

**REALIZZAZIONE PARCO EOLICO DI  
“SANT' EGIDIO”  
Comune di Cortona – Loc. Croce di Sant' Egidio  
POTENZA COMPLESSIVA 900,00 kWp**



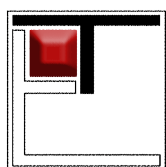
**Richiesta Autorizzazione Unica**

**All. 25 – Relazione di impatto elettromagnetico  
Aprile 2016**

Ing. Sauro Casini	Ing. Simona Sadotti	P.I. Federico Ugolini	Ing. Michele Bittoni

**PROPRIETÀ:** Sig. Pier Paolo Farina

**COMMITTENTE:**



**En.Tec. S.r.l.**

Via Margaritone n°9, 52100 Arezzo  
Tel. 0575350325 – Fax. 0575296014  
P.IVA 01872510514

**PROGETTISTA:**



**TSI Studio Associato**

Via Margaritone n°9, 52100 Arezzo  
Ing. S. Casini, Ing. S. Sadotti,  
P.I. F. Ugolini Ing. M. Bittoni

# VALUTAZIONE IMPATTO EMC

## Relazione Tecnica

Nella relazione viene analizzata la compatibilità elettromagnetica, ai sensi della legislazione vigente, presente all'intorno della installazione del nuovo impianto eolico di potenza complessiva di 900 kW collegato alla rete elettrica di trasmissione esistente con cessione totale dell'energia prodotta.

L'impianto è installato in prossimità del crinale del Monte Spino nell'Alpe di Sant'Egidio alla destra della strada Comunale di Cantalena in comune di Cortona (AR) ed è costituito da un unico aerogeneratore. Le attività specifiche e le connesse apparecchiature utilizzate sono inserite più avanti nel testo, la verifica fa riferimento agli effetti dei campi elettrici e magnetici prodotti dalle sorgenti presenti sulla salute dei lavoratori e della popolazione.

La Relazione è stata redatta sulla base del progetto definitivo consegnato dal committente, che si suppone conosciuto; in ogni caso i dati salienti del progetto sono richiamati nel corso della trattazione per consentire la migliore comprensione. Si sottolinea che la modifica anche di uno dei dati progettuali assunti comporta la necessità di aggiornare la presente valutazione di impatto elettromagnetico.

La presente relazione tecnica costituita dai seguenti paragrafi:

1.	Relazione sulla valutazione del rischio .....	3
2.	Introduzione .....	4
a.	Campo di applicazione .....	4
b.	Definizioni.....	4
c.	Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi.....	5
3.	Quadro normativo .....	7
a.	Normativa Nazionale.....	7
b.	Normativa Tecnica .....	8
c.	D.Lgs. 19.11.2007 n.257 .....	8
d.	CEI EN 50499 - CEI 106-23 Fasc.10087 2009-11 .....	9
4.	Limiti di riferimento per il progetto .....	10
a.	Valori limite per l'esposizione dei lavoratori.....	10
b.	Valori limite per l'esposizione della popolazione.....	10
5.	Lay Out di Progetto .....	11
6.	Descrizione delle metodologie di calcolo .....	13
a.	Screening preliminare .....	14
b.	Procedimento di ulteriore valutazione.....	16
c.	Analisi del Campo Elettrico .....	17
d.	Linee elettriche di trasmissione e collegamento .....	17
e.	Cabina.....	18
f.	Linee MT di collegamento alla rete pubblica.....	20
7.	Risultati .....	21
a.	Valutazione del Rischio .....	21

# RELAZIONE TECNICA

## 1. Relazione sulla valutazione del rischio

La presente relazione tratta della protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a Campi Elettro-Magnetici, secondo quanto stabilito dal Titolo VIII – Capo IV del D.Lgs. 81/08 e s.m.i. e dagli allegati XXXVI - Campi Elettro-Magnetici (Valori limite di esposizione e Valori di azione) al Testo Unico.

La trattazione della materia si sviluppa ripercorrendo le metodiche tipiche degli agenti fisici, individuando le azioni e le prescrizioni necessarie alla riduzione del rischio seguendo le indicazioni specifiche rilevabili dalla letteratura specializzata e dalla ricerca universitaria.

In ogni caso l'analisi delle caratteristiche generali di progetto è riferita alla condizione attuale.

La direttiva 2004/40/CE introduce misure di protezione dei lavoratori contro i rischi associati ai campi elettromagnetici. La direttiva non riguarda, tuttavia, gli effetti a lungo termine, inclusi eventuali effetti cancerogeni dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo, per i quali mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità.

Nella direttiva si precisa anche che la riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici può essere realizzata attraverso l'applicazione di misure preventive, nonché attraverso la scelta di attrezzature, di procedimenti e metodi di lavoro.

La direttiva precisa che il rispetto dei valori limite dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti accertati sulla salute, ma non evita necessariamente i problemi di interferenza o effetti sul funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo.

In sintesi, la direttiva:

- Stabilisce prescrizioni minime di protezione dei lavoratori dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 a 300 GHz) durante il lavoro.

- Riguarda gli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto.
- Non riguarda effetti ipotizzati a lungo termine.
- Non riguarda i rischi risultanti da contatto con i conduttori in tensione.

## 2. Introduzione

### *a. Campo di applicazione*

La normativa ha introdotto i requisiti minimi per la protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza derivanti dall'esposizione ai campi elettromagnetici (campi compresi da 0 Hz a 300 GHz), durante il lavoro. Le disposizioni riguardano la protezione dai rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, e da correnti di contatto.

Questa parte specifica di normativa non si riferisce alla protezione da eventuali effetti a lungo termine oltre che i rischi risultanti dal contatto con i conduttori in tensione.

### *b. Definizioni*

Nella trattazione della materia si fa riferimento alle seguenti definizioni generali:

- ***campi elettromagnetici:*** campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo, di frequenza inferiore o pari a 300 GHz;
- ***valori limite di esposizione:*** limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici siano protetti contro tutti gli effetti nocivi a breve termine per la salute conosciuti;
- ***valori di azione:*** l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B), corrente indotta attraverso gli arti (IL) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nel testo di Legge. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

Le seguenti grandezze fisiche sono utilizzate per descrivere l'esposizione ai campi elettromagnetici:

- ***Corrente di contatto (IC).*** La corrente che fluisce al contatto tra un individuo ed un oggetto conduttore caricato dal campo elettromagnetico. La corrente di contatto è espressa in Ampere (A).
- ***Corrente indotta attraverso gli arti (IL).*** La corrente indotta attraverso qualsiasi arto, a frequenze comprese tra 10 e 110 MHz, espressa in Ampere (A).

- **Densità di corrente ( $J$ ).** È definita come la corrente che passa attraverso una sezione unitaria perpendicolare alla sua direzione in un volume conduttore quale il corpo umano o una sua parte. È espressa in Ampere per metro quadro (A/m<sup>2</sup>).
- **Intensità di campo elettrico.** È una grandezza vettoriale (E) che corrisponde alla forza esercitata su una particella carica indipendentemente dal suo movimento nello spazio. È espressa in Volt per metro (V/m).
- **Intensità di campo magnetico.** È una grandezza vettoriale (H) che, assieme all'induzione magnetica, specifica un campo magnetico in qualunque punto dello spazio. È espressa in Ampere per metro (A/m).
- **Induzione magnetica.** È una grandezza vettoriale (B) che determina una forza agente sulle cariche in movimento. È espressa in Tesla (T). Nello spazio libero e nei materiali biologici l'induzione magnetica e l'intensità del campo magnetico sono legate dall'equazione  $1 \text{ A m}^{-1} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .
- **Densità di potenza (S).** Questa grandezza si impiega nel caso delle frequenze molto alte per le quali la profondità di penetrazione nel corpo è modesta. Si tratta della potenza radiante incidente perpendicolarmente a una superficie, divisa per l'area della superficie in questione ed è espressa in Watt per metro quadro (W/m<sup>2</sup>).
- **Assorbimento specifico di energia (SA).** Si definisce come l'energia assorbita per unità di massa di tessuto biologico e si esprime in Joule per chilogrammo (J/kg). Nella presente Direttiva esso si impiega per limitare gli effetti non termici derivanti da esposizioni a microonde pulsate.
- **Tasso di assorbimento specifico di energia (SAR).** Si tratta del valore mediato su tutto il corpo o su alcune parti di esso, del tasso di assorbimento di energia per unità di massa di tessuto corporeo ed è espresso in Watt per chilogrammo (W/kg). Il SAR a corpo intero è una misura ampiamente accettata per porre in rapporto gli effetti termici nocivi dell'esposizione a radiofrequenze (RF). Oltre al valore del SAR mediato su tutto il corpo, sono necessari anche valori locali del SAR per valutare e limitare la deposizione eccessiva di energia in parti piccole del corpo conseguenti a particolari condizioni di esposizione, quali ad esempio il caso di un individuo in contatto con la terra, esposto a RF dell'ordine di pochi MHz e di individui esposti nel campo vicino di un'antenna.

