

REGIONE MOLISE
PROVINCIA DI CAMPOBASSO
COMUNE DI TRIVENTO

**ISTANZA PER IL RILASCIO DELL'AUTORIZZAZIONE UNICA AI SENSI
DEL D.LGS. N. 387 DEL 29/12/2003 PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO
DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO "SCARANO" IN COMUNE DI TRIVENTO**

(Concessione di Derivazione con Decreto del Presidente della Giunta della
Regione Molise n. 203 dell'08.08.2006)

PROGETTO DEFINITIVO - INTEGRAZIONI

- **RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI**

Committente: Centroelettrica S.r.l. – Via E. Fermi, 5/a, Salò (BS)

Novembre 2023

Ing. Luca Mondinelli

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia n. A3449

Ing. Mauro Faberi

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Brescia n. A4035

IDRACON Studio Associato di Ingegneria

Via Abbio 19/A – 25079 Vobarno (BS)

0365599387 – info@idracon.it

1	PREMESSA	3
1.1	Generalità	3
1.2	Campo elettrico e campo magnetico	3
2	RICHIAMI NORMATIVI.....	4
2.1	Normativa di riferimento.....	4
2.2	Valori indicati dal DPCM 8 luglio 2003	4
2.3	Metodologia di calcolo	5
3	IMPIANTO	6
3.1	Descrizione	6
3.2	Elettrodotto di connessione	6
4	PRODUTTORI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI	8
4.1	Cabina	8
4.2	Elettrodotto di connessione	8
5	VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO.....	13
6	CONCLUSIONI	14

REGIONE MOLISE GIUNTA REGIONALE
Protocollo Arrivo N. 176919/2023 del 22-11-2023
Allegato 11 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

1 PREMESSA

1.1 Generalità

Il termine compatibilità elettromagnetica (CEM) fa riferimento alla generazione, la trasmissione e la ricezione non intenzionali di energia elettromagnetica in relazione agli effetti indesiderati che queste possono comportare.

Lo studio di compatibilità sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ha lo scopo di effettuare la valutazione del campo elettrico e dell'induzione magnetica generati dalle condutture e apparecchiature elettriche che compongono l'impianto idroelettrico in oggetto, con riferimento alle prescrizioni di cui al DPCM del 08/07/2003 in materia di "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 50 Hz generati dagli elettrodotti".

Il risultato dei calcoli effettuati indica che il valore dell'induzione magnetica, di seguito indicato campo magnetico, generato dagli elettrodotti in cavo interrato si mantiene entro i limiti imposti dalla legislazione tecnica, con riferimento al valore di 3 μ T (microTesla).

1.2 Campo elettrico e campo magnetico

Il **campo elettrico** prodotto da un conduttore dipende dal valore della tensione e non supera gli ostacoli che si sovrappongono.

In conclusione, le terne di cavi non producono praticamente campo elettrico all'esterno.

Il **campo magnetico** generato dalla corrente elettrica che fluisce lungo un conduttore, dipende dal valore della corrente elettrica e inoltre non si oppone agli ostacoli e quindi penetra (alcuni materiali con specifiche geometrie e/o circuiti si possono opporre a tali azioni).

Pertanto, le considerazioni del seguito, si rivolgono al fine di mitigare l'azione del campo magnetico.

2 RICHIAMI NORMATIVI

2.1 Normativa di riferimento

- Legge 22 febbraio 2001 n.36 - “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici” - G.U. n.55 del 07/03/2001, e relativo attuativo.
- D.P.C.M. 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 50 Hz generati dagli elettrodotti”. – G.U. n. 200 del 29/08/2003.
- Norme CEI 106-11, 211-4, 211-6, 0-16.
- Decreto Min. Ambiente 29/05/2008 - “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti” (G.U. 5 luglio 2008 n. 156, S.O. n. 160).

2.2 Valori indicati dal DPCM 8 luglio 2003

Campi elettrici e magnetici alle frequenze di rete (50 Hz)		
	Campo elettrico $ E $ (V/m)	Campo di induzione magnetica $ B $ (μ T)
Limite di esposizione	5000	100
Limite di attenzione	–	10 (mediana dei valori nell'arco delle 24 ore)
Obiettivi di qualità	–	3 (mediana dei valori nell'arco delle 24 ore)

I valori sono i seguenti:

- **Limite di esposizione** (valore che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione): **100 μ T**
- **Valore di attenzione** (valore che non deve essere superato negli ambienti a permanenza prolungata, soggiorno più di 4 ore al giorno): **10 μ T**
- **Obiettivo di qualità: 3 μ T**
Valore che deve essere rispettato nella progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definite al punto precedente.

