



REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA PROVINCE DI NUORO E SASSARI



COMUNE DI BITTI



COMUNE DI OSIDDA



COMUNE DI BUDDUSO



PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DEL PARCO EOLICO "BITTI - AREA PIP"

Potenza complessiva 56 MW

PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO, DELLE OPERE CONNESSE E DELLE INFRASTRUTTURE INDISPENSABILI

PE - R.4

RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE

COMMITTENTE

**GREEN
ENERGY
SARDEGNA 2
S.r.l.**

**Piazza del Grano 3
39100 Bolzano, Italia**

GRUPPO DI LAVORO

Progettazione e coordinamento:
I.A.T. Consulenza e progetti S.r.l.
Dott. Ing. Giuseppe Frongia

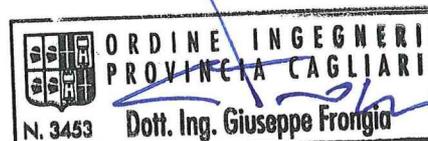


Gruppo di progettazione:
Ing. Giuseppe Frongia
Ing. Marianna Barbarino
Ing. Enrica Batzella
Dott. Andrea Cappai
Ing. Gianfranco Corda
Ing. Antonio Dedoni
Ing. Gianluca Melis
Ing. Emanuela Spiga

Consulenze specialistiche:
Dott. Mauro Casti (Flora e vegetazione)
Dott. Marco Cocco (Pedologia)
Ing. Antonio Dedoni (Acustica)
Dott. Maurizio Medda (Fauna)
Dott. Matteo Tatti (Archeologia)
Dott. Geol. Mauro Pompei (Geologia e geotecnica)
Dott. Geol. Maria Francesca Lobina (Geologia e geotecnica)

SCALA:

FIRME



Rev.	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato	Data
00	Prima emissione	IAT	GF	GES2	Agosto 2020

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 1 di 21	

INDICE

1	PREMESSA GENERALE	2
2	PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	2
3	OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08.....	6
3.1	Descrizione generale dell'elettrodotto AT	6
3.2	Stazione Elettrica 30/150kV Produttore	7
4	CALCOLO DPA CAVO AT CONNESSIONE SE UTENTE – SE TERNA BUDDUSÒ	10
5	CALCOLO DPA STALLO AT STAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE	12
6	CALCOLO DPA AEROGENERATORI	13
7	CALCOLO DPA ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE MT A 30KV	14
7.1	Cavidotti in configurazione semplice – singola terna di cavi	14
7.2	Cavidotti in configurazione complessa – terne multiple di cavi	15
8	VISUALIZZAZIONE IN PIANTA FASCE DI RISPETTO STAZIONI E CAVO AT18	
9	PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO	19
10	LEGGI, NORME E REGOLAMENTI	20
10.1	Norme legislative	20
10.2	Norme tecniche	20
10.3	Guide ENEL	20
10.4	Altri riferimenti bibliografici	20

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 2 di 21	

1 PREMESSA GENERALE

La presente relazione di valutazione previsionale dei campi elettromagnetici costituisce parte integrante del progetto definitivo dell'impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica da 56 MW denominato *Bitti - Area PIP*, proposto dalla società Green Energy Sardegna 2 S.r.l. (di seguito "Proponente") in comune di Bitti (NU).

La relazione, in conformità al procedimento per il calcolo della fascia di rispetto di cui al § 5.1.3 del D.M. 29 maggio 2008 (GU n. 156 del 5 luglio 2008), fornisce una valutazione previsionale dei campi elettromagnetici associati all'esercizio delle opere impiantistiche relative alla messa in esercizio delle infrastrutture elettriche necessarie, stimando quantitativamente i valori delle fasce di rispetto (distanza di prima approssimazione - DPA) dalle opere previste dal progetto.

La determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle opere elettromeccaniche che insistono sulla porzione di territorio interessata dal progetto è stata condotta in accordo con i seguenti criteri:

- sono stati considerati i dati caratteristici delle linee e si è assunta come portata in corrente circolante nelle linee, la relativa "corrente in servizio normale" così come definita all'interno della norma CEI 11-60 per le parti aeree e la CEI 11-17 per le linee in cavo;
- le linee sono schematizzate così come prevede la norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- delimitazione delle regioni di spazio definite dal luogo delle superfici di isocampo di induzione magnetica pari a 3 μ T (art. 4 DPCM 8 luglio 2003, obiettivi di qualità);
- le proiezioni verticali a livello del suolo di dette superfici determinano le fasce di rispetto arrotondando all'intero più vicino le dimensioni espresse in metri.
- detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

2 PROTEZIONE DAI CAMPI ELETTROMAGNETICI

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).

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 3 di 21

Il valore di attenzione 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. 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 D.M. 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 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) nel rispetto dell'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ del campo magnetico (art. 4 del DPCM 8 luglio 2003), si applica nel caso di realizzazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati.

Al fine di facilitare la lettura della presente relazione si richiamano le seguenti definizioni:

Fascia di rispetto: Spazio circostante un elettrodotto (Figura 2.1) che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, con induzione magnetica \geq all'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$), alla portata in corrente in servizio normale come definita dalla norma CEI 11-60 (DPCM 08-07-03, art. 6 c. 1).

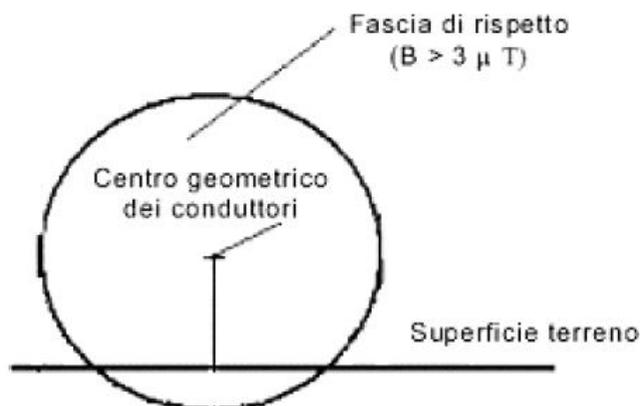


Figura 2.1 - Fascia di rispetto intorno all'elettrodotto

All'interno della fascia di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a 4 ore (Legge 36/01, art. 4, c. 1, lettera h) giornaliere.

