



REGIONE
SICILIA



PROVINCIA
DI TRAPANI



COMUNE
DI MARSALA



COMUNE
DI SALEMI



COMUNE
DI CALATAFIMI-SEGESTA

OGGETTO:

**Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato
"CE PARTANNA III"
situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta
provincia di Trapani (TP)**

ELABORATO:

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO



PROPONENTE:



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

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

C.F. e n. iscriz. REG. IMPR.: 16805261001

REA: RM_1676857
PEC: aewind.quinta@legalmail.it

PROGETTAZIONE:

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



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

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

Livello prog.	Cat. opera	N° prog.elaborato	Tipo elaborato	N° foglio/Tot fogli	Nome file	Scala	
PD	I.E.	19	R		PRT_PD_19_RELAZIONE_IMPATTO_ELETTROM		
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 V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 1 di 48</p>
---	--	---

Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO	4
3. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO	8
3.1 Aerogeneratori.....	8
3.2 Cavidotti.....	21
3.3 Modalità di connessione alla rete	22
4. INQUADRAMENTO NORMATIVO	22
6. Definizioni	26
6.1 Campo elettrico	26
6.1 Campo magnetico	27
7. METODOLOGIE DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA.....	27
8. VALUTAZIONE DEI CEM E CALCOLO DELLA DPA.....	31
8.1 Aerogeneratori.....	32
8.2 Linee elettriche MT.....	38
8.2 Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV	45
8.3 Cavidotto 36 kV interrato di collegamento Cabina di trasformazione Utente – SSE Lato Utente “Partanna 3”.....	46
9. CONCLUSIONI	48

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 V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

Relazione impatto elettromagnetico

DATA:

MARZO 2023

Pag. 2 di 48

Figura 1 - Inquadramento area campo fotovoltaico su base ortofoto	5
Figura 2 - Inquadramento area campo fotovoltaico su catastale.....	5
Figura 3 - Inquadramento area campo e sottostazione su CTR	6
Figura 4 - Inquadramento area campo e sottostazione su IGM	7
Figura 5 - Specifiche tecniche.....	11
Figura 6 - Disposizione della navicella	12
Figura 7 - Dimensioni e pesi della gondola.....	13
Figura 8 - SG 6.0-170 135 m.....	14
Figura 9 - List of Application Modes.....	15
Figura 10 - List of NRS Modes.....	16
Figura 11 - Specifiche elettriche	17
Figura 12 - Specifiche del trasformatore ECO 30 kV.....	17
Figura 13 - Dati tecnici per quadri.....	19
Figura 14 - Formule per il calcolo dell'induzione magnetica	29
Figura 15 - Linea Unifilare e Bifilare.....	30
Figura 16 - Schemi dei sistemi trifase (conduttori in piano, in verticale, a triangolo)	30
Figura 17 - Elenco delle sorgenti giustificabili -Tabella 1 della Norma CEI EN 50499	43
Figura 18 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con poa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo i qualità	44
Figura 19 - Curve equilivello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con un modello tridimensionale che tiene conto del passo d'elica.....	45
Figura 20 - Scheda A16 - Dpa per cabina primaria	46
Figura 21 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con poa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo i qualità	47
Tabella 1 – Fogli e particelle aerogeneratori	7
Tabella 2 - Caratteristiche principali dell'aerogeneratore previsto nel parco eolico CE PARTANNA III. .	8
Tabella 3 – limiti DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4)	24
Tabella 4 - VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz (D. Lgs. 159/2016)	33
Tabella 5 - VA per i campi elettrici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz.....	33
Tabella 6 - Scheda S.1 Norma CEI 106-45 – Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 100 GHz nei luoghi di lavoro – Elettrodotti operanti a frequenza di rete	35
Tabella 7 - VA per i campi magnetici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz (D.Lgs. 159/2016).....	35
Tabella 8 - misure di prevenzione e protezione per la tutela dai CEM prodotti da elettrodotti a 50 Hz...37	
Tabella 9 - Elenco delle sorgenti giustificabili -Tabella 1 della Norma CEI EN 50499.....	42

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 3 di 48</p>
---	--	---

1. PREMESSA

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.

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.

Scopo del provvedimento in esame è quello di rendere più efficiente le procedure amministrative nonché di innalzare il livello di tutela ambientale.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la valutazione dell’impatto elettromagnetico delle opere in progetto, individuando le potenziali sorgenti di emissione e valutandone i potenziali rischi legati all’esposizione delle persone.

Tale valutazione è condotta, ai sensi del Titolo VIII, Capo IV del D. Lgs. 81/2008 e s.m.i. **“Testo Unico in materia di salute e sicurezza sul lavoroK, come modificato e integrato dal D. Lgs. 159/2016, che attua la Direttiva 2013/65/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2013,**

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 4 di 48</p>
---	--	---

sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.

Considerando che l'art. 209 del Testo Unico sulla Sicurezza individua le Norme tecniche del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) come riferimento per l'identificazione dell'esposizione ai CEM nel campo di frequenza tra 0 Hz e 300 GHz e nella valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione ai CEM nei luoghi di lavoro, il suddetto comitato ha pubblicato in data 01/2021 la **“Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 600 GHz nei luoghi di lavoro”**, la quale integra i contenuti della Norma CEI EN 50499 “Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici” e la disciplina sulla protezione dalle esposizioni ai CEM ai sensi della legislazione nazionale vigente, proponendo un approccio operativo semplificato per la valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione ai CEM da parte di tutti i soggetti, interni ed esterni, coinvolti nell'organizzazione e gestione della salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, a cui si è fatto riferimento per la redazione del presente elaborato.

2. DESCRIZIONE GENERALE DEL PROGETTO

Il sito oggetto dello studio è situato in provincia di Trapani (TP), nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta.

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 260 e 355 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:

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

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 5 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

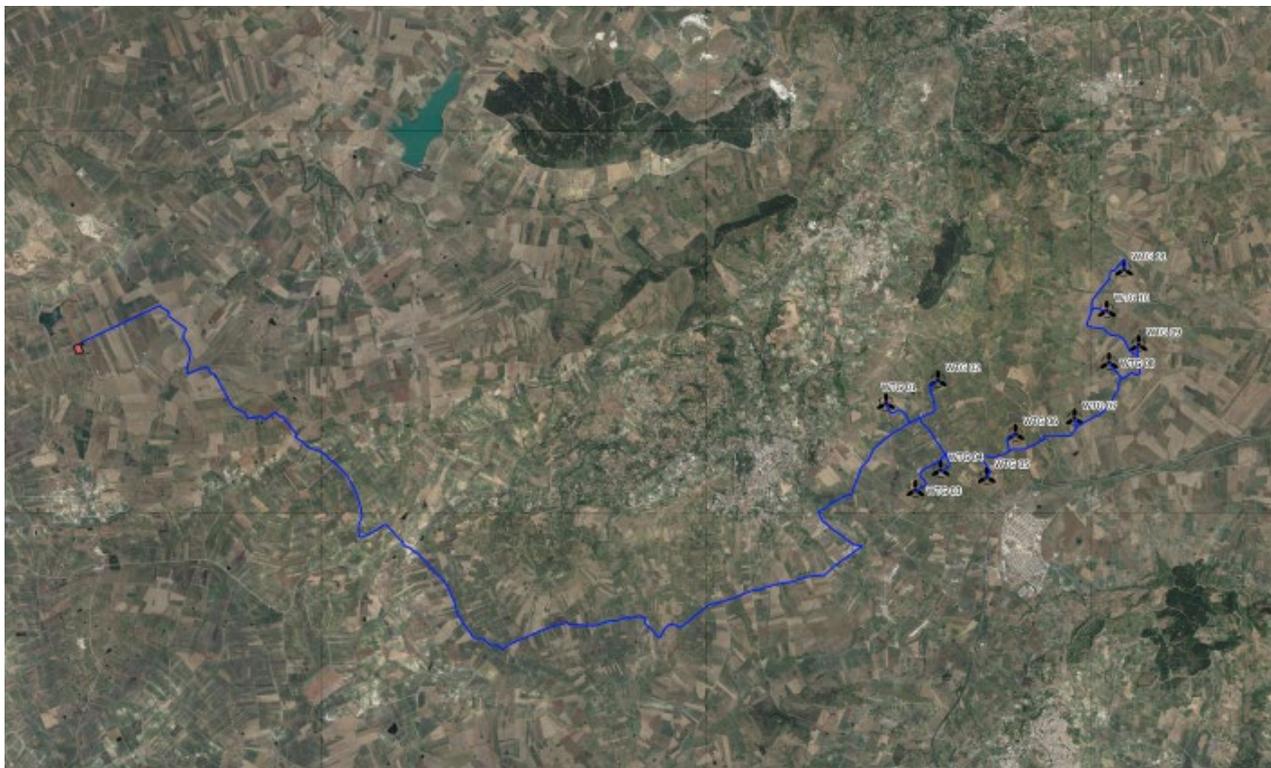


Figura 1 - Inquadramento area campo fotovoltaico su base ortofoto

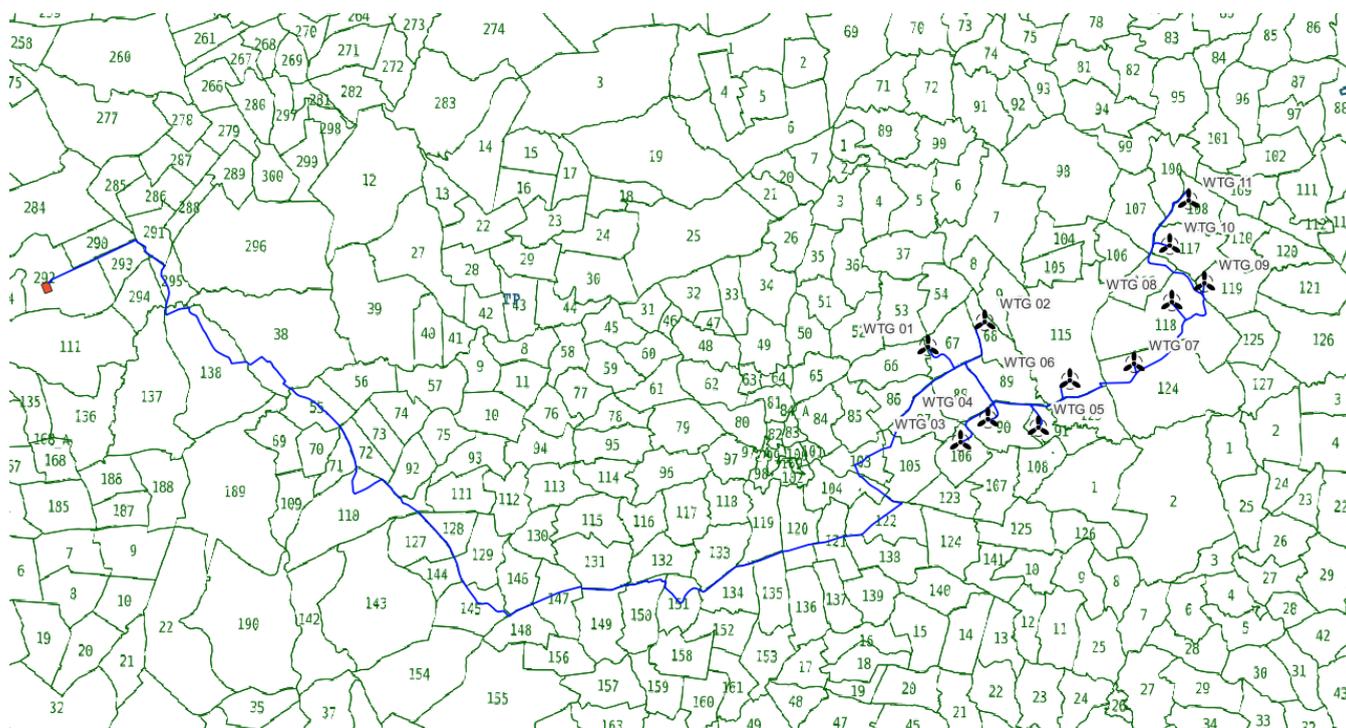


Figura 2 - Inquadramento area campo fotovoltaico su catastale

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 V S.R.L.**

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 6 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico



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:

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

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 7 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

