

"COLLE CARBONE"		
MR	04/22	
Stigla	Data	Firma
EMESSO		

1	PROGETTO REV 00
REV.	DESCRIZIONE E REVISIONE

<p>GVC SERVIZI DI INGEGNERIA</p> <p>Via della Pineta 1 - 85100 - Potenza email: info@gvcingegneria.it - website: www.gvcingegneria.it C.F. e P.IVA 01737760767 P.E.C. gvc@agapec.it</p> <p>GVC s.r.l. Amministratore Unico Giorgio Restaino</p> <p>Collaboratori GVC s.r.l. per il progetto: dott. ing. GIORGIO MARIA RESTAINO dott. ing. CARLO RESTAINO dott. ing. ATTILIO ZOLFANELLI</p>	<p>Vincenzo Cortese - Geosecure Srl</p> <p>Via degli Scipioni n. 268A - 00192 Roma P. Iva 01650420704 geosecuresrl@legalmail.it Info@rosecurec.it</p>	<p>Dott.ssa Lidia Di Giandomenico</p> <p>Via Giappone 19, 86039 Termoli (CB) P. Iva 01595040708</p> <p>Roberto Libè - Elettro Team srl</p> <p>Viale Rimembranze 36/B 26900 Lodi (LO) 0371/475401 info@studioeletteam.it</p>	<p>Dott. agr. Paolo Castelli</p> <p>Viale Croce Rossa 25 - 90144 - Palermo P.IVA 0546509826 paolo.castelli@hotmail.it</p>
--	--	---	--

Committente	<h1>COLLE CARBONE SRL</h1>			
	Via Circo n.12, Cap 20123, Milano			
Comune	COMUNE DI LARINO (CB)	COD. RIF	G/154/01/A/01/PD	
		ELABORATO	FILE	
Opera	PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO COMPOSTO DA DUE SEZIONI ADIACENTI DI POTENZA NOMINALE TOTALE PARI A 10133,76 KW DENOMINATO "COLLE CARBONE" - UBICATO NEL COMUNE DI LARINO (CB)		Categoria	N.°
		PD	Scala	---
Oggetto	PROGETTO DEFINITIVO		<h1>RT-15</h1>	
	VALUTAZIONE RISCHIO CAMPI ELETTROMAGNETICI		Questo disegno è di nostra proprietà riservata a termine di legge e ne è vietata la riproduzione anche parziale senza nostra autorizzazione scritta	

OGGETTO DELL'INTERVENTO

Il presente elaborato è stato redatto per valutare il rischio da esposizione al campo elettromagnetico dell'impianto in progetto, sia ai fini della tutela della popolazione sia a fini della tutela dei lavoratori.

L'analisi si basa sul progetto dell'impianto fotovoltaico "Colle Carbone SRL".

La protezione contro i campi elettromagnetici è basata su due normative:

- Tutela della popolazione dagli effetti a lungo termine generati dagli elettrodotti, che comprende anche stazioni e cabine elettriche (Legge 36/01 e DPCM 07.7.2003).
- Tutela dei lavoratori per l'esposizione ai campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro (Dlgs 01.8.2016 che recepisce la direttiva 2016/35/UE, e che ha modificato il Titolo VIII, agenti fisici, del Dlgs 81/08).

TUTELA DELLA POPOLAZIONE, NORMATIVA ED ASPETTI GENERALI

Per la tutela della popolazione dagli effetti a lungo termine dai campi elettromagnetici generati dagli elettrodotti la normativa di riferimento è la legge 36/01 ed il DPCM 08.7.03. Con il termine “elettrodotti” si comprende, oltre alle linee elettriche, le stazioni di trasformazione e cabine MT/BT.

Queste normative stabiliscono come limite di esposizione a 50 Hz, i seguenti limiti:

- 100 μ T per l'induzione magnetica
- 5 kV/m per il campo elettrico.