Tra le grandezze sopra citate, possono essere misurate direttamente l'induzione magnetica, la corrente indotta attraverso gli arti e la corrente di contatto, le intensità di campo elettrico e magnetico, e la densità di potenza.

### ***c. Identificazione dell'esposizione e valutazione dei rischi***

La norma separa i valori limite di esposizione dai valori limite di azione, per maggior cautela la presente valutazione del rischio farà riferimento unicamente ai valori di azione utilizzandoli anche come valori limite di esposizione.

Con queste limitazioni e con le approssimazioni che saranno prese nell'esecuzione dei calcoli avremo una valutazione del rischio eccessivamente protettiva, ma questa condotta è specificatamente richiesta dalla Committenza per assicurare la massima tutela ai lavoratori ed alle persone esterne possibilmente coinvolte.

## Parco eolico di "Sant'Egidio" di Cortona (AR)

## Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

Nel caso in cui si abbiano soggezioni alle lavorazioni tali da pregiudicare l'esecuzione delle stesse, si dovrà provvedere ad una più accurata valutazione del rischio in modo da riconsiderare tutte le maggiori protezioni introdotte ed eseguire un calcolo maggiormente aderente alla realtà.

Per una completa analisi del rischio si analizzano sia i valori limite di azione per lavoratori professionalmente esposti che i valori limite generali per la popolazione. Considerando questi ultimi come vincolo nel caso di attività lavorativa superiore alle 4 ore.

*Valori limite per l'esposizione dei lavoratori***Tabella 1 Valori di azione (valori efficaci imperturbati)**

Intervallo di frequenza	Intensità (V/m) del campo elettrico	Intensità (A/m) del campo magnetico	Induzione magnetica (uT)	Densità di potenza (W/m <sup>2</sup> ) dell'onda piana equivalen S <sub>eq</sub>	Corrente contatto (mA), I <sub>C</sub>	Corrente indotta (mA) attraverso gli arti, I <sub>L</sub>
0-1 Hz	-	1,63 x 10 <sup>5</sup>	2 x 10 <sup>5</sup>	-	1,0	-
1-8 Hz	20.000	1,63 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	2 x 10 <sup>5</sup> /f <sup>2</sup>	-	1,0	-
8-25 Hz	20.000	2 x 10 <sup>4</sup> /f	2,5 x 10 <sup>4</sup> /f	-	1,0	-
0,025-0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82-2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	/	0,4f	/
65 - 100 kHz	610	1600/f	2000/f	/	0,4f	/
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	/	40	/
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	/	40	/
10 - 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	/	/
400 - 2000 MHz	3f1/2	0,008f1/2	0,01f1/2	f/40	/	/
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	/	/

1. f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.

2. Per le frequenze comprese fra 100 kHz e 10 GHz, Seq, E2, H2, B2 e IL devono essere calcolati come medie su un periodo di 6 min.

3. Per le frequenze che superano 10 GHz, Seq, E2, H2 e B2 devono essere calcolati come medie su un periodo di 68/f1,05 minuti (f in GHz).

4. Per le frequenze fino a 100 kHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo possono essere ottenuti moltiplicando il valore efficace rms per (2)1/2. Per gli impulsi di durata tp la frequenza equivalente da applicare per i valori di azione va calcolata come f = 1/(2tp). Per le frequenze comprese tra 100 kHz e 10 MHz, i valori di azione di picco per le intensità di campo sono calcolati moltiplicando i pertinenti valori efficaci (rms) per 10a, dove a = (0,665 log (f/10) + 0,176), f in Hz. Per le frequenze comprese tra 10 MHz e 300 GHz, i valori di azione di picco sono calcolati moltiplicando i valori efficaci (rms) corrispondenti per 32 nel caso delle intensità di campo e per 1000 nel caso della densità di potenza di onda piana equivalente.

5. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici pulsati o transitori o in generale l'esposizione simultanea a campi di frequenza diversa, è necessario adottare metodi appropriati di valutazione, misurazione e/o calcolo in grado di analizzare le caratteristiche delle forme d'onda e la natura delle interazioni biologiche, tenendo conto delle norme armonizzate europee elaborate dal CENELEC.

6. Per i valori di picco di campi elettromagnetici pulsati modulati si propone inoltre che, per le frequenze portanti che superano 10 MHz, Seq valutato come media sulla durata dell'impulso non superi di 1000 volte i valori di azione per Seq, o che l'intensità di campo non superi di 32 volte i valori di azione dell'intensità di campo alla frequenza portante.

Nel caso in esame si ha f = 0,050 kHz. risultano pertanto i seguenti valori di riferimento per l'esposizione dei lavoratori:

- 10 kV/m per l'intensità di campo elettrico.
- 500 µT per il campo di induzione magnetica.

Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti limiti di esposizione (art. 207 DLgs 81/08).



## Parco eolico di "Sant'Egidio" di Cortona (AR)

## Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

Il valore massimo della tensione di esercizio prevista presente nelle condutture e negli impianti descritti nel progetto in esame è pari a 15 kV, normalmente i corrispondenti limiti di esposizione al campo elettrico (10kV/m) sono raggiunti a distanze dai conduttori precluse all'accesso. Si veda il capitolo 3.1 per maggiori dettagli.

Nel seguito della relazione l'analisi pertanto sarà concentrata sulla dimostrazione del rispetto del limite di azione di 500  $\mu$ T per il campo di induzione magnetica.

Per quanto concerne l'esposizione dei lavoratori ai campi non variabili nel tempo, il valore di riferimento è 200000  $\mu$ T = 200 mT.

*Valori limite per l'esposizione della popolazione*

Nella seguente tabella sono riportati i vari limiti di esposizione, di attenzione e gli obiettivi di qualità:

Il valore massimo della tensione di esercizio presente nell'impianto, pari a 132 kV per le sezioni AT in realizzazione esterna, è tale che i corrispondenti limiti di esposizione al campo elettrico (5kV/m) sono raggiunti a distanze dai conduttori già precluse all'accesso delle persone per ragioni di sicurezza elettrica. Si veda il capitolo 3.1 per maggiori dettagli.

Tabella 2 Limiti DPCM 8Luglio 2003		
<b>Limite</b>	<b>Campo elettrico</b>	<b>Induzione magnetica</b>
Limite di esposizione	5 kV/m	100 $\mu$ T
Valore di attenzione	--	10 $\mu$ T
Obiettivi di qualità	--	3 $\mu$ T

Visti i valori di corrente di servizio normale, ed attendendo fasce di territorio limitate soggette a valori superiori a 3 $\mu$ T, sarà solo questo il limite analizzato nel seguito della relazione.

Per quanto concerne l'esposizione della popolazione, ai fini delle valutazioni svolte nella presente relazione si considerano solo i campi elettrici e di induzione magnetica variabili nel tempo alla frequenza di rete di 50Hz.

### 3. Quadro normativo

Le leggi italiane, nazionali e regionali, prevedono che, in sede di realizzazione di nuove attività, si debbano verificare le condizioni ambientali sia in relazione al disturbo arrecato dalla nuova attività al territorio circostante, ma anche in relazione alla tutela e salute dei lavoratori.

Sono disponibili criteri specifici di verifica per tutelare la popolazione e i lavoratori dai possibili effetti dei campi elettrici e di induzione magnetica dispersi, individuando i livelli di riferimento per il conseguimento di questo obiettivo. La legislazione e le norme tecniche forniscono gli strumenti per l'analisi e la determinazione dei livelli attesi.

#### *a. Normativa Nazionale*

- [1] *Decreto interministeriale 21 marzo 1988, n. 449 "Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne", GU SG n.79, 05.04.1988.*
- [2] *Legge 22.02.2001, n.36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", GU SG n.55, 07.03.2001.*

Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

- [3] *DPCM 08.07.2003 "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 (50Hz) generati dagli elettrodotti", GU SG n.200, 29.08.2003.*
- [4] *Legge Regione Toscana 24.02.2005 n.39 "Disposizioni in materia di energia", BURT n.19, PP, 07.03.2005.*
- [5] *D.Lgs. 19.11.2007 n.257 "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)", GU SG n.9, 11.01.2008.*
- [6] *D.Lgs. 09.04.2008 n.81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro", GU SG n.101, 30.04.2008.*
- [7] *Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 29.05.2008 "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti", SO GU n.156, 05.07.2008.*

**b. Normativa Tecnica**

- [1] *CEI 106-23 Fasc.10087 2009-11 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", - Norma Italiana CEI EN 50499.*
- [2] *CEI 106-11 Fasc.8149 2006-02 "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".*
- [3] *CEI 211-4 Fasc.9482 2008-09 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche".*
- [4] *CEI 11-60 Fasc.6507 2002-06 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV".*
- [5] *CEI 11-17 Fasc.8402 2006-07 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo".*
- [6] *CEI 11-4 Fasc.4644 C 1998-09 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne".*
- [7] *ENEL - "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL Distribuzione" Ed. 2.1 Dicembre 2010.*

**c. D.Lgs. 19.11.2007 n.257**

In particolare il D.Lgs. 19.11.2007 n.257, "Attuazione della direttiva 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)" costituisce la normativa di riferimento in materia per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori esposti per ragioni professionali ai campi elettromagnetici.