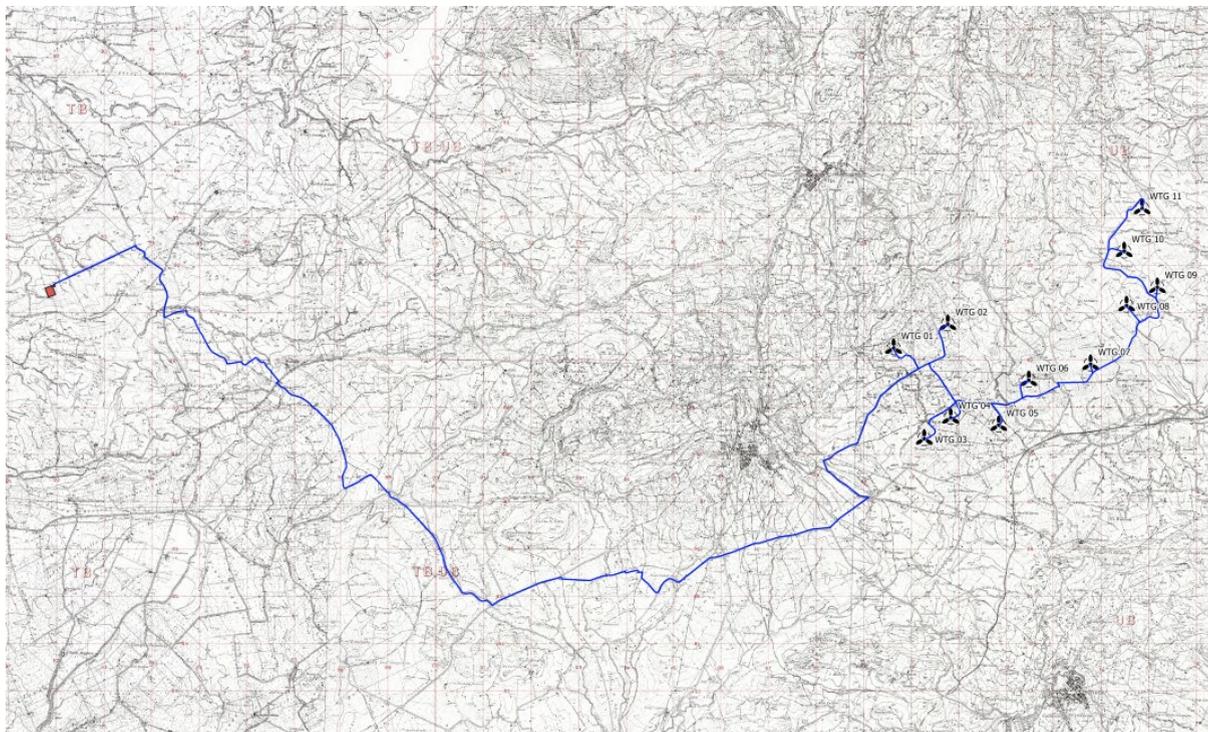


Figura 4 - Inquadramento area campo e sottostazione su IGM

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

- potenza installata totale: 66 MW;
- potenza della singola turbina: 6 MW;
- n. 11 turbine;
- n. 1 “Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV”;
- n. 1 SSE Lato Utente “Partanna 3”.

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

Aerogeneratore	Foglio	Particella
WTG 01	67	205
WTG 02	68	52
WTG 03	106	75
WTG 04	90	103
WTG 05	91	46
WTG 06	115	279
WTG 07	124	128
WTG 08	118	218
WTG 09	119	44
WTG 10	117	39
WTG 11	118	16

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 V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 8 di 48</p>
---	--	---

3. DESCRIZIONE TECNICA DEI COMPONENTI DELL’IMPIANTO

3.1 Aerogeneratori

L'SG 6.0-170 è una nuova turbina eolica della piattaforma di prodotti Siemens Gamesa Onshore Geared di nuova generazione denominata Siemens Gamesa 5.X, che si basa sul design e sull'esperienza operativa di Siemens Gamesa nel mercato dell'energia eolica.

Con una nuova pala da 83,3 m e un'ampia gamma di torri che include altezze del mozzo comprese tra 100 m e 165 m, l'SG 6.0-170 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 rotazione.

L'aerogeneratore previsto per la realizzazione del parco eolico è la turbina da 6 MW della Siemes-Gamesa (SG 6.0-170 -MOD 6 MW).

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

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	6000 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'areogeneratore previsto nel parco eolico CE PARTANNA III.

- **Rotore-Navicella**

Il rotore è una costruzione a tre pale, montata sopravento rispetto alla torre. L'uscita di potenza è controllata da pitch e regolazione della domanda di coppia. La velocità del rotore è variabile ed è progettata per massimizzare la potenza durante mantenendo i carichi e il livello di rumore.

La navicella è stata progettata per un accesso sicuro a tutti i punti di servizio durante il servizio programmato. Inoltre, la navicella è stata progettata per la presenza sicura dei tecnici dell'assistenza nella navicella durante le prove di servizio con la turbina eolica in piena attività.

Ciò consente un servizio di alta qualità della turbina eolica e fornisce ottimali condizioni di 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 lama utilizza gusci aerodinamici contenenti cappucci di longheroni incorporati, legati a due reti di taglio principali in balsa epossidica / fibra di vetro.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 9 di 48</p>
---	--	---

I blade Siemens Gamesa 5.X utilizzano un design blade basato sul proprietario SGRE profili alari.

- **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 e del passo delle pale cuscinetti 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 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,

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 10 di 48</p>
---	--	---

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.

- **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 V S.R.L.**

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 11 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

Rotor		Grid Terminals (LV)	
Type.....	3-bladed, horizontal axis	Baseline nominal power.....	6.0MW/6.2 MW
Position.....	Upwind	Voltage.....	690 V
Diameter.....	170 m	Frequency.....	50 Hz or 60 Hz
Swept area.....	22,698 m ²		
Power regulation.....	Pitch & torque regulation with variable speed	Yaw System	
Rotor tilt.....	6 degrees	Type.....	Active
		Yaw bearing.....	Externally geared
		Yaw drive.....	Electric gear motors
		Yaw brake.....	Active friction brake
Blade		Controller	
Type.....	Self-supporting	Type.....	Siemens Integrated Control System (SICS)
Single piece blade length.....	83,3 m	SCADA system.....	Consolidated SCADA (CSSS)
Segmented blade length:			
Inboard module.....	68,33 m	Tower	
Outboard module.....	15,04 m	Type.....	Tubular steel / Hybrid
Max chord.....	4.5 m	Hub height.....	100m to 165 m and site- specific
Aerodynamic profile.....	Siemens Gamesa proprietary airfoils	Corrosion protection.....	
Material	G (Glassfiber) – CRP (Carbon Reinforced Plastic)	Surface gloss.....	Painted
	Semi-gloss, < 30 / ISO2813	Color.....	Semi-gloss, <30 / ISO-2813 Light grey, RAL 7035 or White, RAL 9018
Surface gloss.....	Light grey, RAL 7035 or		
Surface color.....	White, RAL 9018	Operational Data	
		Cut-in wind speed.....	3 m/s
Aerodynamic Brake		Rated wind speed.....	11.0 m/s (steady wind without turbulence, as defined by IEC61400-1)
Type.....	Full span pitching	Cut-out wind speed.....	25 m/s
Activation.....	Active, hydraulic	Restart wind speed.....	22 m/s
Load-Supporting Parts		Weight	
Hub.....	Nodular cast iron	Modular approach.....	Different modules depending on restriction
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		

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 V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 12 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

descrizione dell'articolo

- 1 baldacchino
- 2 Generatore
- 3 lame
- 4 Spinner/mozzo
- 5 Cambio
- 6 Pannello di controllo

descrizione dell'articolo

- 7 Ingranaggio di imbardata
- 8 Cuscinetto lama
- 9 Convertitore
- 10 Raffreddamento
- 11 Trasformatore
- 12 Armadio statore.
- 13 Armadio di controllo anteriore
- 14 Struttura aeronautica

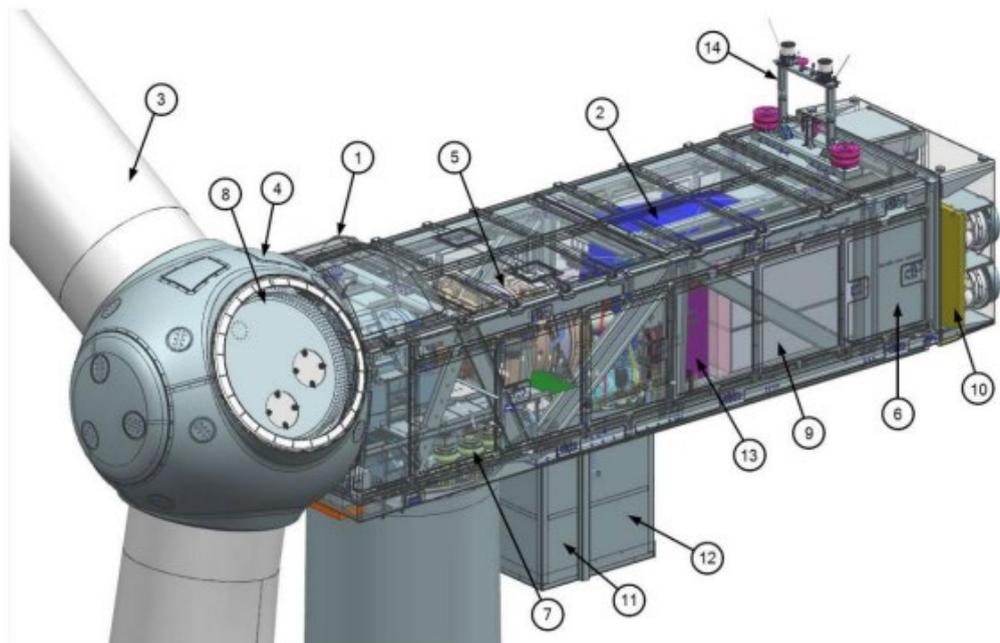


Figura 6 - Disposizione della navicella

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

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 V S.R.L.**

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 13 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

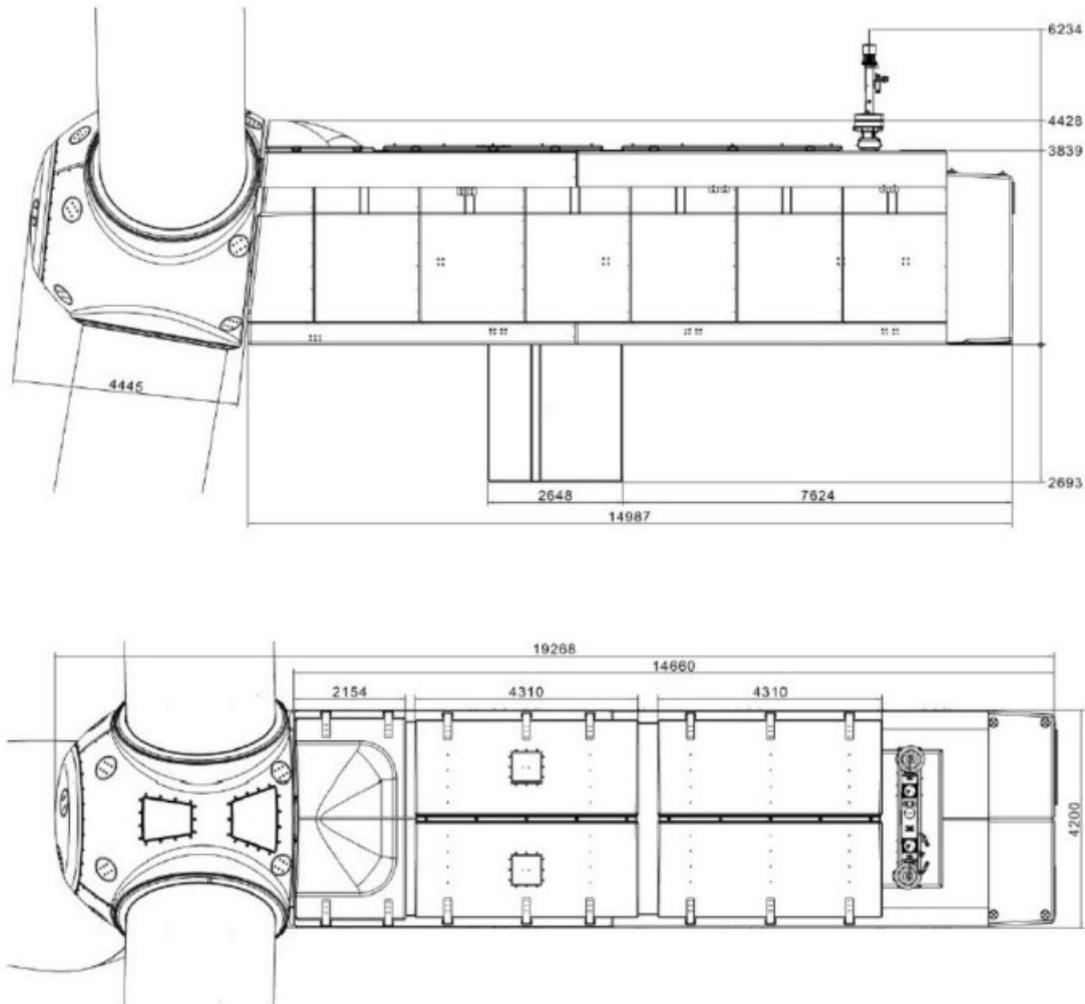


Figura 7 - Dimensioni e pesi della gondola

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

PROGETTAZIONE:


EGM PROJECT

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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

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

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 14 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

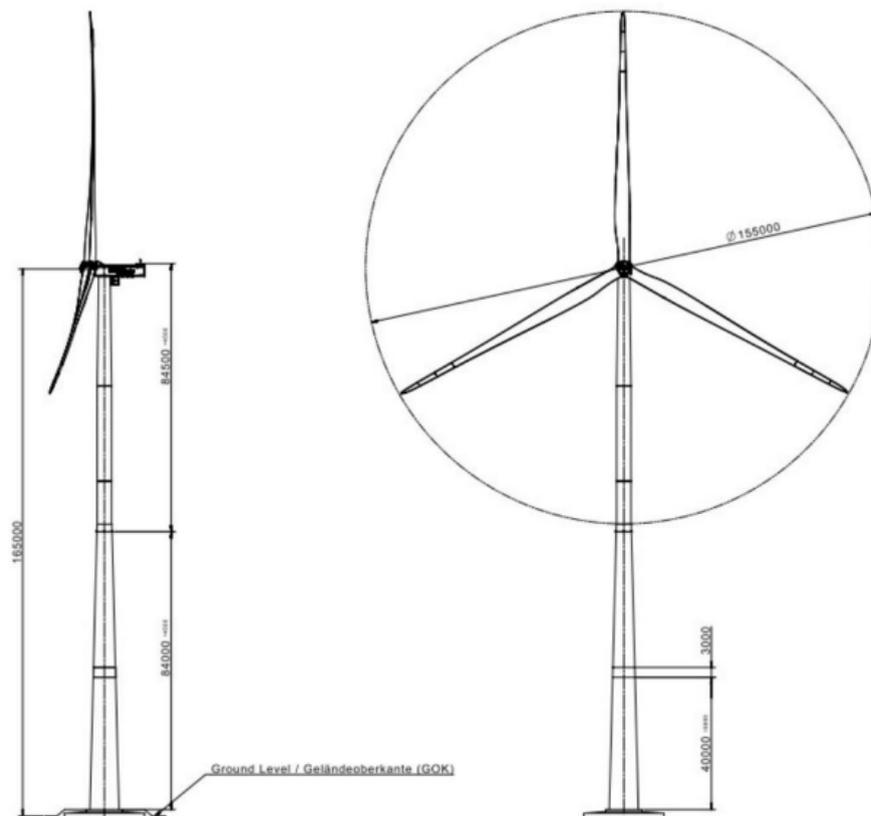


Figura 8 - SG 6.0-170 135 m

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.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 15 di 48</p>
--	--	--

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 apprezzabili le variazioni stagionali del contenuto d’acqua.

L’SG 6.0-170 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 6.0-170 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.

L’SG 6.0-170 è progettato con una classe di vento di base, applicabile a AM 0, di IEC IIIA per una durata di 20 anni e IEC IIIB per una durata di 25 anni. Tutte le altre modalità di applicazione possono essere analizzate per condizioni del sito più impegnative.

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 ⁵
						Cos Phi	Voltage Range	Frequency range	
SG 6.0-170	AM 0	6.2	106	D2075729	D2359593	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	30°C
SG 6.0-170	AM-1	6.1	106	D2356499	D2359593	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	33°C
SG 6.0-170	AM-2	6.0	106	D2356509	D2359593	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	35°C
SG 6.0-170	AM-3	5.9	106	D2356523	D2359593	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	37°C
SG 6.0-170	AM-4	5.8	106	D2356539	D2359593	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	38°C
SG 6.0-170	AM-5	5.7	106	D2356376	D2359593	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	39°C
SG 6.0-170	AM-6	5.6	106	D2356368	D2359593	0.9	[0.95, 1.12] Un	±3% Fn	40°C

Figura 9 - List of Application Modes

Il Sistema di Riduzione del Rumore è un modulo opzionale disponibile con la configurazione SCADA

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 V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 16 di 48</p>
---	--	--

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. 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 ⁶
SG 6.0-170	N1	6.00	105.5	D2323420	D2359593	30°C
SG 6.0-170	N2	5.80	104.5	D2314784	D2359593	30°C
SG 6.0-170	N3	5.24	103.0	D2314785	D2359593	30°C
SG 6.0-170	N4	5.12	102.0	D2314786	D2359593	30°C
SG 6.0-170	N5	4.87	101.0	D2314787	D2359593	30°C
SG 6.0-170	N6	4.52	100.0	D2314788	D2359593	30°C
SG 6.0-170	N7	3.60	99.0	D2314789	D2359593	30°C
SG 6.0-170	N8	2.60	98.0	D2460509	D2460507	30°C

Figura 10 - List of NRS Modes

Le modalità applicative sono implementate e controllate nel Power Plant Controller.

Le modalità NRS sono gestite anche in SGRE SCADA, tuttavia sarà anche possibile implementare modalità NRS personalizzate da SGRE SCADA al Power Plant Controller.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

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

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 17 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

Nominal output and grid conditions

Nominal power	6200 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	6350 kW @30°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)	82 kA

Power Consumption from Grid (approximately)

At stand-by, No yawing	10 kW
At stand-by, yawing	50 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

Transformer

Type	Liquid filled
Max Current	7.11 kA + harmonics at nominal voltage ± 10 %
Nominal voltage	30/0.69 kV
Frequency	50 Hz
Impedance voltage	9.5% ± 8.3% at ref. 6.5 MVA
Tap Changer	±2x2.5% (optional)
Loss (P ₀ / P _{k75°C})	4.77/84.24 kW
Vector group	Dyn11
Standard	IEC 60076 ECO Design Directive

Transformer Cooling

Cooling type	KFWF
Liquid inside transformer	
Cooling liquid at heat exchanger	K-class liquid Glystantin

Transformer Monitoring

Top oil temperature	PT100 sensor
Oil level monitoring sensor	Digital input
Overpressure relay	Digital input

Transformer Earthing

Star point	The star point of the transformer is connected to earth
------------------	---

Figura 12 - Specifiche del trasformatore ECO 30 kV

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 18 di 48</p>
---	--	---

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. Lo scomparto è accessibile dalla parte anteriore.

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 ampolle 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 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

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 19 di 48</p>
--	--	---

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 sotto la struttura 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 bocche negli scomparti di alimentazione dei cavi di rete del quadro.

Queste bocche 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 bocche in uscita dell'alimentatore dell'interruttore.

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

Figura 13 - Dati tecnici per quadri

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 20 di 48</p>
---	--	--

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 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 105% per supportare le migliori prestazioni possibili rimanendo all'interno del funzionamento limiti.

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).

Il SICS può far funzionare 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.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 21 di 48</p>
---	--	--

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.

Per siti di grandi dimensioni o come opzione può essere fornita una soluzione SCADA virtualizzata. Sul server SCADA i dati vengono presentati online come web-service e contemporaneamente archiviati in un database SQL.

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.

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.

3.2 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 3” 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);

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 22 di 48</p>
---	--	---

- ✓ il sistema MT a 30 kV, esercito con neutro isolato;
- ✓ il sistema AT a 36 kV, esercito con neutro isolato.

3.3 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 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 66 MW.

La Soluzione Tecnica Minima Generale elaborata prevede che la centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, 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, il nuovo/i elettrodotto/i a 36 kV per il collegamento in antenna della centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce/costituiscono impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo/i arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce/costituiscono impianto di rete per la connessione.

4. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Il panorama italiano in fatto di protezione contro l’esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla Legge n. 36 del 22/2/01, legge quadro sulla protezione delle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l’emanazione del D.P.C.M. 8/7/2003 e del D.M. 29/05/2008.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 23 di 48</p>
---	--	--

La legge n. 36 del 22/02/2001 “Legge quadro sulla protezione delle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, pubblicata su G.U. n. 55 del 7 Marzo 2001, è finalizzata ad:

- assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell’esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici nel rispetto dell’art. 32 della Costituzione;
- assicurare la tutela dell’ambiente e del paesaggio e promuovere l’innovazione tecnologica e le azioni di risanamento colte a minimizzare l’intensità e gli effetti dei ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

Nel D.P.C.M. 8/7/2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all’esercizio degli elettrodotti. In particolare, agli articoli 3 e 4, vengono individuate le seguenti 3 soglie di rispetto per l’induzione magnetica:

- “Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 mT per l’induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci” (art. 3, comma 1);
- “A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l’esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l’induzione magnetica il valore di attenzione di 10 mT, da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio (art. 4)”.
- “L’obiettivo di qualità da perseguire nella realizzazione dell’impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3 mT, da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.”

Ai fini della protezione della popolazione dall’esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50Hz) generati da linee e cabine elettriche, il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l’obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all’esposizione nelle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si applica nelle aree di gioco per l’infanzia, negli ambienti abitativi, negli

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 24 di 48</p>
---	--	--

ambienti scolastici e si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l’obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. L’obiettivo qualità da perseguire nella realizzazione dell’impianto è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai $3\mu\text{T}$ come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
<p>Limite di esposizione</p>	<p>100 μT (da intendersi come valore efficace)</p>
<p>Valore di attenzione (misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere)</p>	<p>10 μT (da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)</p>
<p>Obiettivo di qualità (nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l’infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio)</p>	<p>3 μT (da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio)</p>

Tabella 3 – limiti DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4)

Il valore dell’induzione magnetica prefissato come obiettivo di qualità permette di individuare la Fascia di Rispetto, ovvero “lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un’induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all’obiettivo di qualità ($3\mu\text{T}$). Come prescritto dall’articolo 4, c.1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all’interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.”

La Fascia di rispetto consente di determinare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), che “per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all’esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra”.

Il DPCM 8 luglio 2003, all’art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell’allegato al Decreto 29 maggio 2008 (Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 25 di 48</p>
---	--	---

di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all’obiettivo di qualità.

“La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” prevede una procedura semplificata di valutazione con l’introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA).

Detta DPA, nel rispetto dell’obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di:

- realizzazione di nuovi elettrodotti (inclusi potenziamenti) in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti. In particolare, al fine di agevolare/semplificare:
- l’iter autorizzativo relativo alla costruzione ed esercizio degli elettrodotti (linee e cabine elettriche);
- le attività di gestione territoriale relative a progettazioni di nuovi luoghi tutelati e a richieste di redazione dei piani di gestione territoriale, inoltrate dalle amministrazioni locali.

Le DPA permettono, nella maggior parte delle situazioni, una valutazione esaustiva dell’esposizione ai campi magnetici. Si precisa, inoltre, che secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008 sopra citato (§ 3.2), la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all’art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 si applica alle linee elettriche aeree ed interrate, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio linee di alimentazione dei mezzi di trasporto);
- linee di classe zero ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (come le linee di telecomunicazione);
- linee di prima classe ai sensi del DM 21 marzo 1988, n. 449 (quali le linee di bassa tensione);
- linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aeree - Figura 1); in quanto le relative fasce di rispetto hanno un’ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

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

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 26 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

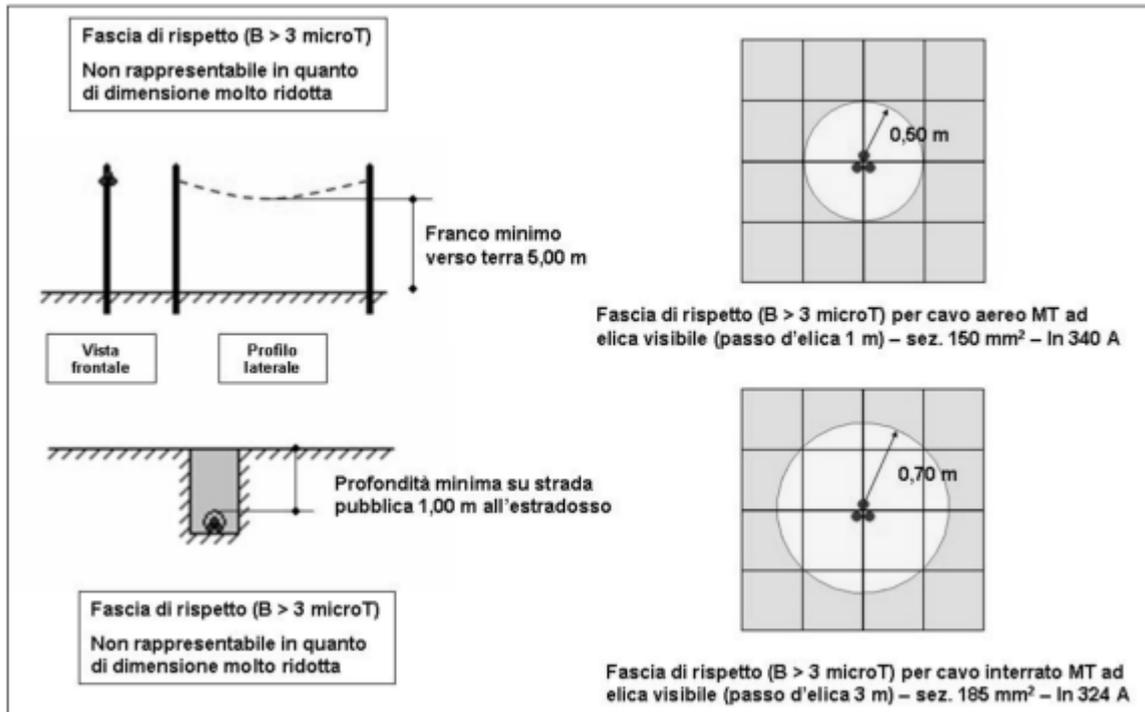


Figura 1 – Curve di livello dell’induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l’unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10 μ T da intendersi come mediana dei valori nell’arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell’art. 9 della Legge 36/2001.