2.3 Metodologia di calcolo

Le ipotesi di calcolo della determinazione dei valori di campo magnetico e campo elettrico prendono avvio dalle norme mediante le quali sono stati calcolati, sia il campo elettrico, sia le fasce di rispetto relativamente agli interventi in oggetto. Tali valutazioni sono state fatte nel pieno rispetto del D.P.C.M. 08/07/2003.

Per “fasce di rispetto” si intendono quelle definite dalla Legge 22/02/2001 n°36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 μ T (microTesla), all’interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici d’uso residenziale, scolastico o sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore.

In particolare, nell’ambito dei procedimenti autorizzativi relativi alla realizzazione di nuove opere poste in prossimità di elettrodotti, le Autorità Comunali assumono che, all’interno di tali fasce di rispetto, non è consentita alcuna destinazione di edifici sopra elencati, ovvero edifici con destinazione d’uso che comporti una permanenza non inferiore alle 4 ore giornaliere.

REGIONE MOLISE GIUNTA REGIONALE
Protocollo Arrivo N. 176919/2023 del 22-11-2023
Allegato 11 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

3 IMPIANTO

3.1 Descrizione

L'impianto progettato sarà costruito in modo da rispettare i valori di campo elettrico e magnetico, previsti dalla normativa statale vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003). Si rileva comunque che nella centrale, che sarà normalmente esercita in tele-conduzione, non è prevista la presenza di personale, se non per interventi sporadici di manutenzione ordinaria o straordinaria, cioè per poche ore con periodicità semestrale.

Le apparecchiature generatrici di CEM sono individuate da:

- Elettrodotto, interrato di lunghezza di circa 260 metri.
- Cabina.

3.2 Elettrodotto di connessione

Il collegamento, tra la centrale di produzione e la rete di trasmissione in media tensione (20kV), è previsto avvenga con una doppia terna di cavi a 20 kV inseriti in apposita tubazione di seguito descritta, interrato a una profondità di circa 1,5 metri per una lunghezza di circa 260 metri.

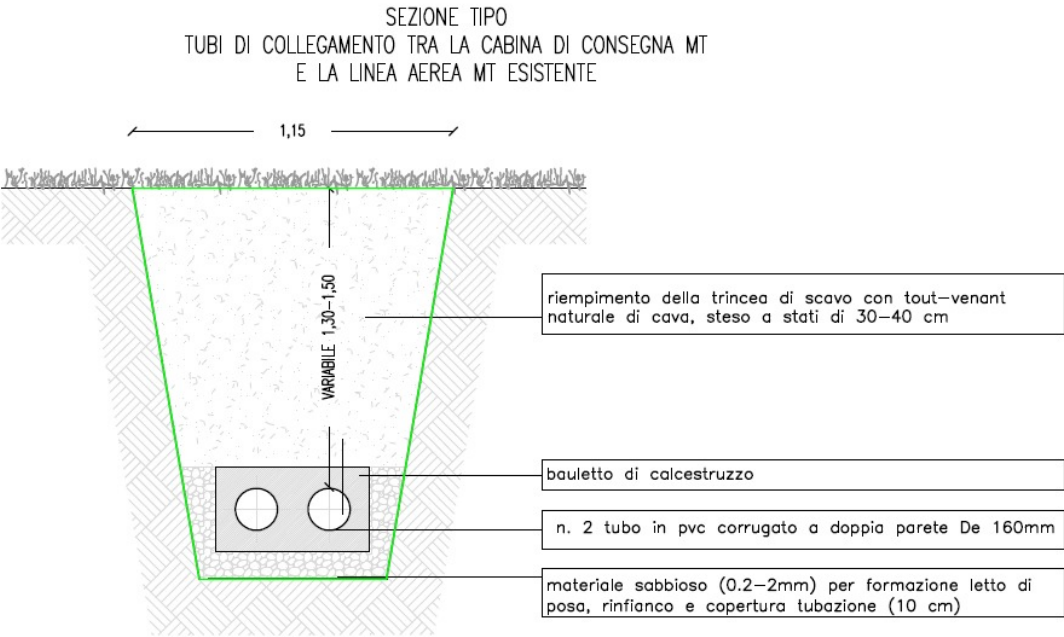
Il collegamento alla rete di media tensione, per la distribuzione dell'energia, rispetterà tutte le indicazioni contenute nella norma CEI 0-16 e relative varianti; in particolare, visto l'impiego di generatori sincroni, i dispositivi di interfaccia saranno di tipo omologato dall'ente distributore e avranno requisiti conformi alle caratteristiche indicate nelle tabelle di unificazione.