La direttiva 2004/40/CE mira ad introdurre misure di protezione dei lavoratori contro i rischi associati ai campi elettromagnetici, creando per tutti i lavoratori una piattaforma minima di protezione che eviti possibili distorsioni di concorrenza.

La direttiva non riguarda, tuttavia, gli effetti a lungo termine, inclusi eventuali effetti cancerogeni dell'esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo, per cui mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità.



## Parco eolico di "Sant'Egidio" di Cortona (AR)

---

### Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

Nella direttiva si precisa anche che la riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici può essere realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di misure preventive fin dalla progettazione dei posti di lavoro, nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e metodi di lavoro.

La direttiva precisa, inoltre, che l'aderenza ai valori limite introdotti dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti accertati sulla salute, ma non evita necessariamente i problemi di interferenza o effetti sul funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo; problemi di interferenza specialmente con gli stimolatori cardiaci possono verificarsi anche per valori inferiori ai valori limite ed esigono, quindi, appropriate precauzioni e misure protettive.

In sintesi, la direttiva 2004/40/CE :

- Stabilisce prescrizioni minime di protezione dei lavoratori dall'esposizione ai campi elettromagnetici (da 0 a 300 GHz) durante il lavoro (art. 1).
- Riguarda gli effetti nocivi a breve termine conosciuti nel corpo umano derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento di energia, nonché da correnti di contatto (art. 2).
- Non riguarda effetti ipotizzati a lungo termine (art. 3).
- Non riguarda i rischi risultanti da contatto con i conduttori in tensione.

La direttiva introduce due tipologie di valori limite(art. 2):

- I valori limite di esposizione, basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti.
- I valori di azione, ossia l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nella presente direttiva. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.

### ***d. CEI EN 50499 - CEI 106-23 Fasc.10087 2009-11***

La recente norma tecnica CEI EN 50499 - CEI 106-23 Fasc.10087 2009-11 "Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici", fornisce i criteri metodologici per effettuare con la massima semplicità possibile la valutazione del rischio da esposizione ai campi magnetici ed elettrici presenti nei diversi luoghi di lavoro.

Nella Guida viene presentata la tabella degli impianti ed apparecchiature conformi a priori e la tabella delle apparecchiature suscettibili di ulteriori valutazioni.

La valutazione preliminare conducibile secondo la procedura, può concludere con rapidità e semplicità l'intero processo senza necessità di ulteriori indagini.

## 4. Limiti di riferimento per il progetto

### *a. Valori limite per l'esposizione dei lavoratori*

La valutazione del rischio, in senso generale, deve condurre alla valutazione dei livelli di esposizione al campo elettrico ed al campo di induzione magnetica attraverso procedure di calcolo complesse.

Nella tabella di legge si individuano i valori di azione per diverse grandezze che devono essere verificati. Per il caso in esame ( $f = 0,050$  kHz.), risulta necessario rispettare i seguenti valori di riferimento per l'esposizione dei lavoratori:

- 10 kV/m per l'intensità di campo elettrico.
- 500  $\mu$ T per il campo di induzione magnetica.

Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti limiti di esposizione (art. 207 DLgs 81/2008). A seguito della valutazione dei livelli dei campi elettromagnetici, nel caso in cui siano superati i valori di azione, il datore di lavoro valuta e, quando necessario, calcola se i valori limite di esposizione sono stati superati.

Il valore massimo della tensione di esercizio presente nelle aree oggetto di valutazione, pari a 0,4 kV, è tale che i corrispondenti limiti di esposizione al campo elettrico (10kV/m) sono raggiunti a distanze dai conduttori già precluse all'accesso. Si veda più avanti per maggiori dettagli.

Nel seguito della relazione l'analisi pertanto sarà concentrata sulla dimostrazione del rispetto del limite di azione di 500  $\mu$ T per il campo di induzione magnetica, relativamente alle aree il cui accesso è limitato al personale esposto per ragioni professionali.

Per quanto concerne l'esposizione dei lavoratori ai campi non variabili nel tempo, il valore di riferimento è quello della prima riga della Tabella 1 e cioè  $200000 \mu$ T = 200 mT.

### *b. Valori limite per l'esposizione della popolazione*

A maggior tutela si riportano anche i valori limite di esposizione per la popolazione (evidentemente maggiormente restrittivi rispetto ai limiti per il personale esposto professionalmente), ma che sono, qui, utilizzati come riferimenti utili alla completa valutazione del rischio.

I vari limiti di esposizione, di attenzione e gli obiettivi di qualità sono riportati nella Tabella 3, a pagina 7.

Il valore massimo della tensione di esercizio presente nell'impianto, pari a 0,4 kV, è tale che i corrispondenti limiti di esposizione al campo elettrico (5kV/m) sono raggiunti a distanze dai conduttori già precluse all'accesso delle persone per ragioni di sicurezza elettrica. Si veda il capitolo 3.1 per maggiori dettagli.

Visti i valori di corrente di servizio normale, ed attendendo limiti modesti delle fasce di territorio soggetti a valori superiori a  $3\mu$ T, sarà solo questo il limite analizzato nel seguito della relazione.

Per quanto concerne l'esposizione della popolazione, ai fini delle valutazioni svolte nella presente relazione si considerano solo i campi elettrici e di induzione magnetica variabili nel tempo alla frequenza di rete di 50Hz.

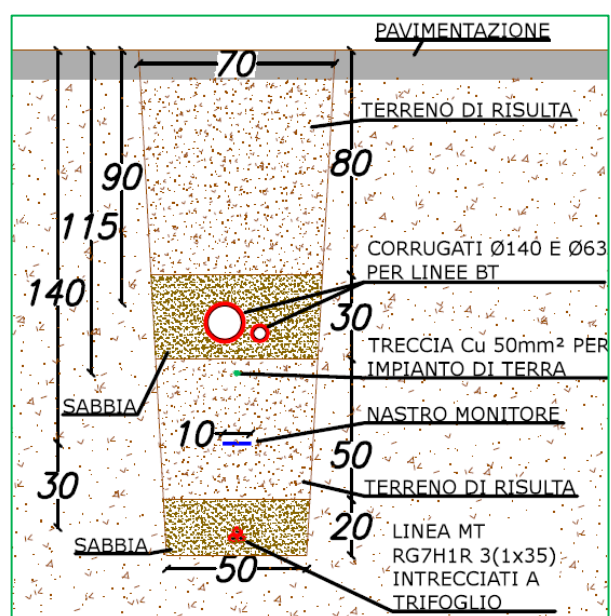
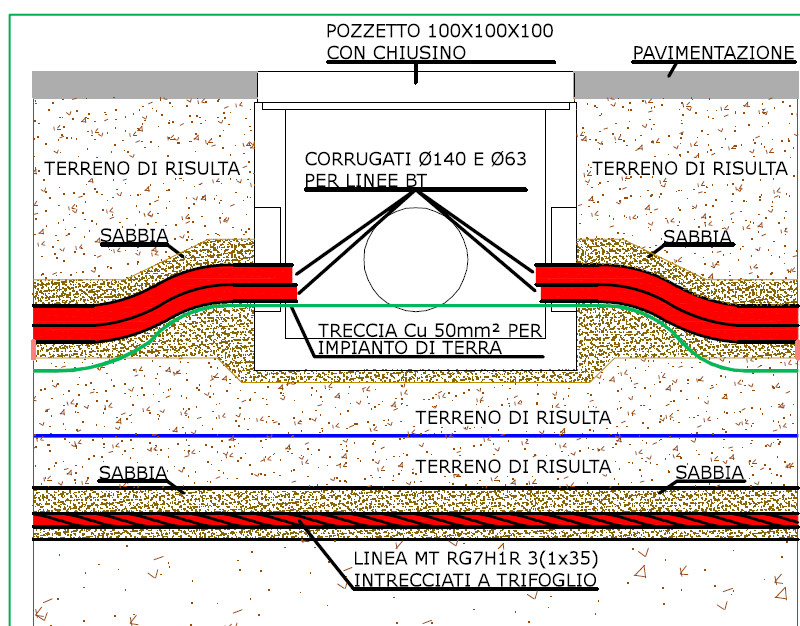
## 5. Lay Out di Progetto

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo insediamento industriale al cui interno si trova una unica attività industriale, che non prevede, in questa sede, apparecchiature o macchine che necessitino di specifica valutazione del Rischio EMC.