6. Definizioni

Per quanto riguarda le definizioni che vengono di seguito riportate si fa riferimento, ove possibile, al documento CEI 111-2 (CENELEC ENV 50166-1).

6.1 Campo elettrico

Il campo elettrico E creato in vicinanza di un conduttore in tensione è un vettore la cui intensità rappresenta la forza esercitata dal campo stesso su una carica unitaria e si misura in volt al metro [V/m]. Nel caso di campi alternati sinusoidali, il vettore oscilla lungo un asse fisso (sorgente monofase) oppure ruota su un piano descrivendo un’ellisse (sorgenti polifase o sorgenti multiple sincronizzate).

Il campo elettrico in ciascun punto dello spazio è dunque un vettore dipendente dal tempo e descritto mediante le sue componenti spaziali lungo tre assi ortogonali:

$$\vec{E}(t) = E_x(t) \cdot \vec{u}_x + E_y(t) \cdot \vec{u}_y + E_z(t) \cdot \vec{u}_z$$

Nel caso particolare di campi alternati sinusoidali le singole componenti spaziali possono essere rappresentate ciascuna mediante un numero complesso o fasore.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 27 di 48</p>
---	--	---

Tenendo conto che il campo elettrico in vicinanza di oggetti conduttori (persone incluse) viene generalmente perturbato dagli oggetti stessi, per caratterizzare le condizioni di esposizione si usa il valore del “campo elettrico imperturbato” (cioè il valore del campo che esisterebbe in assenza di oggetti e persone).

6.1 Campo magnetico

Il campo magnetico è una grandezza vettoriale. Come nel caso del campo elettrico, in presenza di grandezze sinusoidali, questo vettore oscilla lungo un asse fisso (sorgente monofase) oppure ruota su un piano descrivendo un'ellisse (sorgenti polifase o multiple sincronizzate). L'intensità del campo magnetico, H , si esprime in ampere al metro [A/m].

Spesso il campo magnetico viene espresso in termini di densità di flusso magnetico, B , grandezza anche nota come induzione magnetica. La densità di flusso magnetico è definita in termini di forza esercitata su una carica in movimento nel campo e ha come unità di misura il Tesla [T].

L'induzione magnetica è legata all'intensità del campo magnetico a mezzo della relazione costitutiva del campo magnetico:

$$B = \mu \cdot H$$

dove:

- $\mu = \mu_0 \mu_r$ è la permeabilità del mezzo (μ_0 è il valore della permeabilità assoluta del vuoto e μ_r è il valore della permeabilità relativa);
- H è l'intensità del campo magnetico, in A/m.

Analogamente al campo elettrico, anche il campo induzione magnetica può essere descritto mediante le sue componenti spaziali lungo tre assi simultaneamente ortogonali:

$$\vec{B}(t) = B_x(t) \cdot \vec{u}_x + B_y(t) \cdot \vec{u}_y + B_z(t) \cdot \vec{u}_z$$

e, nel caso di campi alternati sinusoidali, ciascuna componente spaziale può essere rappresentata mediante un fasore.

7. METODOLOGIE DI CALCOLO DELLE FASCE DI RISPETTO/DPA

Il D.P.C.M. 8 luglio 2003, all'art. 6, prevede che il proprietario/gestore dell'elettrodotto comunichi alle autorità competenti l'ampiezza delle fasce di rispetto ed i dati utilizzati per il calcolo dell'induzione magnetica, che va eseguito, ai sensi del 5.1.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (G.U. n. 156 del 5 luglio 2008), sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti.

Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

- ✓ bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I;
- ✓ tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi.

Le dimensioni delle fasce di rispetto devono essere fornite con una approssimazione non superiore a 1,00 m. Al fine di agevolare la gestione territoriale ed il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto introduce una procedura semplificata (§ 5.1.3), per il calcolo della D.P.A. ai sensi della CEI 106-11 che fa riferimento ad un modello bidimensionale semplificato, valido per conduttori orizzontali paralleli,

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 28 di 48</p>
---	--	--

secondo il quale il proprietario/gestore deve:

- ✓ calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco di linea;
- ✓ proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- ✓ comunicare l'estensione rispetto alla proiezione al centro linea: tale distanza (D.P.A.) sarà adottata in modo costante lungo il tronco.

Al fine di calcolare la fascia di rispetto, combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in servizio nominale si adatterà il modello normalizzato per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica descritto nella norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato. Si tratta di un modello bidimensionale che applica la Legge di Biot-Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi interrati e, nel caso dei conduttori a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei subconduttori dei fasci;
- per le linee aeree non vengono considerate le correnti indotte nelle funi di guardia in quanto il loro effetto sull'induzione magnetica è ritenuto trascurabile; analogamente per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
- il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate.

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili per la maggior parte delle situazioni riscontrabili per le linee aeree e in cavo interrate. In alcuni casi particolari (per esempio zone della campata in vicinanza dei sostegni, configurazioni particolari di linee, presenze di più linee con percorsi non paralleli) può risultare appropriato eseguire valutazioni con metodi più completi di tipo tridimensionale, assai più complessi, ma già sviluppati e trattati dalla letteratura tecnica. L'algoritmo di calcolo, implementabile con codici relativamente semplici, considera in sintesi i seguenti passi:

- ✓ i valori efficaci e le fasi delle correnti sinusoidali sui conduttori sono rappresentati attraverso fasori (numeri complessi): I_i è il fasore della corrente i ; sul conduttore i ;
- ✓ con riferimento ad un generico punto di coordinate (x_p, y_p) sul piano ortogonale ai conduttori si calcolano i fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica totale B_x e B_y attraverso le formule riportate nella Figura 2, nella quale è anche illustrato il significato dei simboli usati nelle formule stesse, con riferimento alle linee aeree e a quelle in cavo interrato; per queste ultime la profondità di posa dei cavi (coordinata del centro geometrico di ciascun cavo) va introdotta con il segno negativo; per semplicità e maggior chiarezza, gli schemi riportati si riferiscono a linee a semplice terna, ma ovviamente le formule sotto riportate valgono per linee a doppia terna,

PROGETTAZIONE:



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

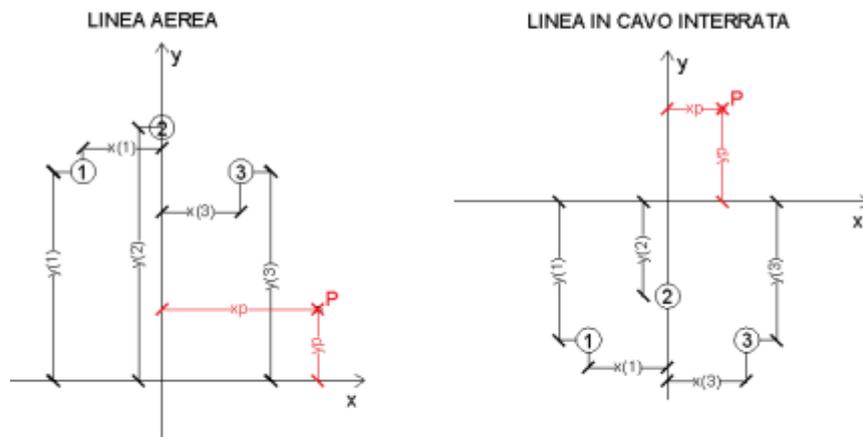
info@egmproject.it - egmproject@pec.it



Relazione impatto elettromagnetico

introducendo opportunamente i fasori delle correnti in modo da rappresentare la disposizione delle fasi;

- ✓ il valore efficace dell'induzione B magnetica viene ottenuto con la formula già sopra illustrata.



$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{y_i - y_p}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right]$$

$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i I_i \left[\frac{x_p - x_i}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right]$$

$$B_z = 0$$

Figura 14 - Formule per il calcolo dell'induzione magnetica

In alternativa all'utilizzazione del modello di calcolo normalizzato sopra descritto, che richiede l'uso di codici di calcolo, seppur relativamente semplici, si può ricorrere a formule analitiche approssimate, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal centro geometrico dei conduttori della linea elettrica. Tali formule derivano dalla considerazione che l'induzione magnetica generata da un sistema di conduttori di lunghezza infinita e tra di loro paralleli può essere espresso dalla scomposizione in serie della legge di Biot-Savart e che, per punti relativamente lontani dai conduttori, quali quelli di interesse per la valutazione delle fasce di rispetto a 3 μT, lo sviluppo in serie può essere troncato al primo termine con un'approssimazione tanto più accettabile tanto più è elevata la distanza dai conduttori.

Le possibili sorgenti formate da linee elettriche rettilinee, possono essere di diversa natura: linee unifilari, linee bifilari e linee trifase, quest'ultime con disposizioni differenti dei conduttori. Si faccia attenzione al fatto che nelle formule che seguono, l'induzione magnetica B viene misurata in microtesla (μT). In Figura 3 vengono riportate una linea unifilare (che rappresenta il caso di un conduttore a grande distanza dal conduttore di ritorno della corrente) e una linea bifilare (ad esempio linea di distribuzione fase-fase o fase- neutro).

PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 30 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

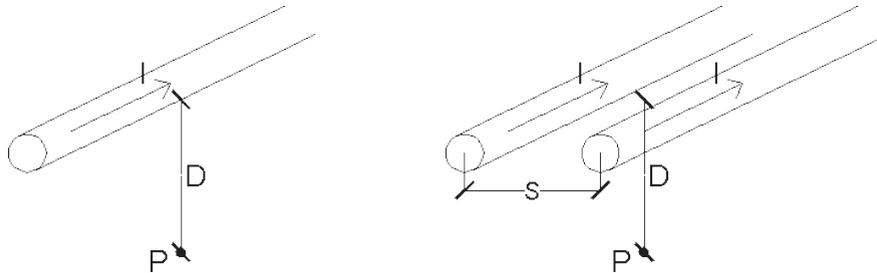


Figura 15 - Linea Unifilare e Bifilare

Per la linea unifilare l'induzione magnetica generata nel punto P sarà data da:

$$B_{(\mu T)} = 0,2 \times \frac{I}{D}$$

Per la linea bifilare invece il campo di induzione magnetica generato nel punto P varrà:

$$B_{(\mu T)} = 0,2 \times \frac{I}{D} \times \frac{S}{D}$$

Si nota che il campo magnetico generato dalle linee bifilari è inferiore a quello delle linee unifilari, a causa dell'effetto di riduzione del campo causato dalla presenza di conduttori vicini percorsi da correnti con fasi diverse.

Nel caso della linea unifilare, il campo magnetico decresce solo linearmente con la distanza D dalla sorgente; nel caso della linea bifilare, percorsa da correnti di intensità uguali, ma versi opposti, il decremento del campo è proporzionale al quadrato della distanza D, mentre cresce proporzionalmente al rapporto S/D, a parità di distanza dalla sorgente (S è la distanza fra i conduttori). In Figura 4 vengono riportati gli schemi dei sistemi trifase composti da conduttori rettilinei disposti tra di loro parallelamente e percorsi da una terna di correnti simmetrica ed equilibrata.