Per la determinazione delle fasce di rispetto si deve far riferimento a:

- obiettivo di qualità ($B = 3 \mu\text{T}$);
- portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata (per le linee in cavo è definita dalla norma CEI 11-17)

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.L.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 4 di 21

Distanza di prima approssimazione (DPA): Garantisce che ogni punto distante dall'elettrodotto più di DPA si trovi all'esterno della fascia di rispetto (Figura 2.2).

Per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea (rappresenta una semi-fascia).

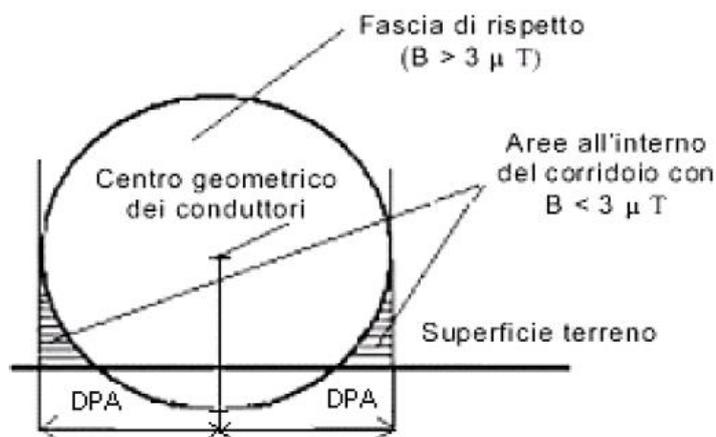


Figura 2.2- Calcolo della DPA per un elettrodotto

Per le cabine elettriche è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti (tetto e pavimento compresi).

All'interno della DPA sono individuabili anche aree che in condizioni di esercizio normali presentano una induzione magnetica $< 3 \mu T$.

Elettrodotto: insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;

Linea: collegamenti con conduttori elettrici, delimitati da organi di manovra, che permettono di unire due o più impianti allo stesso livello di tensione;

Tronco: collegamento metallico che permette di unire due impianti (compresi gli allacciamenti);

Tratta: porzione di tronco di linea avente caratteristiche omogenee di tipo elettrico, meccanico e relative alla proprietà e appartenenza alla RTN;

Impianto: officina elettrica destinata, simultaneamente o separatamente, alla produzione, allo smistamento, alla trasformazione e/o conversione dell'energia elettrica transitante (Centrali di produzione, Stazioni elettriche, Cabine di trasformazione primarie e secondarie e Cabine utente).

Il DM 29.05.08 fornisce quindi le procedure per il calcolo delle fasce di rispetto delle linee elettriche, esistenti ed in progetto, in particolare, secondo quanto previsto al § 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 interrato, esistenti ed in progetto ad esclusione di:

- linee esercite a frequenza diversa da quella di rete di 50 Hz (ad esempio **linee in corrente continua**);

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 5 di 21	

- 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);

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.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 6 di 21

3 OPERE DA REALIZZARE E ASSOGGETTAMENTO AL DM 29.05.08

Per quanto riguarda l'assoggettamento alla disciplina del D.M. 29.05.08, le opere da realizzare nell'impianto in questione, per quanto riguarda l'area Produttore, si riferiscono a:

1. Cavo AT alla tensione di 150kV per la connessione dell'impianto di utente alla futura SE di smistamento 150 kV di Terna denominata "Buddusò". (Impianto di Utente);
2. Stallo stazione elettrica di smistamento 150 kV "Buddusò".

3.1 Descrizione generale dell'elettrodotto AT

L'impianto sarà collegato in antenna alla sezione 150 kV della futura Stazione Elettrica (SE) della RTN a 150 kV, denominata "Buddusò", a mezzo di nuovo elettrodotto AT interrato della lunghezza di circa 200 metri.

Per il collegamento tra la sottostazione elettrica SE del produttore e la SE di TERNA si utilizzerà una TERNA di cavi unipolari isolati in XLPE (*Cross-linked polyethylene*), tipo ARE4H1H5E per tensioni di esercizio 87/150 kV conformi al documento Cenelec HD 632 ovvero alla norma IEC 60840.

In Figura 3.1 si riporta a titolo illustrativo la sezione del cavo che verrà utilizzato:

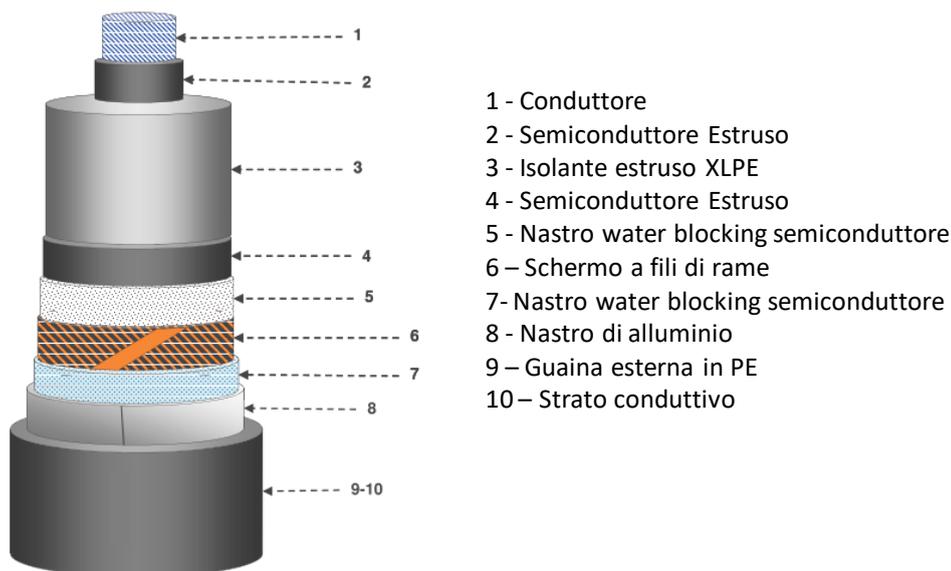


Figura 3.1 - Cavo AT 150 kV tipo ARE4H1H5E 87/150kV

Le principali caratteristiche tecniche del cavo a 150 kV sono di seguito riportate:

- Frequenza nominale: 50 Hz
- Tensione nominale ($U_0/U/U_m$): 87/150/170 kV
- Corrente nominale: 1000 A

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 7 di 21

– Sezione nominale del conduttore: 1600 mm²

La tipologia di posa prevalente prevista è quella a trifoglio con cavi direttamente interrati in trincea schematizzata in Figura 3.2.