Le stesse normative prevedono limiti particolarmente restrittivi per il campo magnetico nelle “aree gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere”.

Il particolare per i suddetti ambiti di vita non deve essere superato:

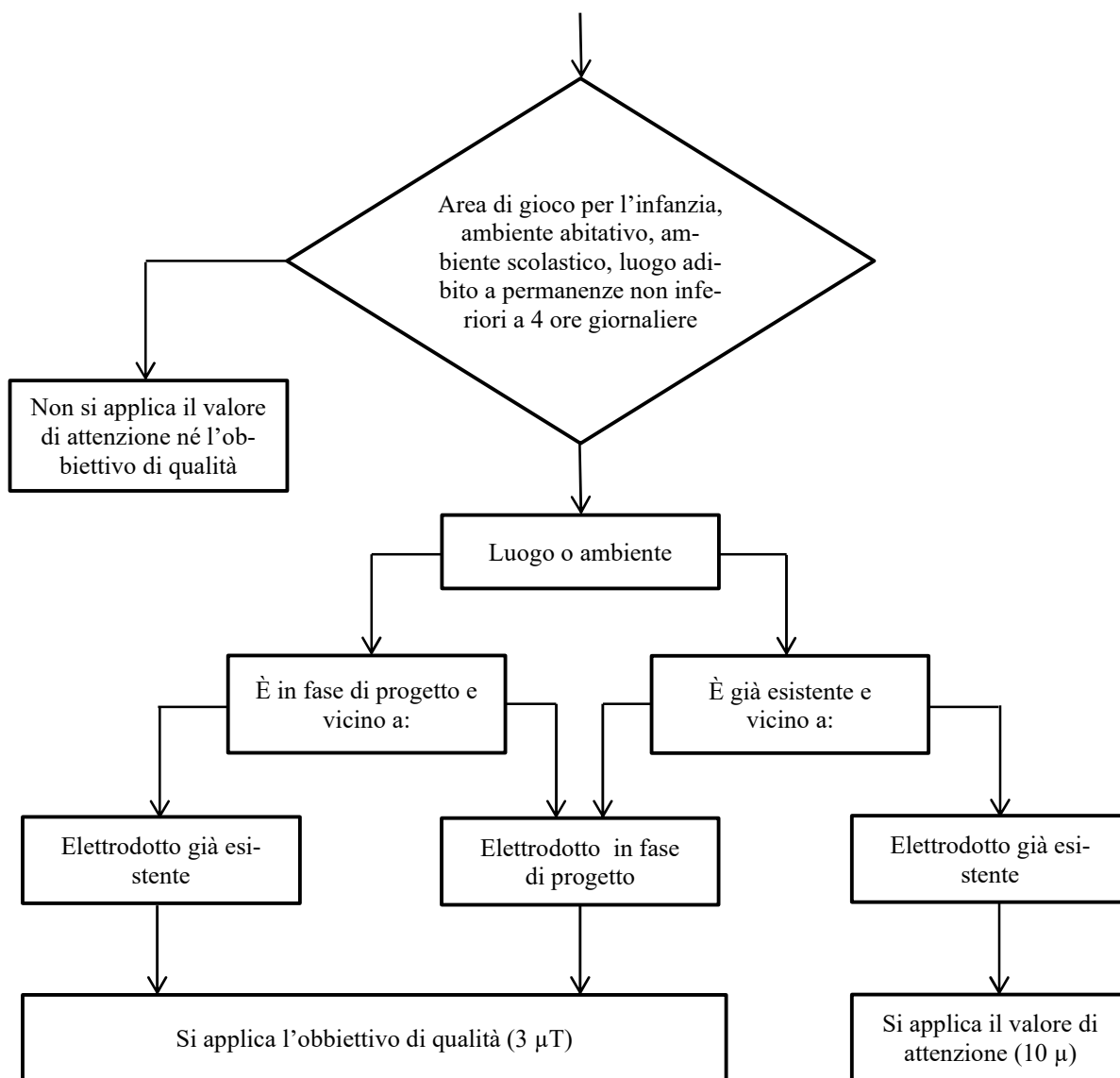
- il limite di 10 μ T (valore di attenzione) in ogni caso
- il limite di 3 μ T (obiettivo di qualità) nella progettazione di nuovi elettrodotti o di nuovi insediamenti vicino ad elettrodotti esistenti.