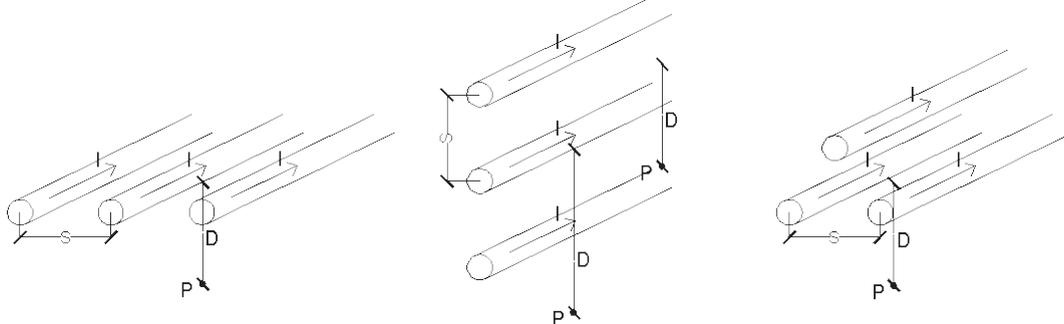


Figura 16 - Schemi dei sistemi trifase (conduttori in piano, in verticale, a triangolo)

Per le terne trifase di conduttori in piano e di conduttori in verticale il campo di induzione magnetica nel punto P vale:

$$B_{(\mu T)} = 0,2 \times \sqrt{3} \times \frac{I}{D} \times \frac{S}{D}$$

Per le terne trifase di conduttori a triangolo l'induzione magnetica nel punto P è data da:

$$B_{(\mu T)} = 0,1 \times \sqrt{6} \times \frac{I}{D} \times \frac{S}{D}$$

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 31 di 48</p>
---	--	---

Si fa notare che la disposizione dei conduttori ai vertici di un triangolo equilatero è quella che, a parità di altre condizioni, minimizza il campo magnetico.

Per l'intero percorso della linea interrata, il calcolo verrà condotto utilizzando cautelativamente la modellizzazione di conduttori localmente rettilinei, orizzontali e paralleli, di forma cilindrica con diametro costante per ogni tratto descritto nello schema unifilare. Sempre a titolo cautelativo il calcolo della perturbazione elettromagnetica indotta dal tracciato interrato verrà effettuato trascurando qualsiasi tipo di schermatura elettromagnetica prodotta dai cavi stessi. Dal punto di vista magnetico il terreno verrà considerato perfettamente trasparente, mentre dal punto di vista elettrico risulta essere uno schermo tale da poter ritenere il campo elettrico quasi nullo.

Il calcolo del campo di induzione magnetica verrà eseguito considerando cautelativamente una intensità di corrente pari alla massima corrente di impiego, ovvero la massima corrente che può interessare la linea di trasporto nelle normali condizioni di utilizzo. Tuttavia, è opportuno sottolineare che gli impianti di produzione di energia da fonte eolica sono caratterizzati da produzione variabile in funzione della velocità del vento e quindi la potenza prodotta e di conseguenza la corrente che transita nelle linee, varia nel corso del normale funzionamento.

Nel caso di cabine elettriche, ai sensi del § 5.2 dell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (G.U. n. 156 del 5 luglio 2008), la fascia di rispetto deve essere calcolata come segue:

Cabine Primarie: generalmente la D.P.A. rientra nel perimetro dell'impianto in quanto non vi sono livelli di emissione sensibili oltre detto perimetro.

Cabine Secondarie: nel caso di cabine di tipo box (con dimensioni mediamente di 4,0 m x 2,4 m, altezze di 2,4 m e 2,7 m ed unico trasformatore) o similari, la D.P.A., intesa come distanza da ciascuna delle pareti (tetto, pavimento e pareti laterali) della CS, va calcolata simulando una linea trifase, con cavi paralleli, percorsa dalla corrente nominale BT in uscita dal trasformatore (I) e con distanza tra le fasi pari al diametro reale (conduttore + isolante) del cavo (x) applicando la seguente relazione:

$$D.P.A. = 0,40942 * \chi^{0,5241} * \sqrt{I}$$

Per Cabine Secondarie differenti dallo standard “box” o similare sarà previsto il calcolo puntuale, da applicarsi caso per caso. Per Cabine Secondarie di sola consegna MT la D.P.A. da considerare è quella della linea MT entrante/uscente; qualora sia presente anche un trasformatore e la cabina sia assimilabile ad una “box”, la D.P.A. va calcolata con la formula di cui sopra (§ 5.2.1. del D.M. 29 maggio 2008). Nel caso di più cavi per ciascuna fase in uscita dal trasformatore va considerato il cavo unipolare di diametro maggiore.

I risultati delle calcolazioni, di seguito riassunte in appositi grafici e tabelle, sono stati ottenuti per mezzo di apposito foglio di calcolo predisposto dal tecnico sottoscrittore della presente relazione.

8. VALUTAZIONE DEI CEM E CALCOLO DELLA DPA

L'energia elettrica prodotta da ciascun aerogeneratore viene trasformata da bassa a media tensione per mezzo del trasformatore installato a bordo navicella e, quindi, trasferita al quadro MT posto a base torre e sito all'interno della struttura di sostegno tubolare.

Gli aerogeneratori del parco eolico sono singolarmente collegati alla “Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV” mediante una rete di cavidotti, alla tensione di 30 kV.

Il dimensionamento di massima per la sezione dei cavi è stato effettuato sulla base delle caratteristiche dei cavi unipolari del tipo ARE4H1R 18/30 kV con conduttore di alluminio, con isolamento XPLE, per posa interrata in piano ed adottando un opportuno fattore di sicurezza. Le terne di cavi elettrici saranno

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 32 di 48</p>
---	--	--

posate in scavo (cavidotti interrati) secondo le prescrizioni CEI che prevedono, nel caso di una singola terna di cavi, uno scavo di circa 1,20 m di profondità per una larghezza di circa 0,60 m.

L'energia elettrica prodotta dall'intero parco eolico confluisce nella cabina di trasformazione utente, dove tramite il trasformatore 30 kV/36 kV, verrà innalzata al livello di tensione di 36 kV.

Successivamente, dalla cabina di trasformazione utente, tramite semplice terna di cavi interrati disposti a trifoglio a 36 kV, si ha il collegamento alla SSE Lato Utente “Partanna 3” di nuova realizzazione ed infine connesso in antenna alla SSE – RTN (stallo linea in cavo 220 kV).

Quindi in riferimento al progetto in oggetto si analizza il calcolo delle DPA dei seguenti elementi dell'impianto:

- Aerogeneratori;
- Trasformatori MT/BT (nelle navicelle);
- Cavidotti MT omogenei di connessione per i collegamenti tra gli aerogeneratori e la cabina di trasformazione utente;
- Trasformatore 30 kV/36 kV (cabina di trasformazione utente);
- Cavidotto 36 kV in cavo.

Nel proseguo della presente relazione, per ciascuna delle apparecchiature/infrastrutture elencate, verranno calcolate le distanze di prima approssimazione e le emissioni elettromagnetiche generate e confrontate con i livelli massimi ammissibili stabiliti dalla Normativa Vigente per la protezione della Popolazione e dei Lavoratori dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici.

8.1 Aerogeneratori

Un aerogeneratore trasforma l'energia cinetica posseduta dal vento in energia elettrica senza l'utilizzo di alcun combustibile e passando attraverso lo stadio di conversione in energia meccanica di rotazione effettuato dalle pale.

Al fine di sfruttare l'energia cinetica contenuta nel vento, convertendola in energia elettrica disponibile per l'immissione in rete o per l'alimentazione di carichi in parallelo, una turbina eolica utilizza diversi componenti sia meccanici che elettrici. I principali componenti che costituiscono un aerogeneratore ad asse orizzontale sono indicati nella figura 6 ed elencati di seguito:

1. pala,
2. supporto della pala,
3. attuatore dell'angolo di Pitch,
4. mozzo,
5. ogiva,
6. supporto principale,
7. albero principale,
8. luci di segnalazione aerea,
9. moltiplicatore di giri,
10. dispositivi idraulici di raffreddamento,
11. freni meccanici,
12. generatore,
13. convertitore di potenza e dispositivi elettrici di controllo, di protezione e sezionamento,

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



Relazione impatto elettromagnetico

- 14. trasformatore,
- 15. anemometri,
- 16. struttura della navicella,
- 17. torre di sostegno,
- 18. organo di azionamento per l'imbardata.

La potenza elettrica in uscita dal generatore è generalmente in bassa tensione e deve essere convertita in media tensione attraverso un trasformatore per ridurre le perdite di trasmissione mediante l'allacciamento alla rete di distribuzione in media tensione.

In relazione all'esposizione dei lavoratori al campo elettrico generato dalle apparecchiature installate all'interno delle cabine di conversione e trasformazione dell'energia elettrica prodotta, vanno applicati i Valori Limite di Esposizione VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz e i Valori di Azione VA per i campi elettrici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz:

VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz

Intervallo di frequenza	VLE relativi agli effetti sensoriali [Vm ⁻¹] (valore di picco)
1 Hz ≤ f < 10 Hz	0,7/f
10 Hz ≤ f < 25 Hz	0,07
25 Hz ≤ f ≤ 400 Hz	0,0028 f

Tabella 4 - VLE relativi agli effetti sensoriali per il campo elettrico interno a frequenze comprese tra 1 Hz e 400 Hz (D. Lgs. 159/2016)

VA per i campi elettrici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz:

Intervallo di frequenza	VA (E) inferiori per l'intensità del campo elettrico [Vm ⁻¹] (valori RMS)	VA (E) superiori per l'intensità del campo elettrico [Vm ⁻¹] (valori RMS)
1 ≤ f < 25 Hz	2,0 × 10 ⁴	2,0 × 10 ⁴
25 ≤ f < 50 Hz	5,0 × 10 ⁵ /f	2,0 × 10 ⁴
50 Hz ≤ f < 1,64 kHz	5,0 × 10 ⁵ /f	1,0 × 10 ⁶ /f
1,64 ≤ f < 3 kHz	5,0 × 10 ⁵ /f	6,1 × 10 ²
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	1,7 × 10 ²	6,1 × 10 ²

Tabella 5 - VA per i campi elettrici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz

Nota la frequenza di esercizio dell'impianto, pari a 50 Hz, si ottiene:

$$VLE_{sen} = 0,0028 \times 50 = 0,14 [V m^{-1}]$$

$$VA_{inf} = 5,0 \times 10^5 / 50 = 10.000 [V m^{-1}]$$

$$VA_{sup} = 1,0 \times 10^6 / 50 = 20.000 [V m^{-1}]$$

Tuttavia, poiché tutti i componenti dell'impianto presentano al loro interno schermature e parti metalliche collegate all'impianto di terra locale, i campi elettrici risultanti all'interno dei locali menzionati risultano trascurabili. In fase di collaudo verranno misurati i campi elettrici e laddove si dovessero riscontrare aree in cui gli effetti mitigatori delle schermature non dovessero risultare

PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)” Relazione impatto elettromagnetico	DATA: MARZO 2023 Pag. 34 di 48
--	---	---

sufficienti, verranno adottate ulteriori idonee misure di protezione e prevenzione.

Per quanto riguarda i trasformatori MT/BT, posti nelle navicelle degli aerogeneratori, per l'innalzamento del livello di tensione, si determina la Distanza di Prima Approssimazione utilizzando la formula di Siemens che consente il calcolo del campo di induzione magnetica B prodotto da un trasformatore MT/BT in funzione della distanza dal trasformatore:

$$B = 0,72 v_{cc}\% \frac{\sqrt{S_n}}{d^{2,8}}$$

Dove:

- v_{cc} è la tensione di cortocircuito in valore percentuale del trasformatore;
- S_n è la potenza apparente nominale del trasformatore in kVA;
- d è la distanza dal trasformatore espressa in m.

Per i trasformatori in oggetto, i valori sono i seguenti:

- $S_n = 7111 \text{ kVA}$;
- $v_{cc} = 6\%$.

Inserendo tali valori nella relazione precedentemente riportata, in funzione della distanza d dal trasformatore si ottiene la seguente tabella di valori di induzione magnetica B:

D [m]	B [μ T]
1	364
1,5	116,9
2	52,3
2,5	27,9
3	16,8
3,5	10,9
4	7,5
4,5	5,4
5	4
5,5	3
6	2,4

Dalla tabella si può notare come già ad una distanza superiore ai 5 metri dal trasformatore, il valore di induzione magnetica scende al di sotto del valore di 3 μ T. Inoltre, considerando che dall'applicazione della formula utilizzata per il calcolo si ottengono valori del campo di induzione magnetica sovrastimati, si può assumere, in modo cautelativo, che il valore della DPA sia misurata a partire dalle pareti esterne degli aerogeneratori e risulta DPA=6m.