La posa della linea interrata, rappresentata dall'immagine CTR seguente, verrà effettuata in bauletto di calcestruzzo, con n. 2 tubi corrugati a doppia parete De160 mm, ad una profondità di circa 1,50m misurata dalla generatrice superiore del condotto fino al piano stradale e ad ogni cambio di direzione del tracciato, sarà posizionata una cameretta di ispezione interrata, di dimensioni utili 2,00 m x 1,00 m, con dispositivi di chiusura carrabili.

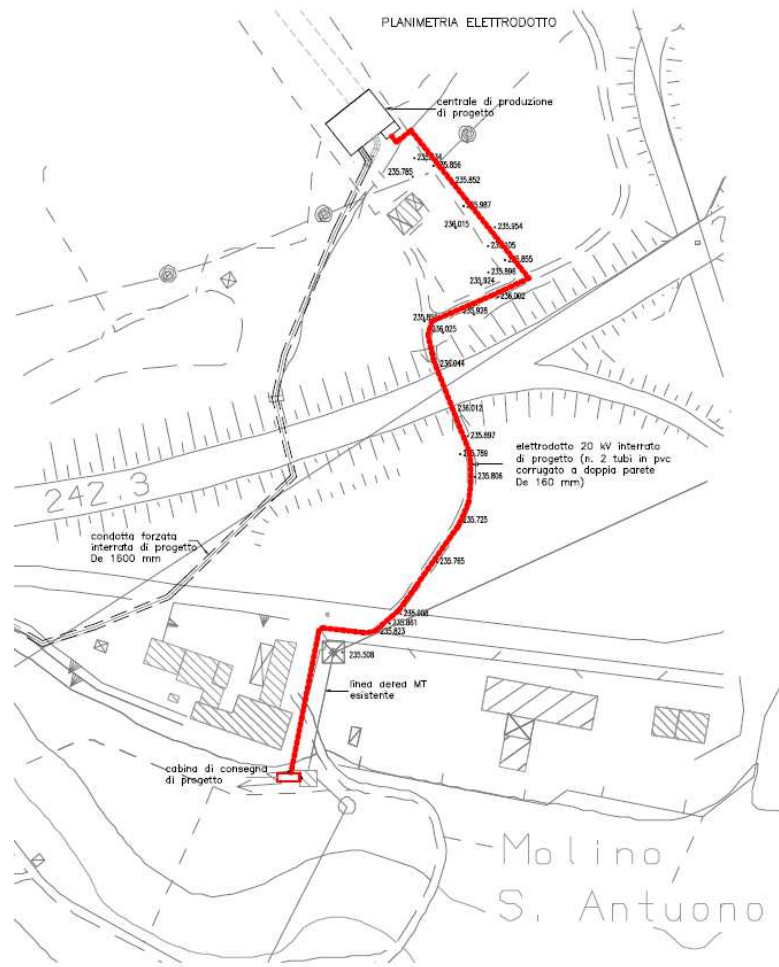
Caratteristiche elettriche:

- Tensione nominale 20 kV in corrente alternata
- Frequenza nominale 50 Hz

Posati in trincea alla profondità di 150 cm cielo tubo.



PLANIMETRIA ELETTRODOTTO



REGIONE MOLISE GIUNTA REGIONALE
Protocollo Arribo N. 176919/2023 del 22-11-2023
Allegato 11 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

4 PRODUTTORI DI CAMPI ELETTROMAGNETICI

4.1 Cabina

I campi elettrici generati dalle cabine elettriche non sono significativi ai fini dell'esposizione della popolazione o dei lavoratori e quindi la problematica riguarda solo ed unicamente i campi magnetici.

Per semplificare, senza perdere validità nei risultati, vengono individuate due sorgenti del campo magnetico:

- Sorgente puntiforme che simula le apparecchiature e i relativi componenti
- Sorgente filiforme, che rappresenta i diversi percorsi di conduttori e cavi presenti nell'impianto

Per un'analisi semplificata del fenomeno si può ipotizzare una spira di raggio R percorsa da corrente come generatrice del calcolo.