La profondità media di scavo sarà di circa 1,5 / 1,6 metri mentre la profondità media di interrimento (letto di posa) sarà di 1,3 metri sotto il piano di calpestio; tale profondità potrà variare in relazione al tipo di terreno attraversato. Saranno inoltre previsti opportuni nastri di segnalazione. Normalmente la larghezza dello scavo della trincea è limitata entro 1 metro salvo diverse necessità riscontrabili in caso di terreni sabbiosi o con bassa consistenza. Il letto di posa può essere costituito da un letto di sabbia vagliata o da un piano in cemento magro, saranno altresì utilizzate piastre di protezione del cavo in CAV.

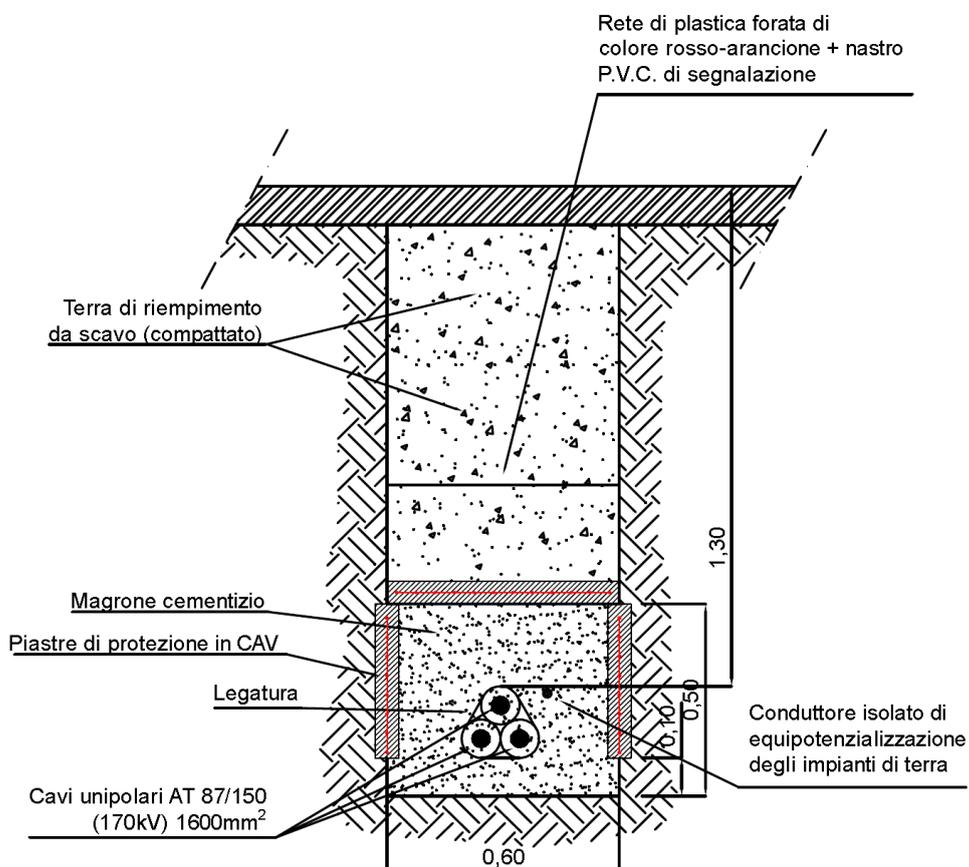


Figura 3.2 - Modalità di posa Cavo AT 150 kV

3.2 Stazione Elettrica 30/150kV Produttore

L'impianto eolico verrà connesso alla RTN mediante realizzazione di nuova stazione elettrica MT/AT 30kV/150kV. L'impianto di utenza sarà composto da una stazione elettrica 150kV/30kV comprensiva dei locali tecnici funzionali all'impianto per l'alloggiamento delle apparecchiature del Sistema di Protezione Comando e Controllo e di alimentazione dei Servizi Ausiliari e Servizi Generali.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 8 di 21

L'impianto utente per la connessione dell'impianto eolico *Bitti Area PIP* si comporrà di:

- Stallo AT trasformatore composto da: trasformatore elevatore 30/150 +-12x1,25% kV da 70 MVA, scaricatori AT, TV AT ad uso combinato fiscale/misura/protezione fiscale, TA AT ad uso combinato fiscale/misura/protezione, interruttore tripolare 150kV e sezionatore rotativo 150kV con lame di terra.
- Quadro di media tensione 30kV isolato in gas SF6 al quale si attestano i cavidotti provenienti dal parco eolico. Il quadro di media tensione si completa di scomparti arrivo trafo e scomparto trasformatore servizi ausiliari.
- Locali allestiti in container (o shelter): sala quadri BT, sala quadri MT, locale trasformatore servizi ausiliari, locale gruppo elettrogeno, locale SCADA e telecomunicazioni, WC.
- Cavo AT 150kV connessione SE Produttore - SE RTN.

La planimetria della stazione del produttore è illustrata in Figura 3.3.