Dato che i trasformatori vengono contenuti all'interno di un sito intercluso alla libera circolazione, si può affermare che i livelli di emissione non costituiscono pericoli per la popolazione.

Ai fini della protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione, si è fatto riferimento alla Scheda S.1 della Guida CEI 106-45:

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

AEI WIND PROJECT V S.R.L.

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
MARZO 2023
Pag. 35 di 48

Relazione impatto elettromagnetico

TIPOLOGIA SORGENTE - APPARATO	LUOGHI DI LAVORO	CARATTERISTICHE E DESCRIZIONE
<p>ELETTRODOTTI</p> <p>OPERANTI ALLA FREQUENZA DI RETE (50 Hz)</p>   	<p>A. LUOGHI ACCESSIBILI ESCLUSIVAMENTE A LAVORATORI ADDETTI</p> <p><i>(esposizione di carattere professionale)</i></p>	<p>Rientrano nella fattispecie degli elettrodotti i seguenti impianti: linee elettriche, sottostazioni e cabine di trasformazione (Legge 22 febbraio 2001, n.36 [3])</p> <ul style="list-style-type: none"> Luoghi accessibili esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionali, ad es. addetti che debbano svolgere specifiche attività lavorative (ad esempio attività di controllo e manutenzione impianti) e solo in relazione allo svolgimento delle stesse. L'esposizione può superare i limiti di esposizione per la popolazione di cui al DPCM 8/7/2003 BF [5] (Cfr. 8.2). Devono essere rispettati i limiti stabiliti nel TUS, Allegato XXXVI, Parte II [1] (Cfr. Tabella 3 e Tabella 4 della presente Guida CEM). <p>I lavoratori esposti al CEM per motivi di carattere professionale, in relazione allo svolgimento di specifiche attività lavorative, devono essere sottoposti a sorveglianza sanitaria e ricevere una formazione ed eventuale addestramento in relazione al rischio specifico.</p>
	<p>B. LUOGHI ACCESSIBILI AL PUBBLICO</p> <p><i>(esposizioni di carattere NON professionale)</i></p>	<p>Luoghi accessibili anche a lavoratori non esposti per ragioni di carattere professionale o a visitatori esterni (popolazione). L'esposizione deve essere contenuta entro le restrizioni per l'esposizione della popolazione fissate dalla legislazione nazionale vigente (DPCM 8/7/2003 BF) (Cfr. 8.2).</p> <p>PERMANENZE < 4 ORE</p> <ul style="list-style-type: none"> L'esposizione deve essere contenuta entro il limite di esposizione per la popolazione fissato dal DPCM 8/7/2003 BF, ma può superare il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità. <p>PERMANENZE ≥ 4 ORE</p> <p>In un luogo adibito a permanenze non inferiori alle 4 ore giornaliere di pubblico o lavoratori non esposti per motivi di carattere professionale, in base alle definizioni del DPCM 8/7/2003 BF, si possono verificare le seguenti situazioni:</p> <p>EDIFICIO O ELETTRODOTTI PRECEDENTI alla data del 08.07.2003: l'esposizione deve essere contenuta entro il limite di esposizione e il valore di attenzione fissati dal DPCM 8/7/2003 BF;</p> <p>EDIFICIO O ELETTRODOTTI SUCCESSIVI alla data del 08.07.2003: l'esposizione deve essere contenuta entro il limite di esposizione e l'obiettivo di qualità fissati dal DPCM 8/7/2003 BF.</p>

Scheda S.1

Tabella 6 - Scheda S.1 Norma CEI 106-45 – Guida alla valutazione dei rischi per la salute e la sicurezza derivante dall'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) fra 0 Hz e 100 GHz nei luoghi di lavoro – Elettrodotti operanti a frequenza di rete

Considerando che i trasformatori in oggetto insistono su luoghi accessibili esclusivamente agli addetti ai lavori, l'esposizione può superare i limiti per la popolazione di cui al DPCM 8 luglio 2003. Tuttavia, per la protezione dei lavoratori dal rischio di esposizione, è necessario rispettare i Limiti di Azione stabiliti dal D.Lgs 159/2016, di seguito riportati:

VA per i campi magnetici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz:

Intervallo di frequenza	VA (B) inferiori per l'induzione magnetica [μT] (valori RMS)	VA (B) superiori per l'induzione magnetica [μT] (valori RMS)	VA (B) per l'induzione magnetica per esposizione localizzata degli arti [μT] (valori RMS)
1 ≤ f < 8 Hz	2,0 × 10 ⁵ / f ²	3,0 × 10 ⁵ / f	9,0 × 10 ⁵ / f
8 ≤ f < 25 Hz	2,5 × 10 ⁴ / f	3,0 × 10 ⁵ / f	9,0 × 10 ⁵ / f
25 ≤ f < 300 Hz	1,0 × 10 ³	3,0 × 10 ⁵ / f	9,0 × 10 ⁵ / f
300 Hz ≤ f < 3 kHz	3,0 × 10 ³ / f	3,0 × 10 ⁵ / f	9,0 × 10 ⁵ / f
3 kHz ≤ f ≤ 10 MHz	1,0 × 10 ²	1,0 × 10 ²	3,0 × 10 ²

Tabella 7 - VA per i campi magnetici ambientali a frequenze comprese tra 1 Hz e 10 MHz (D.Lgs. 159/2016)

Nota la frequenza di esercizio dell'impianto, pari a 50 Hz, si ottiene:

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:  AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma	“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)” Relazione impatto elettromagnetico	DATA: MARZO 2023 Pag. 36 di 48
--	---	---

$$VA_{inf} = 1,0 \times 10^3 = 1.000 [\mu T]$$

$$VA_{sup} = 3,0 \times 10^5 / 50 = 6.000 [\mu T]$$

$$VA = 9,0 \times 10^5 / 50 = 18.000 [\mu T] \text{ (per esposizione localizzata degli arti)}$$

Cautelativamente, considerando che la principale fonte di emissione del campo magnetico è il trasformatore, è stato calcolato il valore di induzione magnetica generata ricorrendo nuovamente alla formula di Siemens di seguito riportata:

$$B = 0,72 v_{cc}\% \frac{\sqrt{S_n}}{d^{2,8}}$$

Considerando che i trasformatori hanno una potenza nominale di 7111 kVA e una $V_{cc}\%$ pari al 6%, a distanza di 1 m dal centro si ottiene **un valore di B pari a circa 364 μT , il quale risulta notevolmente inferiore ai limiti previsti dal D.Lgs. 159/2016.**

In ogni caso, i lavoratori esposti ai CEM per motivi di carattere professionale, in relazione allo svolgimento di specifiche attività lavorative, verranno sottoposti a sorveglianza sanitaria e riceveranno una formazione ed addestramento in relazione al rischio specifico.

Ai sensi della Legge 22 febbraio 2001 n.36, le cabine elettriche di trasformazione rientrano nella fattispecie degli Elettrodotti.

La principale misura di prevenzione che verrà adottata è la **zonizzazione**, che consiste nell'individuare e delimitare, le diverse zone in cui sono rispettate le restrizioni statuite dalla legge, come prescritto nella Norma CEI EN 50499.

L'individuazione delle diverse zone di rispetto, ad accesso libero o controllato, andrà fatta in relazione ai limiti di esposizione per la popolazione e per i lavoratori, tenendo conto dei casi di lavoratori particolarmente sensibili al rischio procedendo come sintetizzato nella figura seguente:

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
MARZO 2023
Pag. 37 di 48

Relazione impatto elettromagnetico

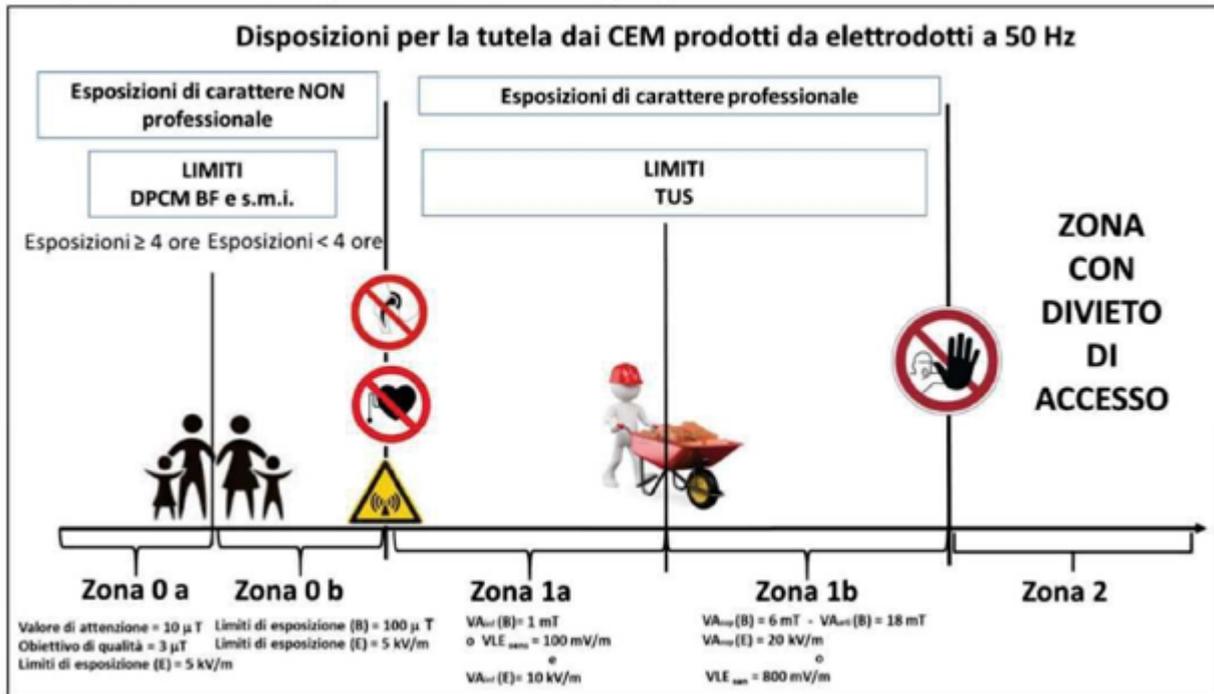


Tabella 8 - misure di prevenzione e protezione per la tutela dai CEM prodotti da elettrodotti a 50 Hz

8.1.1 Classificazione delle zone

Zona 0 “Area accessibile al pubblico e ai lavoratori non esposti per motivi di carattere professionaleK: area nella quale le esposizioni sono conformi alle restrizioni per l’esposizione della popolazione (come definite dalla Legge Quadro 36/2001 e dal DPCM BF 8 luglio 2003); la Zona 0, in virtù della specifica legislazione italiana, verrà suddivisa in due ulteriori sottozone:

- **Zona 0a:** area in cui saranno rispettati sia i limiti di esposizione sia il valore di attenzione e l’obiettivo di qualità relativi all’esposizione della popolazione;
- **Zona 0b:** area in cui sono rispettati i limiti di esposizione ma in cui possono essere superati il valore di attenzione o l’obiettivo di qualità relativi all’esposizione della popolazione.

Zona 1: “Area accessibile esclusivamente a lavoratori esposti per motivi professionaliK e solo in relazione allo svolgimento di specifiche attività. In conformità alla Norma CEI EN 50499, tale zona andrà suddivisa in due ulteriori sottozone:

- **Zona 1a:** area in cui le esposizioni possono essere superiori ai limiti per la popolazione ma conformi ai VA_{inf} o ai VLE_{sen};
- **Zona 1b:** area in cui le esposizioni sono conformi ai VA_{sup} o ai VLE_{san} ma possono superare i VA_{inf} o i VLE_{sen} in cui può essere necessario adottare misure di controllo specifiche.

Zona 2: “Area di accesso vietatoK, in cui l’esposizione può superare i VLE_{san}.

8.1.2 Misure di protezione da adottare

Zona 0: la zona 0 non presenta alcun rischio in relazione all’esposizione ai CEM. Possono accedere anche la popolazione e i lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM. Qualora si configuri anche un’esposizione a campi magnetici statici, non deve essere superato il VA 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 V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 38 di 48</p>
---	--	---

0,5 mT per l'induzione magnetica di campi magnetici statici per i rischi di interferenza con i DMIA. Per i portatori di DMIA devono essere rispettate le distanze di separazione dalle sorgenti giustificabili di CEM indicate nella tabella 1 della Norma CEI EN 50527-1.