La formula del campo magnetico in un punto P posto a una distanza d da tale spira (per $d \gg R$) diventa perciò:

$$B_{oP} = \frac{\mu_o i R^2}{2d^3}$$

Tale formula dimostra che il campo magnetico è elevato in prossimità della sorgente ma, essendo dipendente dell'inverso del cubo della distanza, esso decade rapidamente all'allontanarsi dalla stessa.

Stesso ragionamento può essere fatto per i trasformatori all'interno della centrale elettrica, con il campo magnetico che decade all'esterno della stessa.

4.2 Elettrodotto di connessione

Le valutazioni sull'andamento del campo elettrico e del campo magnetico sono state condotte anche sull'elettrodotto di connessione, che ha una lunghezza di circa 260 metri.

Poiché l'elettrodotto è interrato il calcolo del campo elettrico diventa del tutto superfluo; infatti, essendo la resistività elettrica del terreno compresa tra 10 e 1000 Ωm (Ohm per metro), a fronte di una reattanza dielettrica dell'aria (a 50 Hz) di circa 360 $\text{M}\Omega\text{m}$ (MegaOhm per metro), si ha un fattore di proporzionalità inversa di almeno $3,6 \times 10^5$.

Per il campo magnetico, invece, bisogna fare considerazioni simili a quelle fatte nel paragrafo precedente, ottenendo sempre risultati che non perdono di validità.

Si adotta come modello di calcolo la relazione di Biot-Savart applicabile a cavi rettilinei di lunghezza infinita:

$$\vec{B}(t,r) = \frac{\mu_0 \mu_r I(t)}{2\pi r} \hat{u}_t \times \hat{u}_r [T]$$

La quale, nelle condizioni di esercizio può essere semplificata alla seguente formula ($\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ e $\mu_r = 1$):

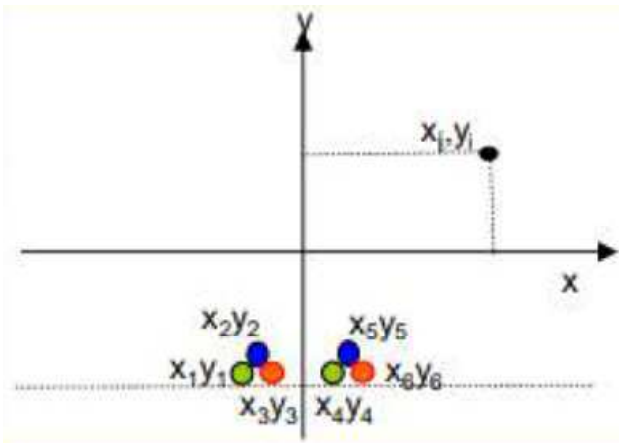
$$\vec{B}(t,r) = \frac{2 \times 10^{-7} I(t)}{r}$$

Nel caso specifico la corrente per fase è $I \leq 40$ A. Pertanto, il campo magnetico alla distanza di 1 metro dal suolo risulta pari a $B=3 \mu T$, rispettando l'obiettivo di qualità.

CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

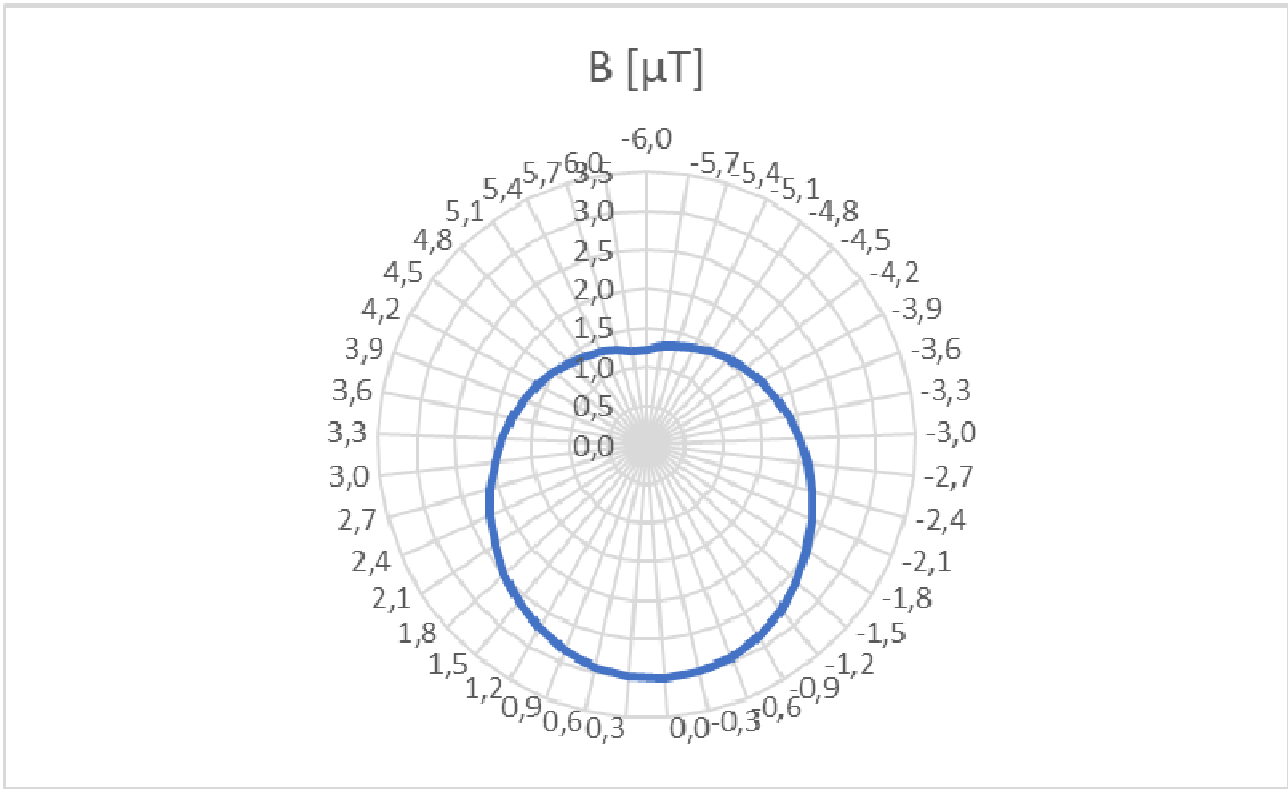
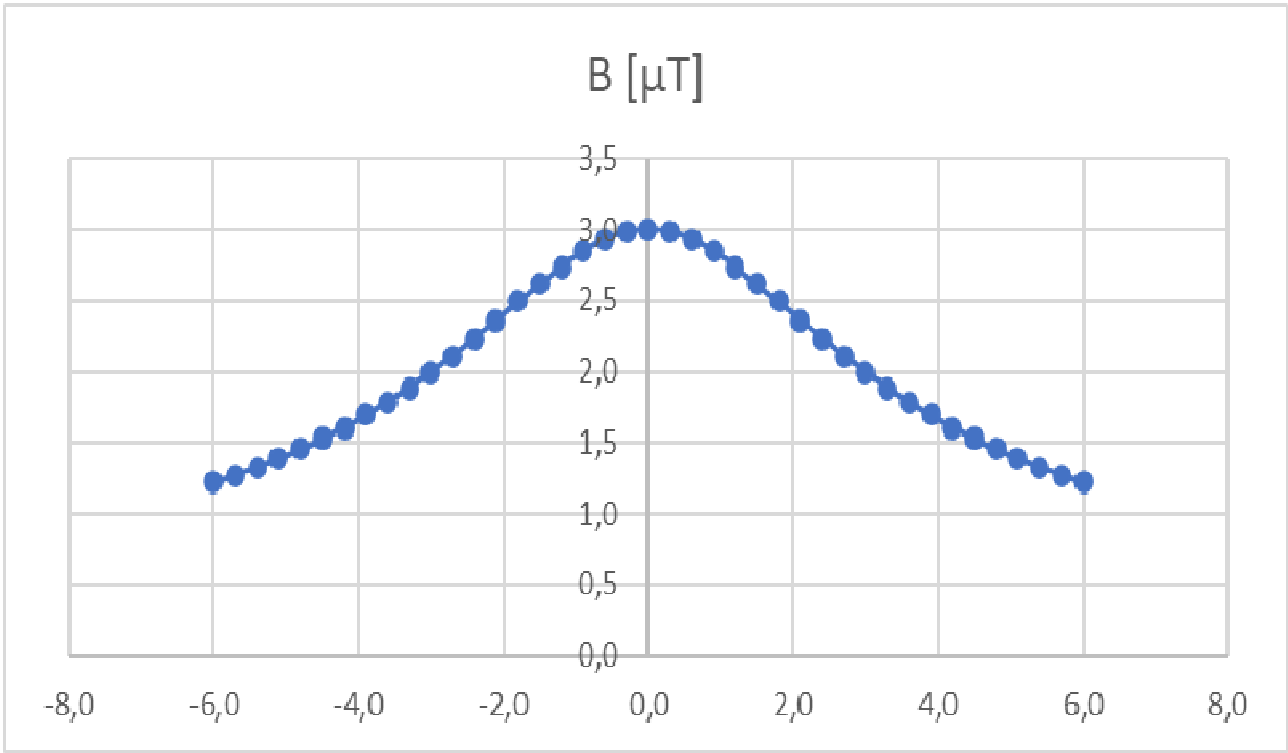
Tensione di esercizio	20 kV
Tipologia del conduttore	Alluminio
Diametro del conduttore	30 mm
Intensità di corrente singolo cavo	40 A
Distanza di prova	2,66 m
B= 3,0 µT	obiettivo di qualità VERIFICATO