I valori di attenzione e l'obiettivo di qualità suddetti devono essere intesi come “mediana dei valori nell'arco delle 24 h nelle normali condizioni di esercizio”.

Sono stati poi emanati, dal Ministero dell'Ambiente e della Salute, due decreti:

- DM 29.5.2008 “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica (G.U. n° 153 del 02.7.08)
- DM 29.5.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto” (G.U. n° 156 del 05.7.08).

Per definire i casi in cui si applicano il valore di attenzione oppure l'obiettivo di qualità per determinare la fascia di rispetto si deve utilizzare la procedura schematizzata nella figura seguente:



TUTELA DEI LAVORATORI, NORMATIVA ED ASPETTI GENERALI

Per la tutela della popolazione dagli effetti a lungo termine dai campi elettromagnetici nei luoghi di lavoro le normative di riferimento sono la delibera 2013/35/UE recepita in Italia con il Dlgs 159/16 che ha sua volta ha modificato il Dlgs 81/08.

Il Dlgs 81/08, così come modificato dal Dlgs 159/16, distingue un “valore di attenzione” (VA) ed un “valore limite di esposizione” (VLE).

I valori di azione (VA) si applicano al campo elettromagnetico presente nell'ambiente, più precisamente nello spazio occupato dalla persona, senza la persona stessa (la presenza della persona può deformare il campo). In altri termini, i valori di azione si applicano al campo (indisturbato) a cui è sottoposta la persona.

I valori limite di esposizione (VLE) corrispondono, invece, al campo all'interno alla persona, sottoposta al campo esterno (il campo all'interno del corpo è attenuato per l'effetto schermante dei tessuti).

Bisogna però considerare che il campo elettromagnetico nell'ambiente indisturbato è direttamente misurabile; non così il campo all'interno del corpo umano.

Gli effetti fisiologici dipendono dal campo all'interno del corpo umano, quindi non devono essere mai superati i valori limite di esposizione (VLE). Ma poiché il campo all'interno delle persone non è misurabile, ci si riferisce, almeno in prima battuta, ai valori di azione (VA).

Se in un ambiente di lavoro non sono superati i valori di azione (VA), sicuramente sono rispettati i valori limite di esposizione (VLE).

Per contro, se sono superati i limiti di azione non è detto che le persone siano in pericolo, ma bisogna fare qualcosa; il datore di lavoro si deve attivare (dove il nome di valori di azione).

I valori limite di esposizione e i valori di azione si riferiscono a:

- effetti sanitari, dove sono possibili conseguenze per la salute
- effetti sensoriali, dove il soggetto avverte fenomeni fastidiosi:
 - campo magnetico: fosfene (lampi e luci scintillanti) o piccole modifiche transitorie alle attività cerebrali, ad esempio vertigini;
 - campo elettrico: scariche elettriche.

Gli effetti sensoriali potrebbero influenzare le capacità cognitive o muscolari, fino a compromettere la sicurezza sul lavoro con riferimento ad altri pericoli.

Naturalmente, i valori di azione sono quelli interessanti sul piano pratico, perché non sono da superare per evitare complicazioni.

I valori di azione per i campi elettromagnetici e per l'induzione magnetica variabili nel tempo si distinguono in:

- valori di azione inferiori, se riferiti agli effetti sensoriali;
- valori di azione superiori, se relativi agli effetti sanitari.