Zona 1: nell'area 1 verranno adottate le seguenti misure di protezione:

- a) Verrà interdetto l'accesso al pubblico e ai lavoratori non addetti;
- b) Verrà vietato l'accesso ai lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio CEM;
- c) Verrà delimitato l'accesso all'area con l'apposizione della pertinente segnaletica per i CEM ai sensi della normativa vigente;
- d) Verrà erogata specifica formazione ai lavoratori che vi accedono;
- e) In caso di superamento dei VLEsen, lo stesso sarà temporaneo e verranno adottate misure di protezione specifiche, quali il controllo dei movimenti nel caso di esposizione a campi magnetici statici o quasi statici;
- f) Verranno adottate misure di protezione finalizzate a prevenire il rischio di microscariche.

Zona 2: verranno adottate procedure autorizzative per l'accesso. In tale zona nessuno potrà accedere, salvo ridurre temporaneamente l'esposizione fino a ricadere almeno nel caso della Zona 1. L'accesso alla Zona 2 verrà impedito a mezzo di ostacoli fisici o provvedimenti organizzativi.

Le misure di prevenzione e protezione descritte, verranno adottate in fase di costruzione ed esercizio dell'impianto.

8.2 Linee elettriche MT

In relazione all'esposizione dei lavoratori ai campi elettrici generati dalle linee elettriche di media tensione elettrificate a 30 kV in corrente alternata a frequenza industriale, ai sensi della Norma CEI EN 50499 esse sono classificabili come *sorgenti giustificabili*, ovvero conformi a priori ai livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE:

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 39 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

Luoghi e apparecchiature conformi a priori	
Tipo di apparecchiatura/luogo	Note
Luoghi di lavoro accessibili al pubblico	Sono ritenuti conformi i luoghi di lavoro aperti al pubblico che rispettano i limiti di esposizione indicati nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/EC (ad esempio a 50 Hz il limite di induzione magnetica è di 100 \square T)
Uso di apparecchiature a bassa potenza (così come definite dalla norma EN 50371: con emissione di frequenza 10 MHz + 300 GHz e potenza media trasmessa fino a 20 mW e 20 W di picco), anche in assenza di marcatura CE	Non sono comprese le attività di manutenzione
Uso di apparecchiatura con marcatura CE valutata utilizzando le norme armonizzate per la protezione dai CEM. L'elenco delle norme, che è comunque in frequente aggiornamento, è indicato nell'allegato C della norma EN 50499:	<p>L'apparecchiatura deve essere installata e utilizzata in conformità alle istruzioni del costruttore.</p> <p>Non sono comprese le attività di manutenzione che vanno valutate separatamente.</p> <p>Il datore di lavoro deve verificare sul libretto di uso e manutenzione che l'attrezzatura sia dichiarata conforme alla pertinente norma di prodotto.</p> <p>Non tutte le apparecchiature con marcatura CE sono però state valutate ai fini della protezione dai CEM, e può essere necessario raccogliere informazioni, ad esempio dal costruttore o dal fornitore, sulla valutazione dell'apparecchiatura.</p> <p>Non è comunque necessaria la valutazione rispetto alle norme per la protezione dai CEM per tutte le apparecchiature con la marcatura CE. Inoltre, per alcune apparecchiature e installazioni non è richiesta la marcatura CE.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ▪ EN 50360: telefoni cellulari; ▪ EN 50364: sistemi di identificazione (RFID) e antitaccheggio (EAS); ▪ EN 50366: elettrodomestici; ▪ EN 50371: norma generica per gli apparecchi elettrici ed elettronici di bassa potenza; ▪ EN 50385: stazioni radio base e stazioni terminali fisse per sistemi di telecomunicazione senza fili; ▪ EN 50401: apparecchiature fisse per trasmissione radio (110 MHz - 40 GHz) destinate a reti di telecomunicazione senza fili; ▪ EN 60335-2-25: forni a microonde e forni combinati per uso domestico e similare; ▪ EN 60335-2-90: forni a microonde per uso collettivo 	

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

Relazione impatto elettromagnetico

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 40 di 48**

Usò di apparecchiatura immessa nel mercato europeo in conformità alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, che non richiede marcatura CE	Alcune apparecchiature immesse nel mercato europeo possono anche essere conformi alla Raccomandazione Europea 1999/519/EC pur non avendo ricevuto il marchio CE, per esempio, se fanno parte di un impianto (vedi punto precedente)
Apparecchiature di illuminazione (lampade)	Escluse le illuminazioni speciali alimentate in RF
Computer e apparecchiature IT	
Apparecchiature da ufficio	I dispositivi per la cancellazione in blocco di nastri magnetici possono necessitare di ulteriori valutazioni
Telefoni mobili (cellulari, ecc.) e cordless (DECT, ecc.)	
Radio ricetrasmittenti	Solo quelle con potenze medie inferiori a 20 mW
Basi per telefoni DECT e reti Wlan (es. Wi-Fi)	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione
Apparecchiature e reti di comunicazione escluse quelle wireless	
Apparecchi elettrici portatili e trasportabili	Ad esempio conformi alle EN 60745-1 e EN 61029-1 inerenti la sicurezza degli utensili a motore trasportabili
Apparecchiature portatili per riscaldamento (escluso il riscaldamento a induzione e dielettrico)	Ad esempio conformi alla EN 60335-2-45 (es. pistole per colla a caldo)
Caricabatterie	Trattati nel campo di applicazione della norma EN 60335-2-29 la quale tratta i caricabatteria per il normale uso domestico e quelli destinati all'utilizzo in garage, nei negozi, nell'industria leggera e nelle aziende agricole
Attrezzature elettriche per il giardinaggio	
Apparecchiature audio e video	Alcuni particolari modelli che fanno uso di trasmettitori radio nelle trasmissioni radio/TV possono necessitare di ulteriori valutazioni

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma



“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

DATA:
MARZO 2023
Pag. 41 di 48

Relazione impatto elettromagnetico

Apparecchiature portatili a batteria esclusi i trasmettitori a radiofrequenza	
Apparecchiature elettriche per il riscaldamento di locali	Esclusi i riscaldatori a microonde
Tutte le apparecchiature non elettriche e di conseguenza tutte le attività che si svolgono unicamente in ambienti privi di impianti e apparecchiature elettriche e di magneti permanenti	
<p>Reti di alimentazione elettrica (50 Hz) nei luoghi di lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricità che attraversano o sorvolano il luogo di lavoro. Le esposizioni ai campi elettrici e magnetici vanno considerate separatamente.</p> <p>I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi magnetici:</p> <ul style="list-style-type: none"> tutte le installazioni elettriche con un valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A; tutti i circuiti singoli all'interno di un'installazione, con un valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A; tutti i circuiti i cui conduttori sono vicini e hanno una corrente netta non superiore a 100 A; sono compresi tutti i componenti delle reti che soddisfano i criteri precedenti (inclusi i cablaggi, le apparecchiature di manovra, i trasformatori, ecc.); tutti i conduttori aerei nudi. <p>I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi elettrici:</p> <ul style="list-style-type: none"> tutti i circuiti di cavi sotterranei o isolati, con qualsiasi tensione nominale tutti i circuiti aerei nudi con tensione nominale non superiore a 100 kV, o le linee aeree non superiori a 125 kV che sorvolano il luogo di lavoro, o di qualsiasi 	<p>I criteri qui riportati per dimostrare la conformità ai limiti di esposizione nel luogo di lavoro sono basati sulla dimostrazione che le esposizioni sono inferiori ai limiti minimi della Raccomandazione CE (1999) sulle esposizioni EMF per la popolazione. Tali criteri sono sufficienti a dimostrare la conformità per la maggior parte dei luoghi di lavoro.</p> <p>I criteri di valutazione basati direttamente sui limiti di esposizione della Direttiva CE per il luogo di lavoro, sono indicati nell'Allegato F (vedi capitolo 14) della norma EN 50499. Essi utilizzano 500 A al posto di 100 A, 200 kV invece di 100 kV e 250 kV invece di 125 kV. Le liste di controllo indicate nell'allegato F della norma (vedi capitolo 14) possono quindi essere utilizzate per dimostrare la conformità ai campi magnetici ed elettrici in qualsiasi luogo di lavoro.</p>

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

Relazione impatto elettromagnetico

DATA:
MARZO 2023
Pag. 42 di 48

tensione se il luogo di lavoro è all'interno.	
Strumentazione e apparecchiature di misura e controllo	
Elettrodomestici	Sono inclusi anche gli elettrodomestici professionali, come piani cottura, lavabiancheria, forni a microonde, ecc., utilizzati in ristoranti, negozi, ecc. I piani cottura professionali a induzione sono esclusi e necessitano di ulteriori valutazioni
Computer e terminali IT con comunicazioni wireless	Esempi sono: WLAN (es Wi-Fi), WMAN (es WIMAX), bluetooth e tecnologie analoghe, limitatamente all'utilizzo da parte della popolazione
Trasmettitori a batteria	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione
Antenne di stazioni radio base	Un'ulteriore valutazione è importante solo qualora i lavoratori possano avvicinarsi all'antenna più della distanza di sicurezza stabilita per l'esposizione del pubblico
Tutte le apparecchiature mediche che, nei luoghi di lavoro medici, non irradiano intenzionalmente con esposizione elettromagnetica o applicazione di correnti	
Tutti i luoghi di lavoro interessati dalle emissioni di sorgenti CEM autorizzate ai sensi della normativa nazionale per la protezione della popolazione, con esclusione delle operazioni di manutenzione o altre attività svolte a ridosso delle sorgenti o sulle sorgenti stesse	Il datore di lavoro deve verificare se è in possesso di autorizzazione in base alla legge 36/2001 e relativi decreti attuativi (DPCM 08/07/03) oppure richiedere all'ente gestore una dichiarazione del rispetto della legislazione nazionale in materia

Tabella 9 - Elenco delle sorgenti giustificabili -Tabella 1 della Norma CEI EN 50499

Le linee elettriche con correnti superiori a 100 A rientrano tra le sorgenti **non conformi a priori** ai sensi della Norma CEI EN 50499, per cui sono necessarie ulteriori misure o approfondimenti.

Con riferimento alle **esposizioni di carattere professionale**, ai fini della verifica della conformità ai VA stabiliti dal TUS, si è fatto riferimento alla norma CEI EN 50647.

Il rispetto dei VAinf permette di prevenire le scariche elettriche nell'ambiente di lavoro.

Per i lavoratori particolarmente sensibili al rischio, in nessun caso l'esposizione dovrà superare i livelli di riferimento per l'esposizione della popolazione di cui al DPCM BF 8 luglio 2003.

Con riferimento alle **esposizioni di carattere non professionale**, sono state applicate le disposizioni contenute nel DPCM BF 8 luglio 2003.

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo saranno di tipo unipolare a elica visibile; le sezioni adottate sono pari a 95 mm². I cavi verranno interrati a una profondità di 1,50 m e distanti tra loro 0,011m.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p>“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p>Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 43 di 48</p>
---	--	--

Come noto dalla normativa citata in materia, le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fanno sì che il campo di induzione magnetica prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio. In aggiunta a questa prima considerazione, si fa notare come le metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, fanno esplicito riferimento al caso in questione come un caso per il quale non è richiesto alcun calcolo delle fasce di rispetto.

Si riporta di seguito l'art. 3.2 “Oggetto e applicabilità” dell'allegato del suddetto decreto, con evidenziate le parti di interesse del presente paragrafo:

3.2 Oggetto e applicabilità

La presente metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del DPCM 08.07.03, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto.

I riferimenti contenuti nell'art. 6 del D.P.C.M. 8 luglio 2003 implicano che le *fasce di rispetto* debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: “Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio.” (art. 4).

La presente metodologia di calcolo si applica, quindi, agli elettrodotti esistenti o in progetto, con linee aeree o interrate.

Sono escluse dall'applicazione della metodologia:

- le linee esercite a frequenze diverse da quella di rete (50 Hz);
- le linee definite di classe zero secondo il decreto interministeriale 21.03.88 n. 449;
- le linee definite di prima classe secondo il decreto interministeriale 21.03.88 n. 449;
- le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);

In tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanze previste dal Decreto Interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991.

Figura 17 - Elenco delle sorgenti giustificabili -Tabella 1 della Norma CEI EN 50499

Trattandosi, pertanto, nei casi in questione di elettrodotti costituiti da linee MT in cavo cordato a elica, come evidenziato in precedenza, si ritiene non essere necessario alcuno studio circa i campi di induzione magnetica generati.