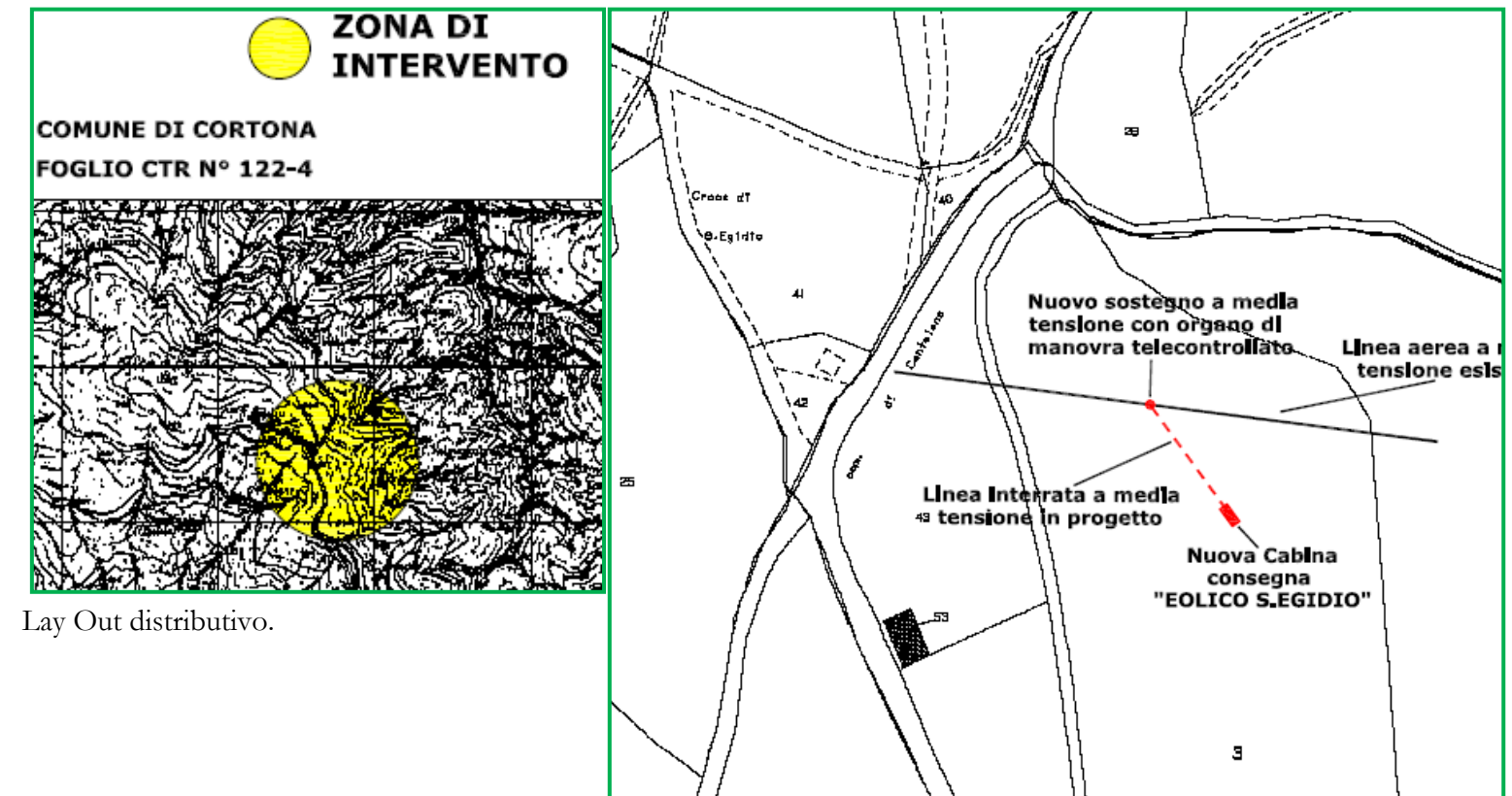
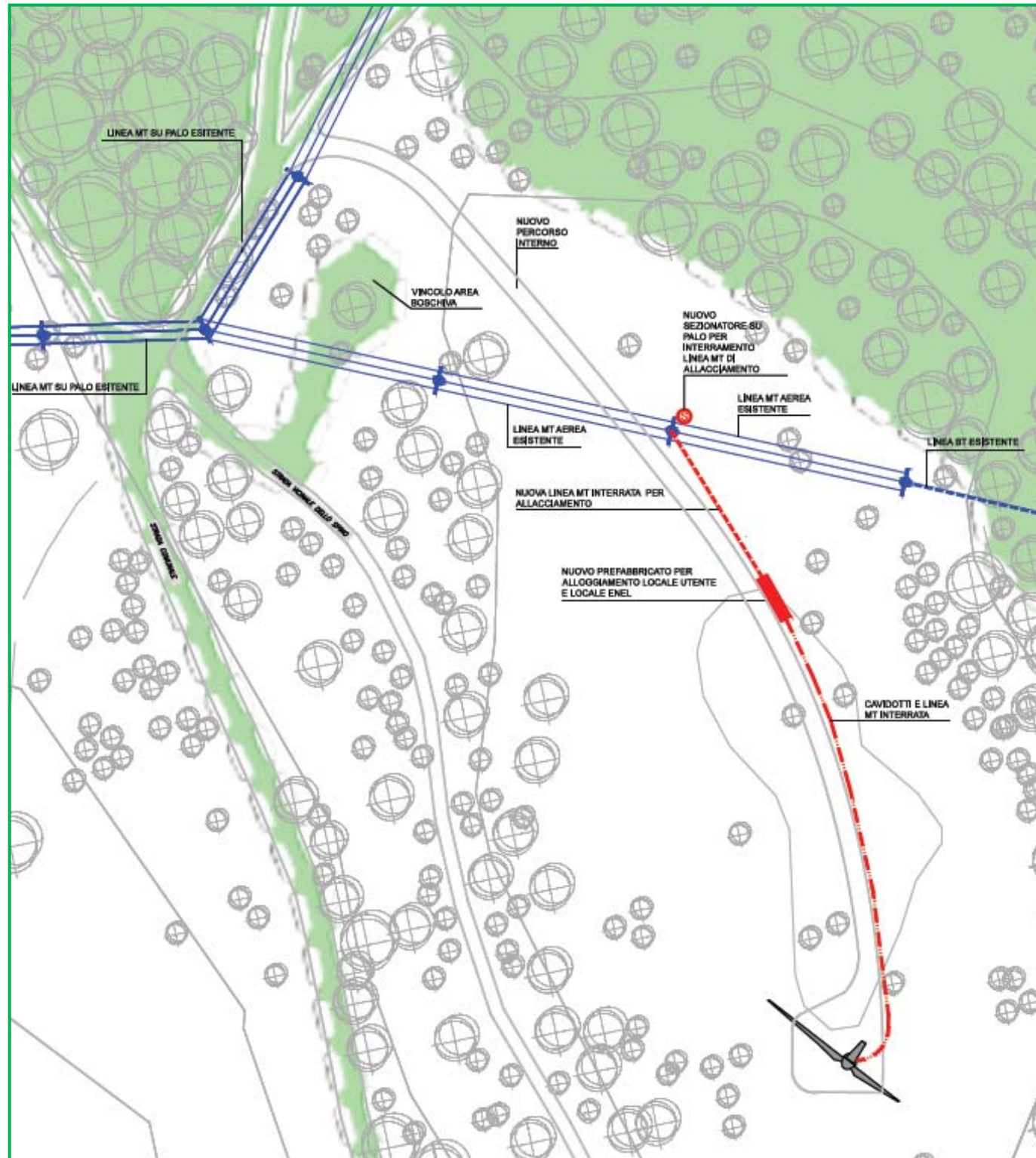
In questa sede vengono valutate esclusivamente le installazioni fisse in dotazione al comparto industriale di progetto.

Che sono

- n° 1 locale alla base dell'antenna eolica con trasformatore btMT (da 630 kVA), completo di quadro MT e quadro bt, protetto da gabbia di confinamento.
- n° 1 cavidotto di alimentazione della cabina MT di allacciamento, realizzato in cavo RG7H1R, classe 12/20 kV, cordato 3x95mmq posato in cavedio interrato.
- n° 1 cabina MT di allacciamento (da 630 kVA), completa di Locale ENEL, Locale Gruppi di misura, Locale Utente, quadro MT e quadro bt.