Alla frequenza di 50 Hz i valori di azione sono i seguenti (tabelle B1 e B2 del DLgs 159/16 e dell'allegato XXXVI del DLgs 81/08):

- campo elettrico: 10 kV/m per gli effetti sensoriali e 20 kV/m per gli effetti sanitari;
- campo magnetico: 1000 μ T per gli effetti sensoriali e 6000 μ T per gli effetti sanitari.

I valori di azione per i campi magnetici statici (frequenze inferiori a 1 Hz) sono limiti per il campo magnetico statico, e si distinguono in:

- interferenze con dispositivi impiantabili attivi, ad esempio stimolatori cardiaci;
- rischio di attrazione e propulsione nel campo periferico di sorgenti ad alta intensità.

I valori di azione sono (tabella B4 del DLgs 159/16 e dell'allegato XXXVI del DLgs 81/08):

- interferenze con dispositivi impiantabili attivi 0,5 mT;
- rischio di attrazione e propulsione 3 mT.

Obblighi del datore di lavoro

Il datore di lavoro deve dimostrare che nell'ambiente di lavoro non sono superati i valori di azione (VA), salvo intraprendere altre azioni qualora ciò accadesse o in ultima istanza dimostrare che non sono superati i valori limite di esposizione (VLE), (art. 208 DLgs 81/08).

A tal fine, il datore di lavoro valuta i rischi e, quando necessario, misura o calcola il campo elettromagnetico, (art. 209 DLgs 81/08).

Secondo tale articolo, per svolgere queste operazioni, il datore di lavoro può tenere conto di:

- guide pratiche della Commissione europea;
- norme tecniche europee e del CEI;
- specifiche buone prassi individuate o emanate dalla Commissione consultiva permanente sulla sicurezza e igiene del lavoro del Ministero del lavoro e delle politiche sociali, ex art. 6 del DLgs 81/08.

In attesa delle buone prassi di cui all'ultimo punto, il riferimento è soprattutto la guida pratica della Commissione europea e la norma CEI EN 50499.

Persone particolarmente sensibili

In base all'art. 183 del DLgs 81/08, il datore di lavoro deve adattare le disposizioni per eliminare o ridurre gli agenti fisici (vibrazioni, rumore, radiazioni ottiche e campi elettromagnetici) alle esigenze dei lavoratori appartenenti a gruppi particolarmente sensibili al rischio, incluse le donne in stato di gravidanza e i minori.

Il DLgs 159/16 non definisce le "persone particolarmente sensibili" nei confronti dei campi elettromagnetici, ma l'art. 209 DLgs 81/08 indica come soggetti particolarmente sensibili:

- le lavoratrici in stato di gravidanza;
- i portatori di dispositivi medici impiantabili attivi, ad es. pacemaker;

- i portatori di dispositivi medici impiantabili passivi: ad es. chiodi, viti, piastre e protesi articolari metalliche.

La procedura di valutazione prevede l'analisi dell'impianto per analizzare se le apparecchiature presenti, nell'impianto o sito in esame, sono elencate nella tabella 3.2 della "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici", Volume 1 (le stesse tabelle sono presenti nella norma CEI EN 50499).

La suddetta guida distingue i lavoratori in:

- Lavoratori non particolarmente a rischio;
- Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi);
- lavoratori con dispositivi impiantabili passivi
- lavoratrici in stato di gravidanza.

Le lavoratrici in gravidanza sono da considerare nel secondo elenco, "lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi)".

VALUTAZIONE DEL RISCHIO NELL'IMPIANTO IN PROGETTO

Per la valutazione del rischio dei campi elettromagnetici nell'impianto in progetto si è considerato sia la tutela della popolazione, sia la tutela dei lavoratori.

TUTELA DELLA POPOLAZIONE

Come già evidenziato in precedenza per la protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) 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).

Considerando che il campo elettrico in media tensione è notevolmente inferiore al limite di 5 kV/m imposto dalla normativa, si porgerà l'attenzione solo al campo magnetico.