La metodologia di calcolo illustrata nella Norma CEI 106-11, riporta quanto segue:

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 44 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

b) Cavi unipolari posati a trifoglio

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per e linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} \text{ [}\mu\text{T]} \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} \text{ [m]} \quad (20)$$

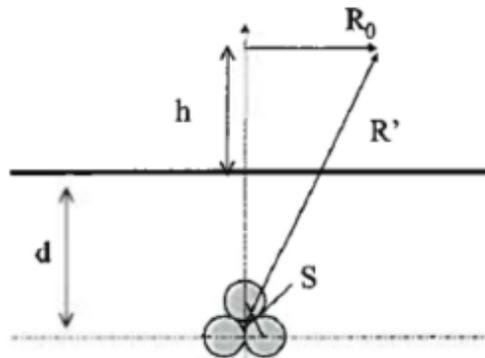


Figura 18 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con poa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità

I valori di DPA dipendono solo dalla geometria dei conduttori e dai valori di corrente che le attraversano.

dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m], che rappresenta la generica distanza o raggio dal centro geometrico dei conduttori, S [m] rappresenta la distanza tra le generatrici delle terne dei conduttori (in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/08, si può considerare pari al diametro reale dei cavi), I [A] è la corrente che percorre i cavi.

Il progetto prevede linee MT attraversate da un'intensità di corrente di 216 A.

Adottando la formula approssimata per i casi precedentemente esposti si ottiene:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,011 \cdot 216,0)} = 0,44 \text{ m}$$

In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 1 m.

Ricordando che il vincolo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT , si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale, pari a:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot ((0,011 \cdot 216) / 0,44^2) = 2,9 \mu\text{T}$$

inferiore al limite fissato.

Vista la profondità di posa ipotizzata, si possono considerare gli effetti del campo magnetico a livello del suolo praticamente nulli.

Inoltre, ai paragrafi 7.1 e 7.1.1 della Norma CEI 106-11 “Fasce di rispetto per linee MT e BT in cavo cordato ad elica (aereo o sotterraneo)” si descrive che le linee in cavo sotterraneo di media tensione con cavo a elica visibile, raggiungono valori di induzione magnetica al suolo sulla verticale del cavo inferiori ai 3 μT relativi all'obiettivo di qualità.

Si riporta di seguito l'immagine del calcolo presente nella suddetta Norma:

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 45 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

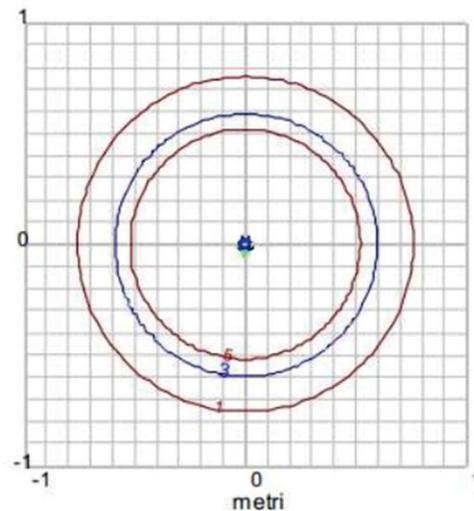


Figura 19 - Curve equivello dell'induzione magnetica generata da cavi cordati ad elica – calcoli effettuati con un modello tridimensionale che tiene conto del passo d'elica.

Per quanto riguarda il campo elettrico, trattandosi di cavi schermati con schermi continui e solidamente connessi tra di loro e a terra, il campo elettrico all'esterno del cavidotto può essere assunto sempre prossimo a zero e quindi al di sotto del limite di legge.

8.2 Cabina di trasformazione Utente 30kV/36kV

Per la determinazione della DPA associata alla cabina di trasformazione utente, in cui è contenuto il trasformatore MT/AT, 36 kV/30 kV, si fa riferimento alla “Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08: Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche” (e- distribuzione S.p.A).

In tale documento, vengono standardizzate le DPA per linee AT e cabine primarie in riferimento a determinati valori di corrente, tensione e taglie dei trasformatori.

Per l'impianto oggetto del presente elaborato, il trasformatore che verrà utilizzato per innalzare la tensione dell'energia prodotta dall'intero parco eolico, avrà una taglia ipotizzata di 40 MVA ed un rapporto di trasformazione di 30kV/36kV.

Con riferimento alle grandezze secondarie del trasformatore si ha una corrente secondaria di circa 770A.

PROGETTAZIONE:


EGM PROJECT

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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

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

P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 46 di 48**

Relazione impatto elettromagnetico

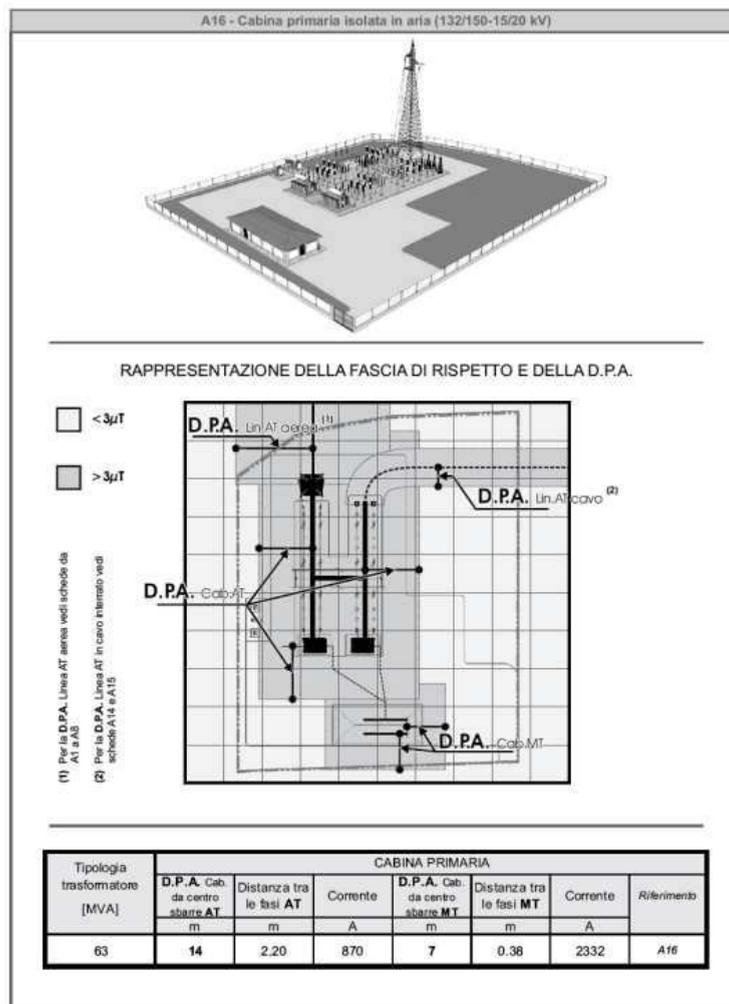


Figura 20 - Scheda A16 - Dpa per cabina primaria

Come si evince dalla figura 19, ricavata dalla scheda A16 del succitato documento, a fronte di una corrente di 2332 A, la DPA corrispondente è di 7m.

Dal momento che la corrente secondaria del trasformatore dell’impianto in esame è sensibilmente inferiore ai 2332 A considerati dalla Linea Guida, cautelativamente a favore della sicurezza, si assume una DPA pari a 7 m.

8.3 Cavidotto 36 kV interrato di collegamento Cabina di trasformazione Utente – SSE Lato Utente “Partanna 3”

Per la realizzazione del cavidotto di collegamento in AT a 36 kV, tra la cabina di trasformazione Utente e la SSE Lato Utente “Partanna 3”, saranno considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettrici e magnetici sull’ambiente e sulle persone.

In relazione all’esposizione dei lavoratori ai campi elettrici generati dalle linee elettriche di media tensione elettrificate a 36 kV in corrente alternata a frequenza industriale, ai sensi della Norma CEI EN 50499 esse sono classificabili come **sorgenti giustificabili**, ovvero conformi a priori ai livelli di riferimento per l’esposizione della popolazione di cui alla Raccomandazione 1999/519/CE (come si

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



PROPONENTE:

**AEI WIND
PROJECT V S.R.L.**
P.I. 16805261001
Via Vincenzo Bellini,
22 00198 Roma

“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”

Relazione impatto elettromagnetico

**DATA:
MARZO 2023
Pag. 47 di 48**

evince dalla Tab.9 - Elenco delle sorgenti giustificabili -Tabella 1 della Norma CEI EN 50499).

Inoltre, trattandosi di cavi schermati con schermi continui e solidamente connessi tra di loro e a terra, il campo elettrico all'esterno del cavidotto può essere assunto sempre prossimo a zero e quindi al di sotto del limite di legge.

Per quanto riguarda l'esposizione al campo magnetico generato dal cavidotto AT interrato, nel caso in questione, l'elettrodotto in cavo è lungo circa 28000 m.

La simulazione condotta prevede la posa dei cavi a trifoglio, a profondità di 1,5m con 10cm di letto di posa e corrente pari a 546 A, tipica di un cavo in rame da 500mm^2 , con sezioni adottate pari a 240mm^2 e distanti tra loro 0,017 m.

La metodologia di calcolo illustrata nella Norma CEI 106-11, riporta quanto segue:

b) Cavi unipolari posati a trifoglio

Lo schema di posa in questo caso è illustrato nella Figura 12. Si può quindi ricorrere alle relazioni approssimate viste per e linee aeree con conduttori a triangolo

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{S \cdot I}{R^2} [\mu\text{T}] \quad R' = 0,286 \cdot \sqrt{S \cdot I} [\text{m}] \quad (20)$$

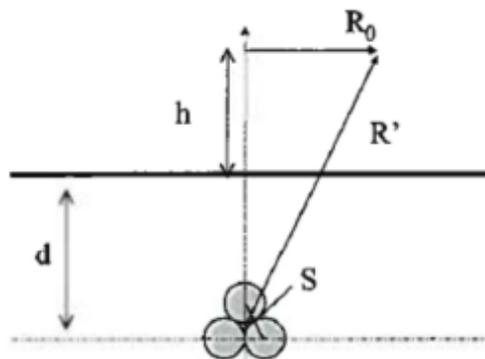


Figura 21 – Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità

I valori di DPA dipendono solo dalla geometria dei conduttori e dai valori di corrente che le attraversano.

dove $B [\mu\text{T}]$ è l'induzione magnetica in un generico punto distante $R [\text{m}]$, che rappresenta la generica distanza o raggio dal centro geometrico dei conduttori, $S [\text{m}]$ rappresenta la distanza tra le generatrici delle terne dei conduttori (in analogia a quanto previsto dal DM 29/05/08, si può considerare pari al diametro reale dei cavi), $I [\text{A}]$ è la corrente che percorre i cavi.

Il progetto prevede linee MT attraversate da un'intensità di corrente di 982 A.

Adottando la formula approssimata per i casi precedentemente esposti si ottiene:

$$R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 0,286 \cdot \sqrt{(0,017 \cdot 982,0)} = 1,18 \text{ m}$$

In via precauzionale, arrotondando al metro superiore, si ottiene una DPA pari a 2 m.

Ricordando che il vincolo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a $3 \mu\text{T}$, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale, pari a:

$$B = 0,1 \cdot \sqrt{6} \cdot \frac{(0,017 \cdot 982)}{1,18^2} = 2,99 \mu\text{T}$$

inferiore al limite fissato.

PROGETTAZIONE:



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

Potenza

info@egmproject.it - egmproject@pec.it



<p>PROPONENTE:</p>  <p>AEI WIND PROJECT V S.R.L. P.I. 16805261001 Via Vincenzo Bellini, 22 00198 Roma</p>	<p align="center">“Progetto di realizzazione di un parco eolico della potenza di 66 MW denominato “CE PARTANNA III” situato nei comuni di Marsala, Salemi e Calatafimi-Segesta, in provincia di Trapani (TP)”</p> <p align="center">Relazione impatto elettromagnetico</p>	<p>DATA: MARZO 2023 Pag. 48 di 48</p>
---	--	--

Vista la profondità di posa ipotizzata, si possono considerare gli effetti del campo magnetico a livello del suolo praticamente nulli.

9. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l’impatto elettromagnetico delle opere da realizzare, e, sulla base delle risultanze, individuare eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici, secondo il vigente quadro normativo.

Una volta individuate le possibili sorgenti dei campi elettromagnetici, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione di tipo analitico, volta a determinare la consistenza dei campi generati dalle sorgenti e l’eventuale distanza di prima approssimazione (DPA).

Dall’analisi dei risultati si può concludere che i valori di induzione calcolati sono compatibili con i vincoli previsti dalla normativa vigente.

PROGETTAZIONE:



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

info@egmproject.it - egmproject@pec.it