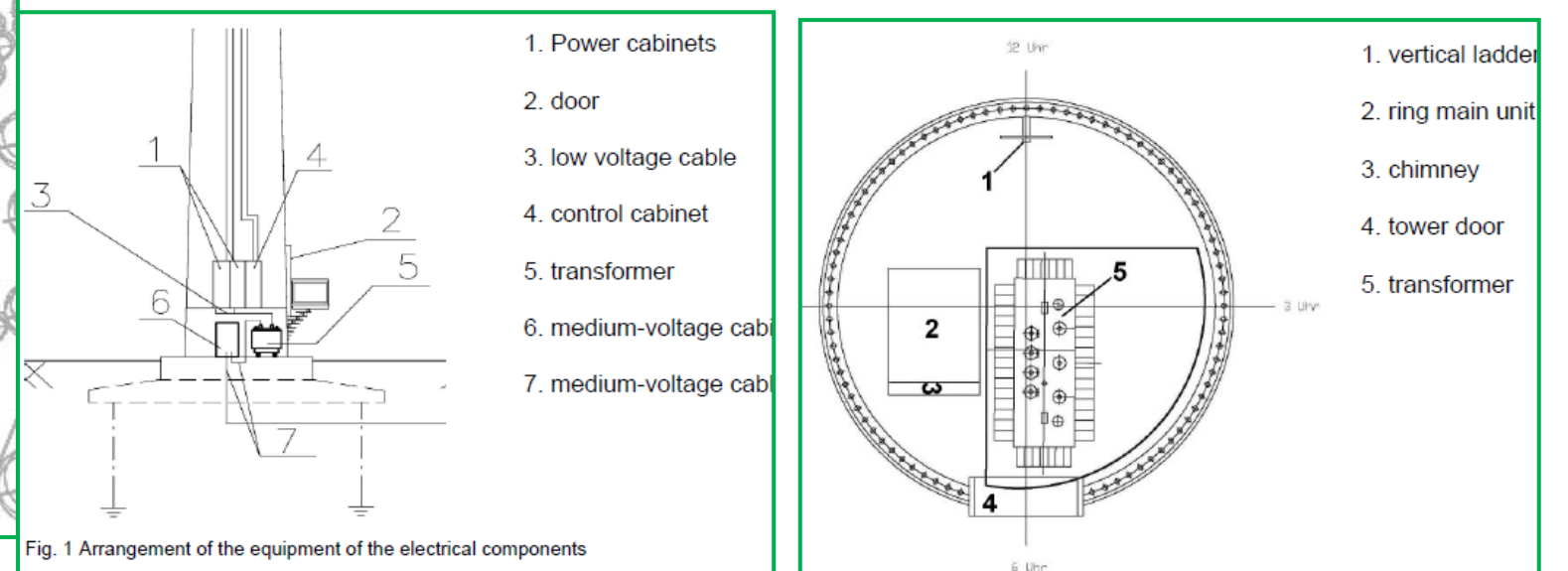






Lay Out distributivo.

Negli elaborati di dettaglio che seguono si riportano i lay out distributivo del basamento dell'antenna eolica



e di Induzione Magnetica

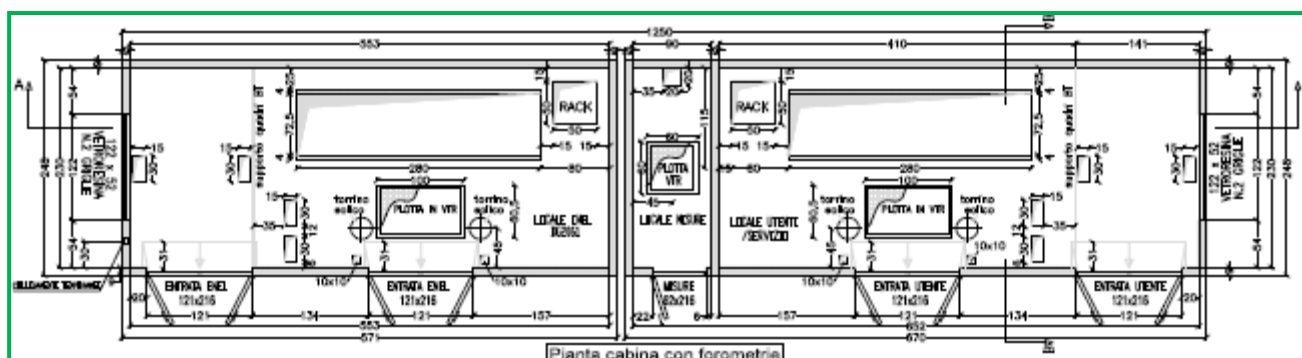
Esaminando in dettaglio si individua

- Un primo punto con un alternatore da 630 kVA posta all'interno del basamento dell'antenna eolica. Nel particolare a fianco si vede la connessione in uscita dal trasformatore. (il cavo in rame è tipo N2XS 1x50 di 16 mmq. Il conduttore è protetto con isolamento XLPE, una schermatura pure di rame ed un rivestimento esterno in PVC).



Fig. 4 Current transformers installed at transformer

- Una Cabina sempre da 630 kVA posta a piano terreno posta in alloggiamento all'istallazione ed in prossimità della linea MT di trasporto ENEL con predisposizioni per due trasformatori, ma installazione di uno solo trasformatore MTbt 15.000/0,4 kV, da 630 kVA, il prefabbricato è completato dal locale quadri, secondo lo schema tipico delle cabine omologate ENEL (Scomparto privato + scomparto contatori + scomparto ENEL



Anche all'interno della Cabina ENEL si ha lo sficcio dei cavi di connessione, analogo a quello della figura precedente.

Come già detto sarà cura della attività produttiva completare la presente valutazione del rischio per inquadrala all'interno del documento generale di valutazione del rischio in relazione al totale delle lavorazioni che saranno svolte nel ciclo di produzione.

In questa sede la valutazione si limita alle dotazioni appena descritte.

## 6. Descrizione delle metodologie di calcolo

Ci preme precisare che, mentre per l'esposizione della popolazione, la legislazione e la normativa tecnica individuano precise metodologie e schemi di calcolo, analoghe precise indicazioni non sono rintracciabili nella normativa di riferimento per l'esposizione dei lavoratori.



## Parco eolico di "Sant'Egidio" di Cortona (AR)

## Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

Nella valutazione dell'esposizione dei lavoratori si è fatto riferimento alla Norma CEI EN 50499, che per gli impianti e le apparecchiature prese in considerazione consente di verificare la perfetta rispondenza alle normative a priori, senza ulteriori indagini né misure.

Solo in caso di dubbi o valori prossimi o superiori ai valori di azione la norma suggerisce di prendere a riferimento i medesimi schemi di calcolo per l'esposizione della popolazione. In questa relazione si prendono comunque in considerazione questi ultimi.

**a. Screening preliminare**

La Norma CEI EN 50499 stabilisce di verificare se gli impianti e le apparecchiature presenti all'interno dell'attività in esame siano riconducibili a quelli presenti all'interno della Tabella 1, che si riporta integralmente di seguito.

Tabella 1 - Luoghi di lavoro e apparecchiature conformi a priori

Voce	Luogo di lavoro	Tipo di apparecchiatura	Note
T.1.1	Luoghi di lavoro aperti alla gente (vedi 2004/40/CE)		I luoghi di lavoro aperti al pubblico e coerenti con i limiti di esposizione indicati nella Raccomandazione del Consiglio Europeo 1999/519/EC sono ritenuti conformi.
T.1.2	Tutti i luoghi	Apparecchiatura con marcatura CE valutata utilizzando le norme EMF armonizzate, vedere esempi nell'Allegato C.	L'apparecchiatura deve essere installata e utilizzata in conformità alle istruzioni del costruttore.
T.1.3	Tutti i luoghi	Apparecchiatura immessa nel mercato europeo in conformità alla Raccomandazione Europea 1999/519/CE, come prescritto dalle direttive relative, in particolare, in conformità alle relative norme armonizzate elencate nell'OJEU. Esempi sono indicati nell'Allegato C.	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'installazione.
T.1.4	Tutti i luoghi	Apparecchiatura di illuminazione	Escluse le illuminazioni speciali alimentate in RF.
T.1.5	Tutti i luoghi	Computer e apparecchiature IT	
T.1.6	Tutti i luoghi	Macchine per ufficio	I dispositivi per la cancellazione in blocco di nastri magnetici possono necessitare di ulteriori valutazioni.
T.1.7	Tutti i luoghi	Telefoni mobili e telefoni senza filo	
T.1.a	Tutti i luoghi	Radio ricetrasmettenti	Solo i tipi con potenza emessa mediata sul tempo, inferiore a 20mW.
T.1.9	Tutti i luoghi	Stazioni base per apparecchi telefonici senza filo DECT e WLAN (es. Wi-Fi)	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione.
T.1.10	Tutti i luoghi	Apparecchiature e reti di comunicazione escluse quelle senza fili	
T.1.11	Tutti i luoghi	Apparecchi portatili e trasportabili	Es. trattati nel campo di applicazione della EN 60745-1 e della EN 61029-1, vedere l'Allegato C.
T.1.12	Tutti i luoghi	Apparecchi scaldanti portatili	Es. trattati nel campo di applicazione della EN 60335-2-45 (es. pistole a colla, pistole riscaldanti). Vedere Allegato C. Gli apparecchi scaldanti a induzione e gli apparecchi scaldanti dielettrici sono esclusi dalla Tabella 1.
T.1.13	Tutti i luoghi	Caricabatterie	Trattati nel campo di applicazione della EN 60335-2-29. Il campo di applicazione tratta i caricabatterie per il normale uso domestico e i caricabatterie destinati all'utilizzo in garage, nei negozi, nell'industria leggera e nelle