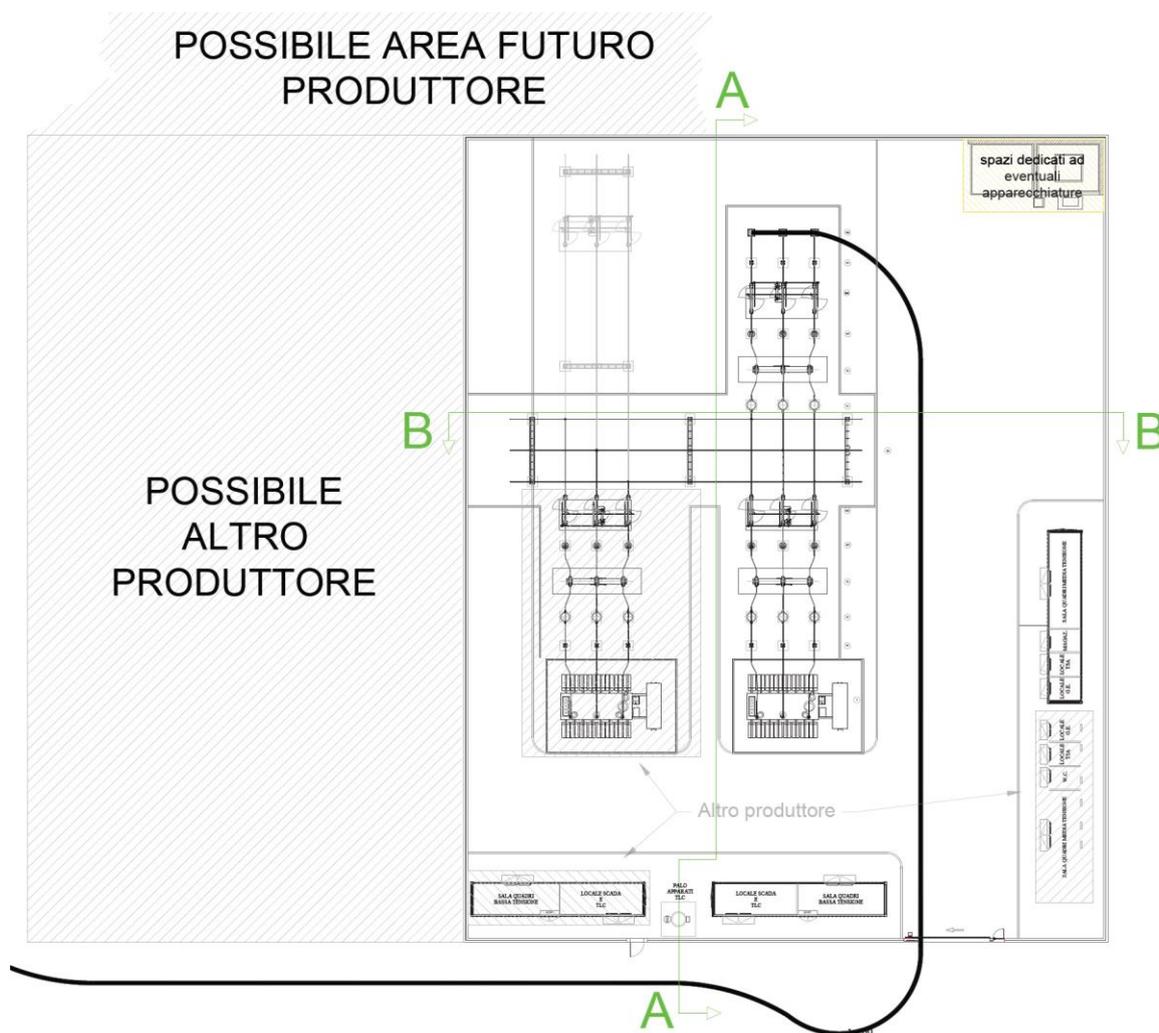


Figura 3.3 – Stazione AT 30/150kV Produttore

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.L.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 9 di 21

Lo stallo AT, sez. A-A, è illustrato in sezione longitudinale in

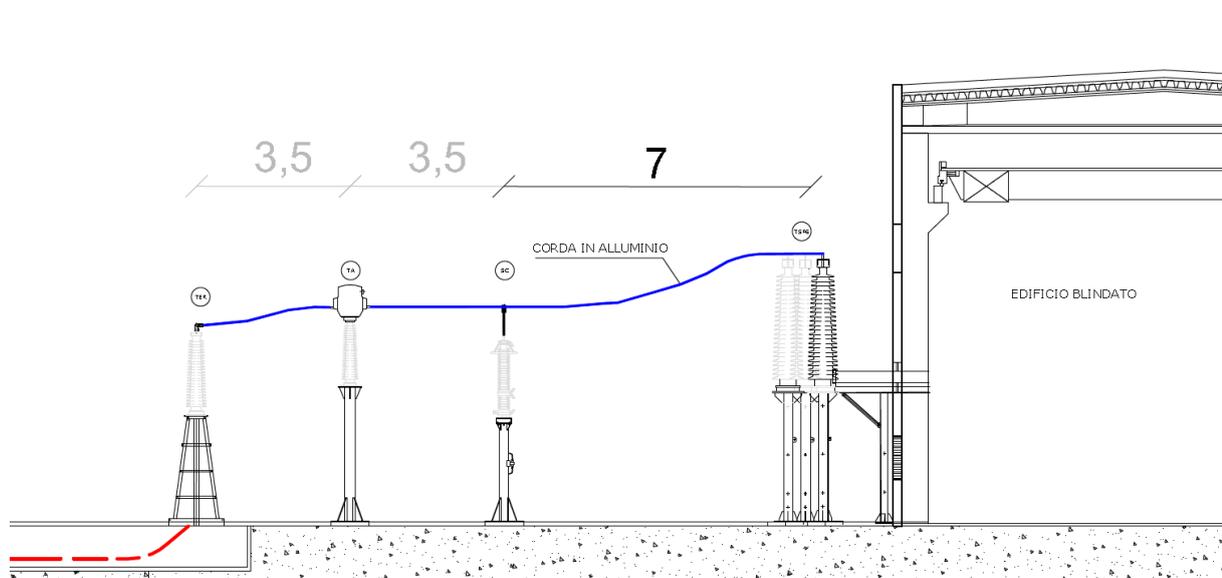


Figura 3.4 – Stallo AT 30/150kV Produttore Green Energy Sardegna 2

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 10 di 21

4 CALCOLO DPA CAVO AT CONNESSIONE SE UTENTE – SE TERNA BUDDUSÒ

Per l'applicazione del par. 5.1.3 dell'Allegato al DM 29/05/08 "Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" si deve considerare la portata di corrente in servizio normale relativa al periodo stagionale in cui essa è più elevata e, nel caso in esame di cavi a 150 kV con sezione di 1600mm², si considera un valore di corrente pari a 1000 A.

La norma CEI 106-11 permette di determinare la distanza R₀ dall'asse della linea al livello del suolo (h = 0) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto di un valore prefissato (3 µT).

