolare della linea in per unit (p.u.).

Per i cavi si rimanda a quanto appena detto in relazione alle linee, ricordando che per i cavi oltre ai parametri longitudinali sono importanti anche i parametri trasversali ed in particolare la capacità verso terra, soprattutto quella omopolare, C_0 , per la valutazione della corrente da guasto monofase verso terra.

6.3 Correnti di guasto

Definita l'impedenza longitudinale equivalente in p.u. nel punto di guasto alla sequenza diretta, inversa e omopolare come:

$$\dot{Z}_{1g} = \sum_{i=1}^n \dot{R}_{1i} + j \cdot \sum_{i=1}^n \dot{X}_{1i}$$

$$\dot{Z}_{2g} = \sum_{i=1}^n \dot{R}_{2i} + j \cdot \sum_{i=1}^n \dot{X}_{2i}$$

$$\dot{Z}_{0g} = \sum_{i=1}^n \dot{R}_{0i} + j \cdot \sum_{i=1}^n \dot{X}_{0i}$$

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100

Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT IV S.R.L. P.I. 16805241003 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 39.6 MW denominato “CE PARTANNA II” situato nei comuni di Marsala, Mazara del Vallo e Salemi, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione di calcolo linee elettriche</p>	<p>DATA: FEBBRAIO 2023 Pag. 50 di 50</p>
---	--	---

Le correnti di guasto in termini di modulo (A) e di fase (°) sono calcolati con le seguenti espressioni:

a) Corto circuito monofase - Si suppone un guasto sulla fase R (fase S e fase T integre).

$$I_{cc1} = I_R = \frac{1}{(\dot{Z}_{1g} + \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{0g})} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot A_G}{V_n}$$

b) Corto circuito bifase senza terra - Si suppone un guasto fra la fase S e la fase T (fase R integra).

$$I_{cc2} = I_S = -I_T = \frac{j \cdot \sqrt{3}}{(\dot{Z}_{1g} + \dot{Z}_{2g})} \cdot \frac{\sqrt{3} \cdot A_G}{V_n}$$

c) Corto circuito bifase con terra - Si suppone un guasto fra la fase S e la fase T (fase R integra).

$$I_S = \frac{-j \cdot (\dot{Z}_{0g} - \alpha \cdot \dot{Z}_{2g})}{(\dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{0g} + \dot{Z}_{2g} \cdot \dot{Z}_{0g})} \cdot \frac{A_G}{V_n}$$

$$I_T = \frac{j \cdot (\dot{Z}_{0g} - \alpha^2 \cdot \dot{Z}_{2g})}{(\dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{2g} + \dot{Z}_{1g} \cdot \dot{Z}_{0g} + \dot{Z}_{2g} \cdot \dot{Z}_{0g})} \cdot \frac{A_G}{V_n}$$

con fattore complesso di Fortscue pari a e^{j90°

d) Corto circuito trifase.

$$I_R = \frac{1}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

$$I_S = \frac{\alpha^2}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

$$I_T = \frac{\alpha}{\dot{Z}_{1g}} \cdot \frac{A_G}{\sqrt{3} \cdot V_n}$$

PROGETTAZIONE:



EGM PROJECT SRL - Via Vincenzo Verrastro - 15/A- 85100

Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it