## Parco eolico di "Sant'Egidio" di Cortona (AR)

## Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

			fattorie. Vedere l'Allegato C.
T.1.14	Tutti i luoghi	Apparecchiature elettriche da giardino	
T.1.15	Tutti i luoghi	Apparecchiature audio e video	I tipi speciali, che utilizzano trasmettitori radio usati tipicamente nel settore delle radiodiffusioni, possono necessitare di ulteriori valutazioni.
T.1.16	Tutti i luoghi	Apparecchiature portatili alimentate a batteria, esclusi i trasmettitori a radio frequenza	
T.1.17	Tutti i luoghi	Apparecchiature elettriche per il riscaldamento di locali	I riscaldatori a microonde sono esclusi dalla presente tabella.
T.1.18	Tutti i luoghi	Tutte le apparecchiature non elettriche	
T.1.19	Tutti i luoghi	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 sono considerate separatamente. I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi magnetici: <ul style="list-style-type: none"> <li>tutte le installazioni elettriche con un valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A;</li> <li>tutti i circuiti singoli all'interno di un'installazione, con un valore nominale della corrente di fase non superiore a 100 A;</li> <li>tutti i circuiti i cui conduttori sono vicini e hanno una corrente netta non superiore a 100 A;</li> <li>sono compresi tutti i componenti delle reti che soddisfano i criteri precedenti (inclusi i cablaggi, le apparecchiature di manovra, i trasformatori, ecc.);</li> <li>tutti i conduttori aerei nudi.</li> </ul> I seguenti elementi sono conformi per l'esposizione ai campi elettrici: <ul style="list-style-type: none"> <li>tutti i circuiti di cavi sotterranei o isolati, con qualsiasi tensione nominale</li> <li>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 tensione se il luogo di lavoro è all'interno.</li> </ul>	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. I criteri di valutazione basati direttamente sui limiti di esposizione della Direttiva CE per il luogo di lavoro, sono indicati nell'Allegato F. Essi utilizzano 500 A al posto di 100 A, 200 kV invece di 100 kV e 250 kV invece di 125 kV. La lista di controllo indicata in F.2.4 può quindi essere utilizzata per dimostrare la conformità ai campi magnetici, e quella in F.3.1 per la conformità ai campi elettrici in qualsiasi luogo di lavoro.
T.1.20	Tutti i luoghi	Strumentazione, apparecchiature di misura e controllo	
T.1.21	Tutti i luoghi	Elettrodomestici	Elettrodomestici professionali, come piani cottura, lava biancheria, forni a microonde, ecc., utilizzati in ristoranti, negozi, ecc., sono anch'essi inclusi nella presente tabella. I piani cottura professionali a induzione sono esclusi dalla presente tabella e necessitano di ulteriori valutazioni.
T.1.22	Tutti i luoghi	Computer e terminali IT aventi comunicazioni senza fili	Esempi sono: WLAN (es Wi-Fi), WMAN (es WiMAX), bluetooth e tecnologie analoghe. Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione.
T.1.23	Tutti i luoghi	Trasmettitori funzionanti a batteria	Limitatamente alle apparecchiature destinate all'utilizzo da parte della popolazione.
T.1.24	Tutti i luoghi	Antenne delle stazioni base	Un'ulteriore valutazione è importante solo qualora i lavoratori possano avvicinarsi all'antenna più della distanza di sicurezza definita in relazione ai limiti di esposizione della popolazione
T.1.25	Luoghi di lavoro medici	Tutte le apparecchiature mediche che non irradiano intenzionalmente con esposizione elettromagnetica o applicazione di correnti	

## Parco eolico di "Sant'Egidio" di Cortona (AR)

## Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

A maggior completezza si analizza anche la tabella 2 della medesima Norma, nella quale sono elencate le apparecchiature che necessitano di ulteriore valutazione, ma anche in questo caso, prendendo a particolare riferimento il punto T.2.16) si ha piena conferma del rispetto dei limiti di Legge per quanto riguarda la valutazione del rischio di lavoratori.

Tabella 2 - Esempi di apparecchiature suscettibili di necessitare di ulteriore valutazione

Voce	Tipo di apparecchiatura	Note
T.2.1	Elettrolisi industriale	Sia i tipi in c.a. che in c.c.
T.2.2	Saldatura e fusione elettrica	
T.2.3	Riscaldamento a induzione	
T.2.4	Riscaldamento dielettrico	
T.2.5	Saldatura dielettrica	
T.2.6	Magnetizzatori / smagnetizzatori industriali	Compresi i dispositivi per la cancellazione in blocco di nastri magnetici.
T.2.7	Apparecchi di illuminazione speciali attivati con RF	
T.2.8	Dispositivi al plasma in RF	Compresa la deposizione sotto vuoto e la polverizzazione catodica.
T.2.9	Diatermia	Tutte le apparecchiature per trattamenti medici che utilizzano sorgenti RF di elevata potenza (> 100 mW) mediata nel tempo
T.2.10	Sistemi elettrici di controllo di integrità	
T.2.11	Radar	Tipicamente per il controllo del traffico aereo, per scopi militari, radar meteorologici e radar a lunga portata. Tipicamente superiori a 100 mW RMS (> 20 W di picco).
T.2.12	Trasporti alimentati elettricamente: treni e tram	
T.2.13	Tutte le apparecchiature mediche che irradiano intenzionalmente con esposizione elettromagnetica o applicazione di correnti	
T.2.14	Riscaldatori ed essiccatori industriali a microonde	
T.2.15	Antenne di stazioni base	Un'ulteriore valutazione è importante solo se i lavoratori possono avvicinarsi all'antenna più della distanza di sicurezza definita in relazione ai limiti di esposizione della popolazione.
T.2.16	Reti di alimentazione elettrica nel luogo di lavoro e circuiti di distribuzione e trasmissione dell'elettricità che sorvolano il luogo di lavoro e non soddisfano i criteri indicati nella Tabella 1	I criteri di valutazione sono indicati nell'Allegato F.

A conclusione della analisi preliminare si stabilisce che le linee interrate e le cabine saranno sottoposti ad ulteriore valutazione (con l'intenzione di assicurare il criterio della maggior protezione), mentre i componenti caratteristici dell'eventuale impianto fotovoltaico (Quadri di Campo, Inverter, Quadri generale e Contatori di interscambio bidirezionale) sono tutti riconducibili a tipo civile ordinario, per cui facendo riferimento al punto T.1.19, maggiormente attinente, si ha l'evidenza della piena conformità della futura installazione fotovoltaica.

***b. Procedimento di ulteriore valutazione***

La valutazione segue le linee guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL Distribuzione, con il quale si determinano le DPA in relazione a ciascun componente di impianto da analizzare.

Non si sono valutate le linee di distribuzione dell'energia di classe inferiore alla seconda, quali le linee dei servizi ausiliari, dei comandi e dei controlli in quanto non ricomprese nell'ambito di

applicazione del Decreto 28.05.2008 poiché i valori di emissione dei campi di induzione magnetica sono modesti, anche ai fini dell'esposizione dei lavoratori e/o della popolazione civile.

### ***c. Analisi del Campo Elettrico***

Come noto il campo Elettrico, a differenza del campo Magnetico, subisce una attenuazione per effetto della presenza di elementi posti fra la sorgente e il punto irradiato. Pertanto le situazioni più critiche sono rappresentate dagli impianti in aereo esterni, rappresentando le schermature dei cavi e la blindatura degli scomparti validi elementi di schermatura.

Per quanto attiene all'esposizione al campo elettrico, in considerazione del basso livello di tensione e non ricorrendo situazioni di impianti in esecuzione aerea si può concludere che non siano mai raggiunti i valori limite di esposizione e di attenzione.

### ***d. Linee elettriche di trasmissione e collegamento***

L'unica linea elettrica da valutare è posta all'interno di un cavidotto interrato posto ad oltre 1,0 ml. Di profondità, già queste caratteristiche assicurano il pieno rispetto dei limiti di esposizione e di attenzione, questo perché la generazione di campi magnetici è direttamente proporzionale alla distanza tra i conduttori. L'impiego di cavi multipolari, raggruppando questi in modo serrato le fasi, comporta una bassissima dispersione di campo magnetico.