Per l'impianto in progetto non ci sono luoghi tutelati, pertanto il limite di esposizione del campo magnetico è di 100 μ T. A favore della sicurezza si procede comunque con le valutazioni seguenti, considerando come limite l'obiettivo di qualità.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto, in considerazione dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico, prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della Distanza di Prima Approssimazione (DPA), come definito dal DM 29.5.2008.

Nell'impianto in progetto sono presenti tre tipologie di cabine elettriche, una di consegna MT, di e-distribuzione, dove comunque sarebbe possibile installarvi un trasformatore MT/BT in caso di esigenze del Distributore, una di ricevimento e trasformazione dell'impianto contenete un trasformatore di piccola taglia per i servizi ausiliari, ed una di trasformazione sempre dell'impianto, di elevata potenza (power station).

La cabina di consegna di e-distribuzione e quella di ricevimento dell'impianto sono poste sul perimetro dell'impianto stesso, per concedere la possibilità di accesso da strada pubblica al distributore, mentre la cabina di trasformazione di potenza si trova al centro dell'area dell'impianto, quindi in zona chiusa e recintata. La distanza di rispetto della cabina di trasformazione di potenza è sicuramente contenuta all'interno dell'area chiusa.

Sono inoltre presenti una linea di media tensione interrata che collega la cabina di ricevi-mento con quella di trasformazione, ed una linea interrata di media tensione di e-distribu-zione per collegare l'impianto alla rete.

La cabina di trasformazione dell'impianto è interna all'area recintata dell'impianto stesso, e quindi non accessibile alla popolazione, e si trova ad una ragguardevole distanza dalla recinzione.

Analogamente la linea di media tensione che collega la cabina di ricevi-mento con la ca-bina di media tensione di trasformazione dell'impianto, si sviluppa tutta all'interno della recinzione, e quindi non accessibile alla popolazione.

Per tali motivazioni non è necessario procedere alla valutazione del rischio per la popola-zione.

CALCOLO DPA CABINE DI RICEVIMENTO

Nelle cabine di ricevi-mento, che sono poste una sulla recinzione dell'impianto (impianto sud) e l'altra esternamente all'impianto (impianto nord) non è prevista l'installazione di un trasformatore MT/BT.

CALCOLO DPA CABINA DI CONSEGNA DI E-DISTRIBUZIONE

Nelle cabine di consegna, che sono poste una sulla recinzione dell'impianto (impianto sud) e l'altra esternamente all'impianto (impianto nord) non è prevista l'installazione di un trasformatore MT/BT, ma il distributore potrebbe un giorno installarvelo per proprie esi-genze di rete.

A favore della sicurezza, si procede col calcolo della Dpa, dove avremo:

- Diametro del cavo 0,027 m (da documenti di e-distribuzione)
- Corrente nominale di bassa tensione del trasformatore 909 A (considerando un trasformatore da 630 kVA, massima taglia utilizzata nelle cabine di distribuzione).

La Dpa risultante è di 1,86 m, che approssimata al mezzo metro superiore, diventa di 2 m.

CALCOLO DPA LINEA DI MEDIA TENSIONE DI E-DISTRIBUZIONE

La linea di media tensione che collegherà gli impianti alla rete, di competenza di e-distribuzione, sarà in cavo interrato di tipo cordato ad elica, quindi escluse dal calcolo della DPA (articolo 3.2 del D.M. 29 maggio 2008).

CONCLUSIONI

L'impianto in progetto è pertanto compatibile ai fini della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz), considerando anche, come già indicato, che le cabine non sono in prossimità di luoghi tutelati e non è prevista la permanenza di persone per più di 4 ore giornaliere nelle aree circostanti le cabine.

TUTELA DEI LAVORATORI

Come già evidenziato in precedenza per la protezione dei lavoratori bisogna far riferimento il Dlgs 81/08, così come modificato dal Dlgs 159/16, che a sua volta recepisce la delibera 2013/35/UE.