	X [m]	Y [m]
P1	-0,07	-1,56
P2	-0,07	-1,56
P3	-0,07	-1,56
P4	0,07	-1,56
P5	0,07	-1,56
P6	0,07	-1,56
Pi	arbitrario	1



VALORE DEL CAMPO MAGNETICO CALCOLATO AD UNA ALTEZZA DA TERRA DI 1 METRO	
D [metri]	B [μ T]
-6,0	1,2
-5,7	1,3
-5,4	1,3
-5,1	1,4
-4,8	1,5
-4,5	1,5
-4,2	1,6
-3,9	1,7
-3,6	1,8
-3,3	1,9
-3,0	2,0
-2,7	2,1
-2,4	2,2
-2,1	2,4
-1,8	2,5
-1,5	2,6
-1,2	2,7
-0,9	2,8
-0,6	2,9
-0,3	3,0
0,0	3,0
0,3	3,0
0,6	2,9
0,9	2,8
1,2	2,7
1,5	2,6
1,8	2,5
2,1	2,4
2,4	2,2
2,7	2,1
3,0	2,0
3,3	1,9
3,6	1,8
3,9	1,7
4,2	1,6
4,5	1,5
4,8	1,5
5,1	1,4
5,4	1,3
5,7	1,3
6,0	1,2

Andamento del valore efficace del campo magnetico ad un'altezza di 1 metro dal suolo



5 VALUTAZIONE DELLE FASCE DI RISPETTO

Al fine di semplificare il calcolo delle fasce di rispetto, il Decreto 29/05/2008 prevede che il gestore della rete debba calcolare la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), definita come “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 di centro linea più di DPA, si trovi all'esterno delle fasce di rispetto”.

Per le DPA delle cabine secondarie di trasformazione si può far riferimento alla tabella a pagina 29 dell'allegato al DM 29/05/2008, paragrafo 5.2.1. In generale per le cabine secondarie standard la DPA varia tra 1,0 m e 2,5 m. Per le Stazioni di trasformazione (di Terna Rete Italia), per le Cabine primarie di trasformazione (di ENEL) e per le Sottostazioni elettriche (di RFI) non è prevista alcuna fascia di rispetto. Per tali impianti l'obiettivo di qualità di 3 μ T è rispettato già alla recinzione esterna.

Data l'assenza di edifici residenziali, non si rendono necessarie ulteriori verifiche.

REGIONE MOLISE GIUNTA REGIONALE
Protocollo Arrivo N. 176919/2023 del 22-11-2023
Allegato 11 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente

6 CONCLUSIONI

I valori calcolati dalla simulazione evidenziano che i livelli del campo magnetico di 3 μT non vengono raggiunti nei pressi dell'elettrodotto.

Inoltre, data l'assenza di edifici residenziali e che in suddette aree non è prevista la presenza di personale, se non per interventi di manutenzione ordinaria o straordinaria, l'obiettivo di qualità può ritenersi verificato.

In aggiunta, c'è da specificare che il valore della corrente utilizzata per la simulazione è relativo a situazioni puramente teoriche (portate massime), in realtà questi valori non verranno quasi mai raggiunti in regime di esercizio, se non in condizioni molto particolari; quindi, tutte le considerazioni fin qui svolte sono da intendersi estremamente cautelative.

Dai risultati della simulazione possiamo affermare con fermezza, dunque, che tutti i componenti dell'impianto idroelettrico, soggetti a verifica dei CEM, rientrano largamente nei limiti imposti dalle normative.

REGIONE MOLISE GIUNTA REGIONALE
Protocollo Arrivo N. 176919/2023 del 22-11-2023
Allegato 11 - Copia Del Documento Firmato Digitalmente