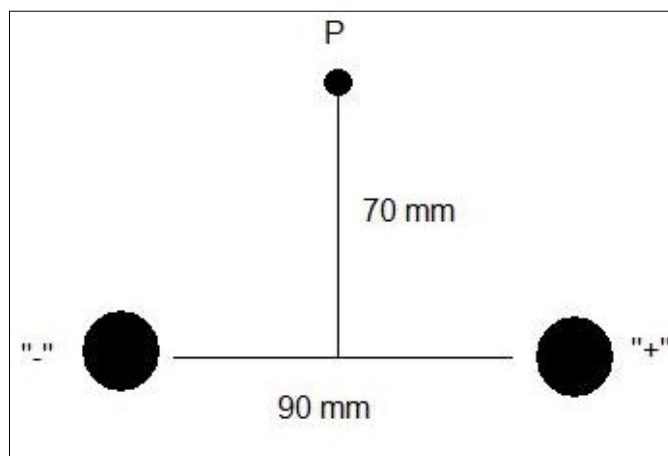
Il progetto prevede di utilizzare tale tipologia di linea elettrica, per cui si potrebbe direttamente confermare che nessuna verifica è necessaria poiché il campo magnetico generato è decisamente inferiore ai limiti di Legge.

Per maggior cautela, anche prevedendo che possano intervenire modifiche in corso d'opera e poiché si ha certezza dell'ottimo risultato che ne deriva eseguiamo il calcolo per linee elettriche in cavi unipolari posati in tubazioni separate.

Tali linee, poiché i cavi saranno vicini ma discosti genera evidentemente una dispersione di campo magnetico. La previsione viene eseguita utilizzando l'espressione:

$B = (\mu_0 \cdot I) / (2 \cdot \pi \cdot d)$  [T] Legge di Biot-Savart

Nel caso di due conduttori di sezione 16 mmq. e posati in un condotto di diametro 110 mm., ipotizzando la posa alla distanza massima di 110 mm., assumendo che circolino la corrente massima ed applicando la formula di Biot-Savart nel punto mediano fra i due conduttori, a distanza 70 mm. dall'asse dei centri (che corrisponde ad un punto all'interno della tubazione), come illustrato nella figura della pagina precedente, si ha un valore calcolato di B è pari a 6,4 mT << 200 mT.



Evidentemente la configurazione di progetto è ancora maggiormente cautelativa. Si conferma quindi che NON è necessaria nessuna protezione specifica.

### ***e. Cabina***

#### ***Esposizione della popolazione.***

Si prende in esame la cabina. Ai fini della valutazione delle fasce di rispetto per l'esposizione della popolazione, risulta applicabile la metodologia di cui al punto 5.2.1 del Decreto 29.05.2008 per la situazione con trasformatore da 630 kVA., lato BT, il trasformatore è connesso con cavi da 16 mmq (diam. 0,003 ml).

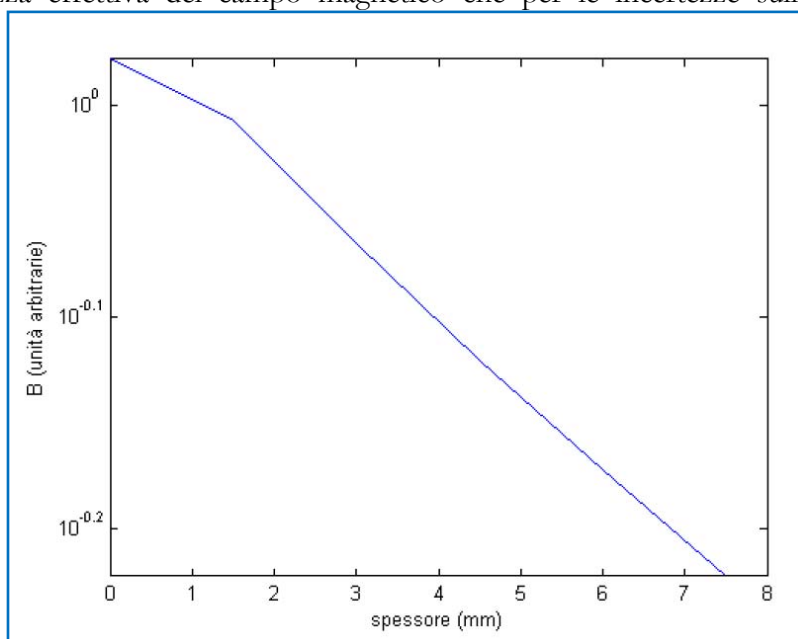
Con questi dati di ingresso, dalla tabella 2 del punto 5.2.1 si evince una DpA di 1.8 metri.

Per la protezione della popolazione sarebbe quindi necessario segregare l'area interna alla detta DPA, con apposizione di cartello monitor indicante: Divieto di Accesso - "Fascia di rispetto per l'esposizione della popolazione".

La segregazione dell'area esterna può essere evitata inserendo una schermatura per l'abbattimento del campo EMC generato, la progettazione di una schermatura è resa difficoltosa sia per le incertezze sull'intensità ed ampiezza effettiva del campo magnetico che per le incertezze sulla efficacia della schermatura. Dal punto di vista teorico si può comunque affermare che solo una lamina continua può assicurare valori efficaci di protezione.

Ricerche sperimentali forniscono la curva previsionale riportata a fianco:

L'utilizzo della griglia metallica aggiuntiva inserita in progetto offre certamente una protezione aggiuntiva, tale da ridurre (secondo alcuni studi) della metà la DPA individuata, poiché i risultati degli approfondimenti scientifici non sono unanimi si sceglie di trascurare il contributo della griglia



#### ***Esposizione dei lavoratori.***

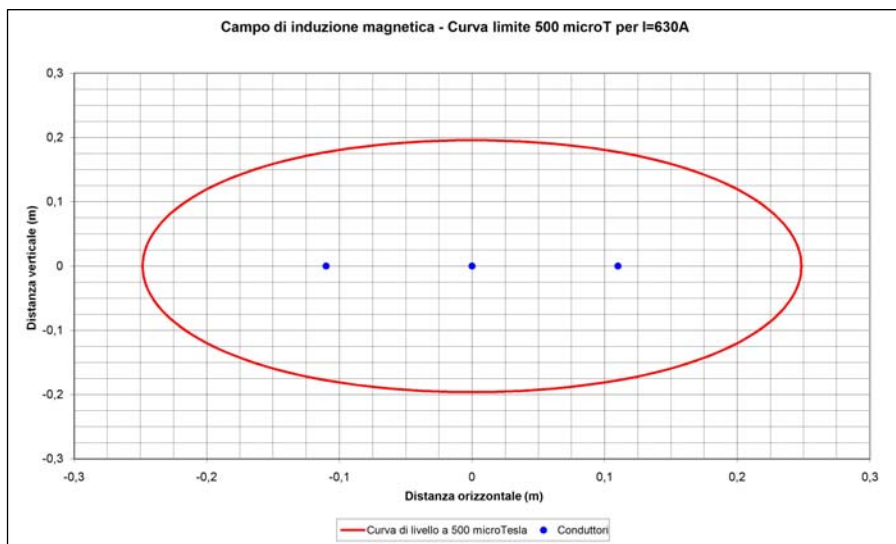
La porzione d'impianto più critica è costituita dalle sbarre MT di cabina. Il calcolo è sviluppato adottando una semplificazione analoga a quella del punto 5.2.1 del Decreto 29.05.2008, e schematizzando l'impianto come un sistema trifase con  $I = 630$  A (pari alla corrente nominale MT di alimentazione) con distanza fra le fasi di 110 mm (corrispondente alla distanza dei cavi).

## Parco eolico di “Sant'Egidio” di Cortona (AR)

## Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

Il calcolo è condotto secondo le indicazioni della Guida CEI 211-4 nell'approssimazione di conduttori rettilinei di lunghezza indefinita.

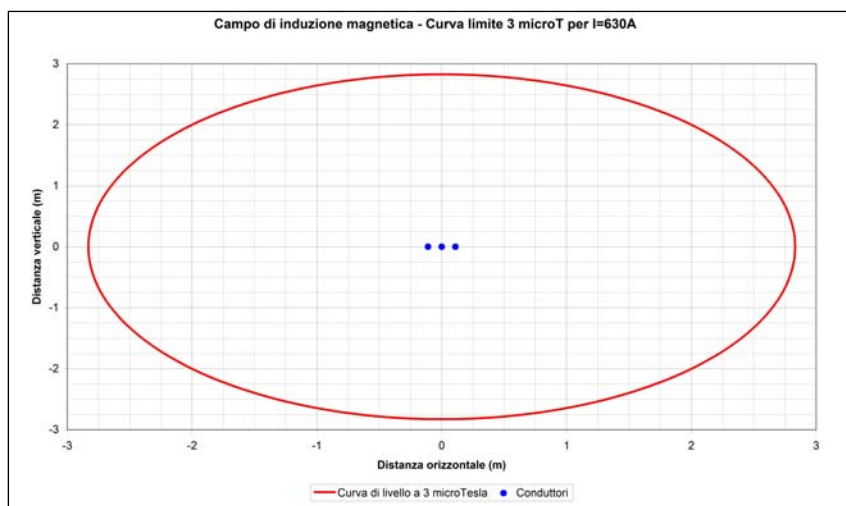
Come evidente dai risultati rappresentati alla figura a fianco, i punti dello spazio nei quali si raggiunge il limite di attenzione di  $500 \mu\text{T}$  per l'esposizione dei lavoratori sono segregati e accessibili solo con impianto non in tensione.