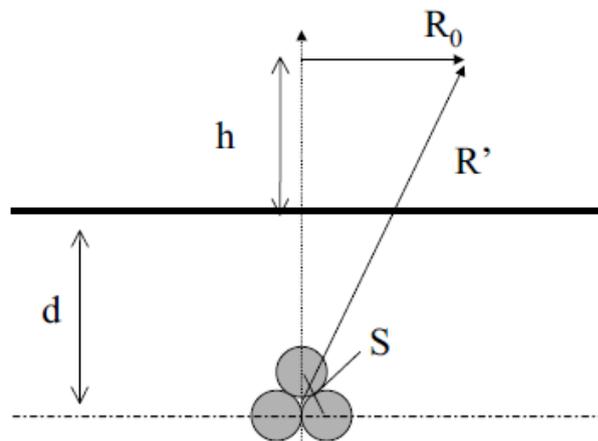


Figura 4.1 - Schema di principio per il calcolo delle distanze da terne di cavi interrati con posa a trifoglio oltre le quali l'induzione magnetica è inferiore all'obiettivo di qualità (3 µT)

La formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R₀ dall'asse della linea al livello del suolo (h=0) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di 3 µT è la seguente equazione (1):

$$R_0 = \sqrt{0,082 \cdot S \cdot I - d^2} \quad (1)$$

Applicando la formula indicata nella norma CEI 106-11 per il calcolo della distanza da terne di cavi unipolari interrati posati a trifoglio oltre la quale la distanza è inferiore all'obiettivo di qualità per il caso considerato, S = 0,25 m e d=1,15 m (equivalente alla profondità di posa di 1,2 m), ne deriva R₀=2,63m; si assume pertanto una DPA=3m dall'asse della linea.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 11 di 21

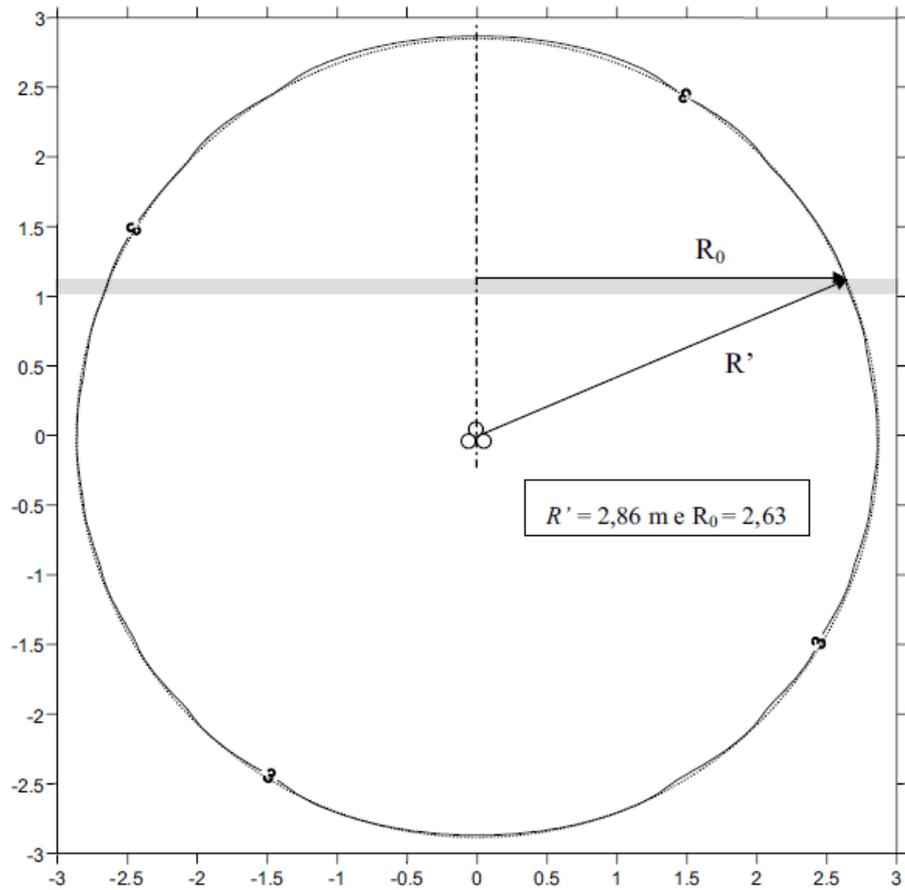


Figura 4.2 – Visualizzazione grafica calcolo R_0 Cavi AT posati a trifoglio

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 12 di 21	

5 CALCOLO DPA STALLO AT STAZIONE ELETTRICA PRODUTTORE

Analogamente alle linee elettriche anche nel caso delle cabine primarie e stazioni lo spazio definito da tutti i punti caratterizzati da valori di induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità definisce attorno a tali impianti un volume. La superficie di questo volume delimita la fascia di rispetto.

Per le stazioni, la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso (DM del 29 maggio 2008).

In particolare, nel caso in oggetto, per una terna di conduttori disposti in piano con una corrente di esercizio (stallo linea) pari a 1250A ed una distanza S tra le fasi AT pari a 2,2 m, la distanza d dal baricentro delle sbarre, a cui corrisponde un campo di 3 μ T, si può calcolare con la formula (2) che segue (norma CEI 106.11):

$$d = 0.34 * \sqrt{(S * I)} \quad (2)$$

Dalla quale si ricava una distanza pari a 17 m.

Nel funzionamento atteso della stazione con la potenza complessiva di connessione sullo stallo per di 56MW, e correnti previste fino a 216A, si ricava una d=7,4m che rientra nei confini perimetrali della stazione in oggetto.

Si assume in tal caso una DPA pari a 8m.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 13 di 21	

6 CALCOLO DPA AEROGENERATORI

I componenti principali dell'aerogeneratore in cui si ha emissione di campi elettromagnetici sono i seguenti:

- il generatore elettrico;
- le linee di connessione a MT a 30kV dalla navicella fino al quadro MT a base torre;

Nella valutazione del campo magnetico si considera il cavidotto di collegamento al generatore elettrico, nell'ipotesi che questo sia attraversato dalla corrente in condizioni di massima potenza che si calcola con la relazione (3) e risulta pari a 121A:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi} = \frac{6M}{\sqrt{3} \cdot 30k \cdot 0.95} = 121A \quad (3)$$

Considerando i conduttori sulla parete del sostegno dell'aerogeneratore, il campo generato si può calcolare con la relazione ottenuta dalla norma CEI 116- 11 e valida per una terna di conduttori disposti in piano o in verticale (a bandiera) con distanza tra i conduttori adiacenti pari a S [m], percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A], l'induzione magnetica B[μT] in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, con R >> S, è data dalla seguente equazione (4) :

$$B = 0.2 \cdot \sqrt{3} \frac{S \cdot I}{R^2} \quad (4)$$

Dalla relazione (4) si può calcolare la distanza R corrispondente ad un valore di B pari a 3 μT (soglia obiettivo di qualità D.P.C.M. 8 luglio 2003).

$$R = 0,34\sqrt{S \cdot I} \quad (5)$$

Assumendo S pari a 0,1m, quindi risulta, $R = 0,34\sqrt{0,1 \cdot 121} = 1,18m$ e viene quindi assunta una DPA di 1,5m misurata a partire dalle pareti esterne della torre.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 14 di 21

7 CALCOLO DPA ELETTRODOTTI DI DISTRIBUZIONE MT A 30KV

Gli aerogeneratori verranno inseriti su un elettrodotto (dorsale) costituito da cavi interrati a 30 kV, che si svilupperanno all'interno dell'area di centrale mediante collegamenti in entra-esce verso gli aerogeneratori stessi, per attestarsi quindi alla stazione di trasformazione 30/150 kV.