*Curva di livello a  $500 \mu\text{T}$  per la barratura MT. La distanza compatibile per le possibili postazioni di lavoro deve essere superiore a 25,0 centimetri.*

Nella valutazione del rischio abbiamo posto la prescrizione della distanza minima di 1,0 metri per la postazione di lavoro, per maggior cautela. In ogni caso poiché tale segregazione è interna alla cabina stessa (e quindi accessibile solo a personale esperto e adeguatamente formato), si ritiene sufficiente la semplice prescrizione.

*Curva di livello a  $3 \mu\text{T}$  per la barratura MT. La distanza compatibile con la permanenza di civili (ipotizzata fino ad un massimo di 4 ore) deve essere superiore a 2,5 metri.*



Nella valutazione del rischio per la popolazione abbiamo due distinte possibilità:

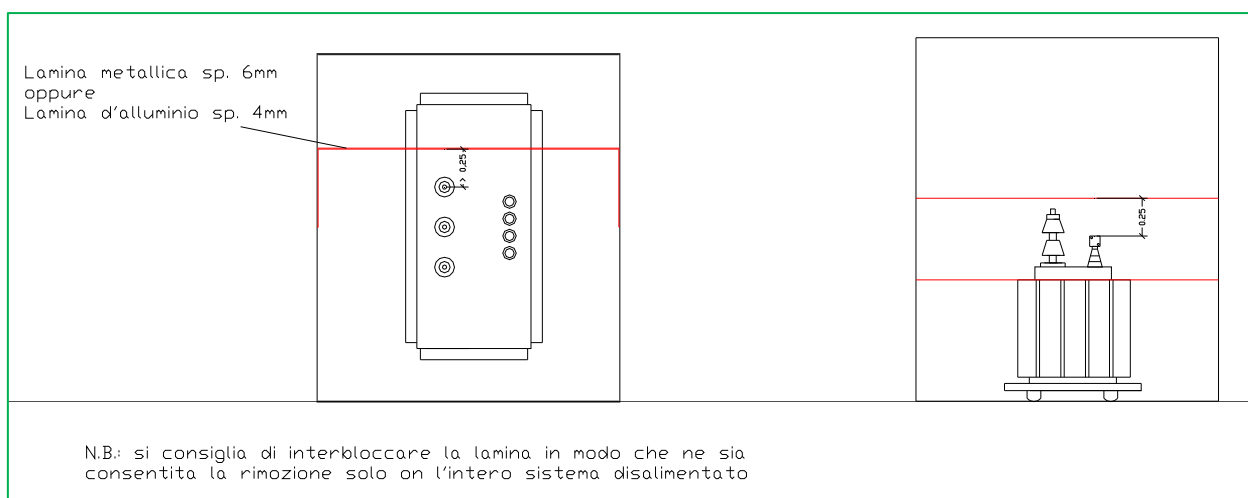
- **DPA** – Prescrivere una distanza minima di 1,50 metri per accessibilità di terzi all'area esterna della cabina (la Distanza di Prima Approssimazione è prescritta nelle linee guida ENEL, in realtà la distanza riportata nella grafica riportata sopra deve essere misurata dalla sbarra MT di Cabina. Si stabilisce di segregare l'area fisicamente in modo da avere certezza che solo il

## Parco eolico di "Sant'Egidio" di Cortona (AR)

## Analisi dei livelli di Campi Elettrici e di Induzione Magnetica

personale informato e formato possa sostare ad una distanza inferiore. La misura della segregazione è 2,5 metri dalla sbarra stessa).

- **Schermo di protezione** – la seconda ipotesi prevede la realizzazione di uno schermo di protezione in lamiera continua dello spessore di 4,00 mm. se lastra piena di alluminio e di 6,0 mm. lastra piena di acciaio. Il posizionamento della lastra, riportato nello schema grafico sotto, è stato determinato con metodo grafico in modo da assicurare che le aree esterne accessibili siano poste a distanze superiori a quelle necessarie per la protezione di terzi.



Evidentemente lo schema grafico delle curve di livello (per i problemi di incertezza sia sul comportamento che sulle leggi di diffusione) non è più attendibile, ma la protezione aggiuntiva inserita è comunque di ampia tutela, per tale motivo non risulta più necessaria la posa di cartelli monitori di protezione per la distanza della sosta di persone terze.

Si ricorda che la protezione aggiuntiva con lo schermo in Acciaio / Alluminio è necessaria per l'eventuale sosta oltre le quattro ore di persone. Le conclusioni sono assunte nell'ipotesi di questa seconda realizzazione.

### ***f. Linee MT di collegamento alla rete pubblica***

Le linee MT che collegano l'antenna eolica alla Cabina ENEL, sono realizzate in cavo classe 12/20 kV cordato 3x95 mmq posato in cavidotto interrato.

In ordine alla verifica dell'esposizione ai campi di induzione magnetica, tale tipologia di linee MT è esclusa dall'ambito di applicazione del Decreto 29.05.2008 in quanto, come dimostrato al punto 7 della Guida CEI 106-11, per questa casistica "l'obiettivo di qualità di  $3 \mu T$ , anche nelle condizioni limite di conduttori di sezione maggiore e relativa "portata nominale", è raggiunto già a brevissima distanza (compresa tra 50 e 80 cm) dall'asse del cavo stesso".

In ragione di queste premesse, si può concludere che non ricorrano situazioni in cui sono superati i limiti di esposizione assunti per la popolazione e i limiti di intervento assunti per i lavoratori.



## 7. Risultati

Dall'esame dei risultati dei calcoli e delle simulazioni condotte secondo le indicazioni contenute nelle leggi e nelle norme citate in premessa, non risultano situazioni di superamento dei limiti di azione per l'esposizione del personale esposto per ragioni professionali che hanno accesso agli impianti, né situazioni di superamento dell'obiettivo di qualità di cui al DPCM 08.07.2003 per la popolazione potenzialmente presente nelle vicinanze dei componenti impiantistici.

Si ricorda che le valutazioni sono state svolte assumendo i dati del progetto esecutivo citato nel corso della relazione e richiamati all'interno della presente relazione tecnica. La modifica del progetto comporta la necessità di aggiornare le valutazioni di cui alla presente relazione.

Sotto il profilo dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici, la valutazione della presente relazione è limitata ai campi statici e variabili nel tempo alla frequenza di rete di 50 Hz. Non si evidenziano situazioni in cui è superato il limite di azione per il Datore di Lavoro. Si raccomanda di aggiornare periodicamente tali valutazioni.

L'unica soggezione che occorre porre è il rispetto dei limiti della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) che è pari a 1,8 metri nell'intorno della Cabina. La detta area è segregata solo per soggetti esposti non per ragioni professionali, ma suggeriamo di inserire una procedura che non consenta la presenza di personale nelle stesse aree per una durata superiore a 4 ore giornaliere.

### *a. Valutazione del Rischio*

#### *Esposizione dei lavoratori.*

- Ogni lavorazione, in qualsiasi posizione a distanza superiore ad 1,0 metri dai cavi elettrici (anche nudi) per la alimentazione MT o dalle apparecchiature da questa alimentate è consentita per l'intera giornata lavorativa;
- Ogni lavorazione da eseguirsi a distanza inferiore è da programmare con disalimentazione della conduttura e con una eventuale turnificazione del personale per assicurare una permanenza giornaliera inferiore a 4 ore.
- Ogni lavorazione da eseguirsi a distanza inferiore di 2.5 metri dalla cabine di trasformazione (all'interno dei locali adiacenti il locale contenente il Trafo) è da programmare con disalimentazione della cabina stessa o con una eventuale turnificazione del personale per assicurare una permanenza giornaliera inferiore a 4 ore. La sosta nell'area esterna della cabina di trasformazione è consentita senza limitazioni.

Arezzo, 23 Maggio 2016

Il Tecnico Incaricato

  
Dott. Ing. GIANNI Claudio Gino  
ORDINE INGEGNERI PROV. AREZZO  
SEZIONE A  
LAUREA SPECIALISTICA  
N. 607  
Settore: civile e ambientale, industriale, dell'informazione