Il progetto prevede la realizzazione di cavidotti interrati con posa in opera di singole o multiple terne di cavi con disposizione a trifoglio, aventi sezione variabile a seconda della tratta, in particolare si utilizzeranno le sezioni di 300 mm² e 630 mm². Lo scavo avrà larghezza variabile tra 0.6 e 1.3 m e profondità variabile tra 1 e 1.2 m con posa in opera di singole e doppia terna di cavi o configurazioni più complesse, come rappresentato nella Figura 7.1 – Sezioni tipiche cavidotti MT a 30kV.

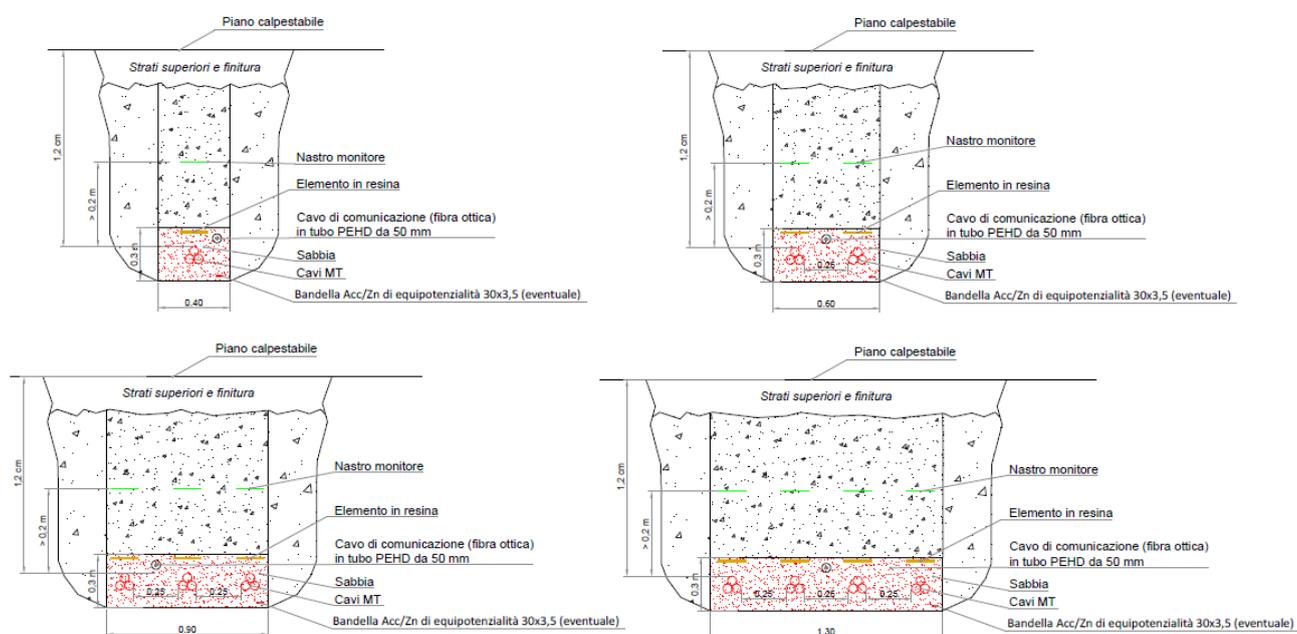


Figura 7.1 – Sezioni tipiche cavidotti MT a 30kV

I cavidotti MT saranno realizzati mediante condotta direttamente interrata in cavo tipo ARE4H5E 18/30kV, cavo con conduttore in alluminio, unipolare, isolato con elastomero speciale in gomma, schermato a fili di rame e provvisto di una robusta guaina di polietilene adatto all'interramento diretto e di un sistema di protezione innovativo, situato al di sotto della guaina esterna, che garantisce un'elevata protezione meccanica del cavo, assorbendo gli urti e riducendo drasticamente il rischio di deformazioni permanenti o di danneggiamenti degli strati sensibili sottostanti, come l'isolante o lo schermo metallico.

7.1 Cavidotti in configurazione semplice – singola terna di cavi

In accordo con la norma CEI 106-11, per la posa in questione, con singola terna di cavi all'interno del cavidotto, si procede applicando la formula semplificata per il calcolo diretto della distanza R_0

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 15 di 21

dall'asse della linea al livello del suolo ($h=0$) oltre la quale l'induzione magnetica scende al di sotto del valore di $3 \mu T$.

Tenuto conto delle caratteristiche e delle condizioni di posa dei cavidotti, assumendo cautelativamente la quota di installazione di pari a $-1m$, e dei seguenti valori relativi alle condizioni nominali di funzionamento dei cavidotti, si ottengono i risultati riassunti in tabella dove si riportano anche le DPA approssimata al mezzo metro successivo per ciascun cavidotto.

Tipologia Cavidotto Sez. mm^2	Portata (CEI 11-60) (A)	S (m)	d (m)	R_0	DPA (m)
3x1x300	470	0,045	1,0	0,86	1
3x1x630	700	0,055	1,0	1,47	2

7.2 Cavidotti in configurazione complessa – terne multiple di cavi

In alcune tratte sono possibili diverse configurazioni con terne multiple di cavi all'interno dello stesso scavo. In Figura 7.2 viene considerato il caso complesso che è quello più gravoso per l'impianto in questione, e che corrisponde a quello di una doppia terna di cavi da $630 mm^2$ attraversati dalla corrente nominale assunta pari a $700A$.

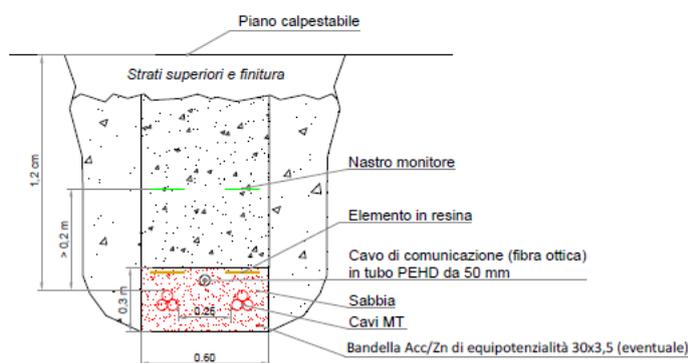


Figura 7.2 – Sezione cavidotto MT a 30 kV collegamento verso SE produttore

Le simulazioni relative al calcolo dell'intensità del campo magnetico in tal caso sono state elaborate con il software "MoE" (Monitoraggio Elettrodotti) v.1.0 sviluppato dal CESI – Centro Elettrotecnico Sperimentale Italiano - utilizzando modelli di calcolo basati sul metodo standardizzato dal Comitato Elettrotecnico Italiano Norma CEI 211-4/1996.

In Figura 7.3 viene mostrata una delle due finestre di ingresso per la simulazione del campo magnetico generato dagli elettrodotti.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 16 di 21

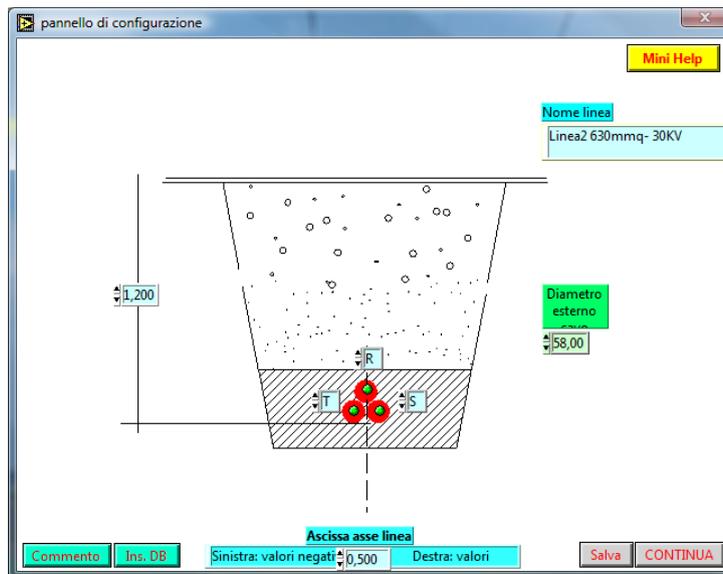


Figura 7.3 – Simulazione con software MOe

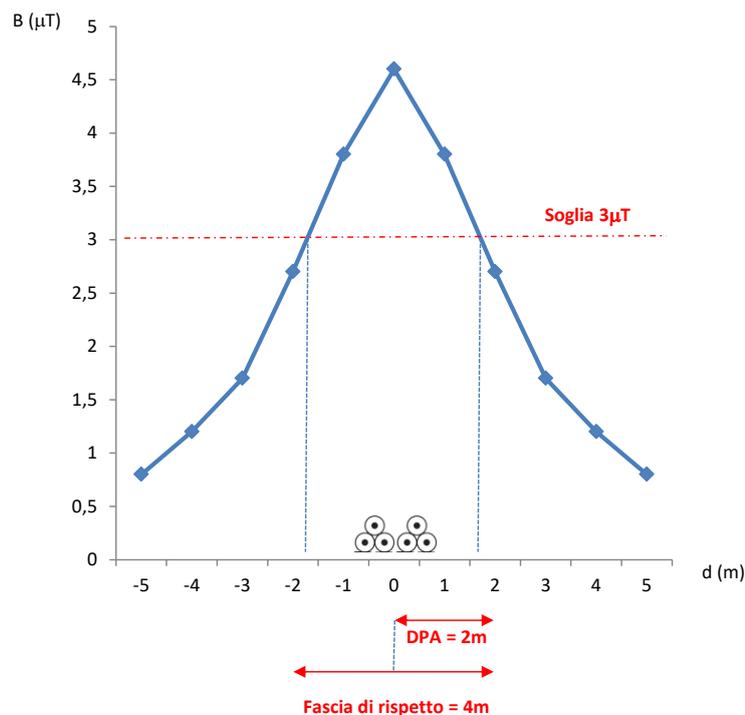


Figura 7.4 – Valore induzione magnetica a 1m dal terreno, n.2 terne MT - I=700A

Le analisi effettuate evidenziano che, nella situazione peggiore per l'impianto, ovvero nel caso di elettrodotto realizzato con doppia terna di cavi a 30kV, aventi sezione di 630mm², attraversati da una corrente pari a 700 A, pari alla portata nominale, i valori di induzione magnetica calcolati a una quota di 1m da suolo sono già inferiori alla soglia di 3 μT per una distanza di circa 1,8 m dall'asse

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 17 di 21	

dell'elettrodotto, che viene approssimata a 2m, tale valore corrisponde alla DPA; pertanto, la fascia di rispetto per le tratte in cui sono presenti più terne di conduttori in adiacenza si assumerà pari a 4 m a cavallo dell'asse del cavidotto considerato.

Per le altre configurazioni complesse, con diverse terne di conduttori e attraversate da correnti più basse rispetto al caso preso in considerazione, sebbene potrebbe essere considerata una DPA di dimensioni inferiori, si assumerà comunque una fascia di rispetto pari a 4 m a cavallo dell'asse del cavidotto considerato.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it		TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 18 di 21

8 VISUALIZZAZIONE IN PIANTA FASCE DI RISPETTO STAZIONI E CAVO AT

La visualizzazione grafica delle fasce di rispetto per l'impianto di rete e l'impianto utente sono visualizzate in Figura 8.1.

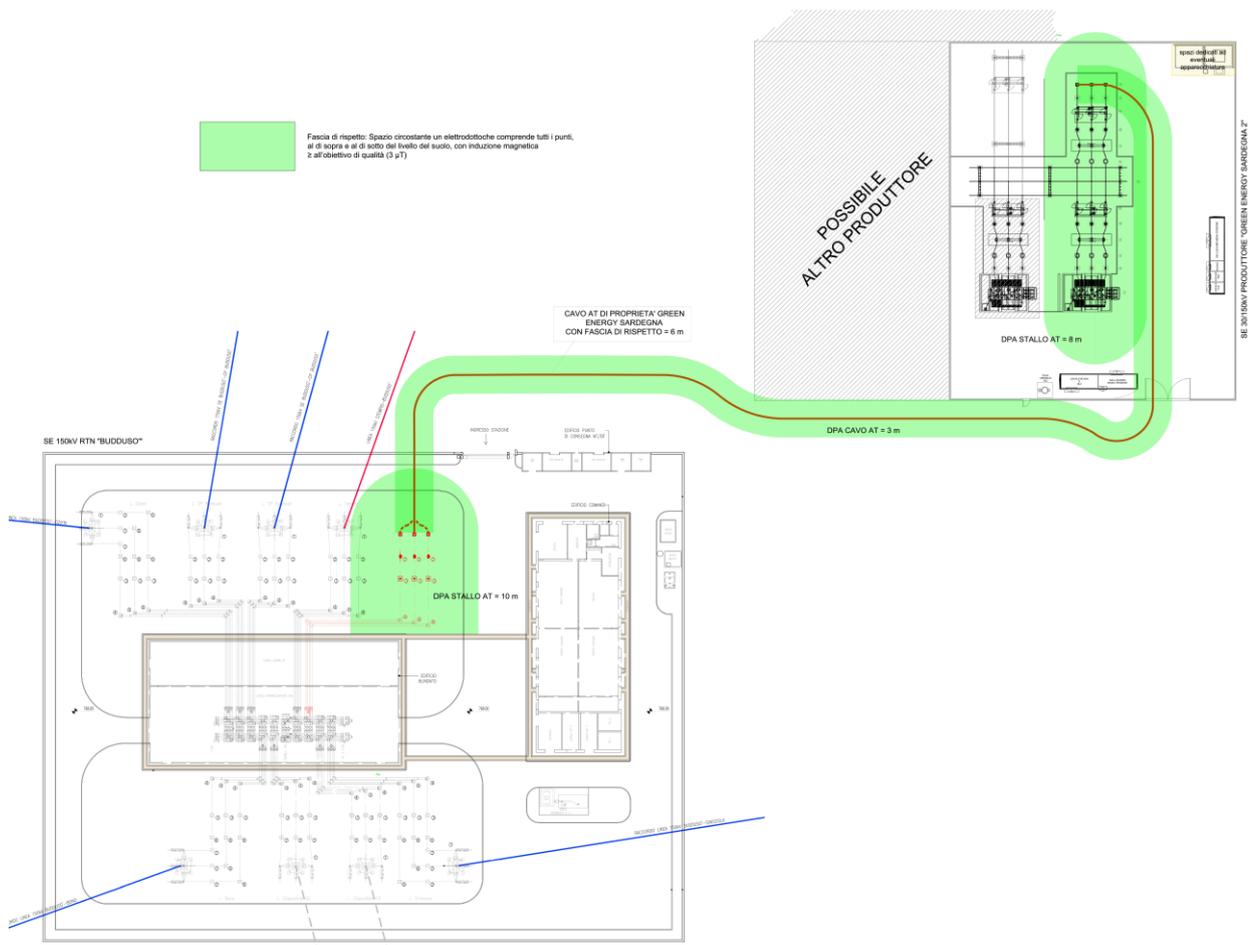


Figura 8.1 – Visualizzazione grafica Fasce di Rispetto

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)	 GREEN ENERGY SARDEGNA 2 S.r.l.	OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 iat CONSULENZA E PROGETTI www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 19 di 21	

9 PRESENZA DI PERSONE NELL'IMPIANTO

L'impianto in progetto verrà telecontrollato a distanza e non richiede presenza costante di personale negli edifici durante il normale funzionamento.

I locali tecnici dell'impianto saranno non presidiati, e con presenza umana limitata ai brevi tempi necessari per l'effettuazione di controlli, le verifiche, ispezioni e manovra impianti delle apparecchiature elettromeccaniche, le quali saranno conformi alle normative in vigore in termini di protezione ed emissione di campi elettromagnetici. Non saranno presenti apparecchiature che introducono problematiche particolari in termini di emissione di onde elettromagnetiche e/o radiazioni non ionizzanti.

Il personale sarà presente solo saltuariamente per controlli e quindi con permanenze limitate e prevalentemente inferiori alle quattro ore, oppure per manutenzione straordinaria o programmata con permanenze sicuramente superiori alle quattro ore.

La manutenzione che potrebbe esporre il personale a campi elettromagnetici, riguarda la stazione di smistamento del gestore. Nella quasi totalità dei casi la manutenzione avviene fuori servizio e con gli impianti in sicurezza, quindi in assenza di tensione e corrente e quindi anche in assenza di campi elettromagnetici.

In conclusione, per quanto sopra esposto, la presenza di persone nell'impianto non le espone a rischi specifici.

COMMITTENTE Green Energy Sardegna 2 S.r.l. Piazza del Grano, 3 Bolzano (BZ)		OGGETTO PARCO EOLICO "BITTI – AREA PIP" PROGETTO DEFINITIVO	COD. ELABORATO PE-R.4
 www.iatprogetti.it	TITOLO RELAZIONE VALUTAZIONE PREVISIONALE CAMPI ELETTROMAGNETICI - AREA PRODUTTORE	PAGINA 20 di 21	

10 LEGGI, NORME E REGOLAMENTI

10.1 Norme legislative

- Legge n. 36, del 22 febbraio 2001: *“Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”*. G. U. n. 55 del 7 marzo 2001.
- DPCM 8 luglio 2003: *“Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”* - G. U. n. 200 del 29 agosto 2003.
- Decreto Ministeriale 29 maggio 2008. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare. Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti. (Supplemento ordinario n.160 alla G.U. 5 luglio 2008 n. 156).

10.2 Norme tecniche

- CEI 211-6. Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana.
- CEI 211-4. Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche.
- CEI 106-11. Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6). Parte 1: linee elettriche aeree e in cavo.
- CEI 11-17. Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.

10.3 Guide ENEL

- Enel. 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.

10.4 Altri riferimenti bibliografici

- M. Bruni e altri. *Modellistica previsionale applicata allo studio dei campi magnetici in prossimità di cabine di trasformazione elettrica (MT/BT)*. ARPA Emilia Romagna.
- G. Licitra, F. Francia, N. Colonna. *Esposizione al campo magnetico generato da cabine elettriche MT/BT di U.O. Fisica Ambientale Dipartimento ARPAT di Livorno.*
Stefano Cheli, Federica Fratini, Mauro Salvadori. Enel. Aspetti tecnici e autorizzativi per l'installazione di cabine secondarie nel rispetto dei limiti normativi esposizione a campi elettromagnetici. Metodologia di valutazione semplificata della fascia di rispetto (DPA). Padova 19/06/09.