Per la valutazione del rischio si fa riferimento alle guide pratiche della Commissione europea ed alla norma CEI EN 50499.

In merito a quest'ultima bisogna però evidenziare che essa è stata redatta considerando la precedente direttiva 2004/40/CE, pertanto bisogna estrapolarla ai valori di azione della nuova direttiva 2013/35/UE.

La procedura di valutazione prevede l'analisi dell'impianto per analizzare se le apparecchiature presenti nell'impianto o sito in esame sono elencate nella tabella 3.2 della "Guida non vincolante di buone prassi per l'attuazione della direttiva 2013/35/UE relativa ai campi elettromagnetici", Volume 1 (le stesse tabelle sono presenti nella norma CEI EN 50499).

Nella tabella seguente sono evidenziate in giallo le apparecchiature o gli impianti presenti nell'impianto in esame.

Tabella 3.2 — Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative, apparecchiature e luoghi di lavoro comuni

POS.	Tipo di apparecchiatura o luogo di lavoro	Valutazione richiesta per i		
		Lavoratori non particolarmente a rischio	Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi)	lavoratori con dispositivi impiantabili attivi
	Comunicazioni senza filo			
1	Telefoni senza filo (comprese le stazioni base per telefoni senza filo DECT) — utilizzo di	NO	NO	SI
2	Telefoni senza filo (comprese le stazioni base per telefoni senza filo DECT) — luoghi di lavoro contenenti	NO	NO	NO
3	Telefoni cellulari — utilizzo di	NO	NO	SI
4	Telefoni cellulari — luoghi di lavoro contenenti	NO	NO	NO
5	Dispositivi di comunicazione senza fili (per esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN — utilizzo di	NO	NO	SI
6	Dispositivi di comunicazione senza fili (per esempio Wi-Fi o Bluetooth) comprendenti punti di accesso per WLAN — luoghi di lavoro contenenti	NO	NO	NO
	Ufficio			
7	Apparecchiature audiovisive (per esempio televisori, lettori DVD)	NO	NO	NO

8	Apparecchiature audiovisive contenenti trasmettitori a radiofrequenza	NO	NO	SI
9	Apparecchiature di comunicazione e reti cablate	NO	NO	NO
10	Computer e apparecchiature informatiche	NO	NO	NO
11	Termoventilatori, elettrici	NO	NO	NO
12	Ventilatori elettrici	NO	NO	NO
13	Apparecchiature per ufficio (ad esempio fotocopiatrici, distruggidocumenti, aggraffatrici a funzionamento elettrico)	NO	NO	NO
14	Telefoni (fissi) e fax	NO	NO	NO
15	Infrastrutture (immobili e terreni)			
	Sistemi di allarme	NO	NO	NO
16	Antenne per stazioni base, all'interno della zona di esclusione destinata all'operatore	SI	SI	SI
17	Antenne per stazioni base, all'esterno della zona di esclusione destinata all'operatore	NO	NO	NO
18	Utensili da giardino (a funzionamento elettrico) — utilizzo di	NO	NO	SI
19	Utensili da giardino (elettrici) — luoghi di lavoro contenenti	NO	NO	NO
20	Apparecchi per il riscaldamento (elettrici) per il riscaldamento dell'ambiente	NO	NO	NO
21	Apparecchi domestici e professionali, per esempio frigoriferi, lavatrici, asciugatrici, lavastoviglie, forni, tostapane, forni a microonde, ferri da stiro, a condizione che non contengano dispositivi di trasmissione come WLAN, Bluetooth o telefoni cellulari	NO	NO	NO
22	Apparecchi di illuminazione, per esempio illuminazione di interni e lampade da scrivania	NO	NO	NO
23	Apparecchi di illuminazione, attivati a radiofrequenza o a microonde	SI	SI	SI
24	Luoghi di lavoro accessibili al pubblico conformi ai livelli di riferimento indicati nella raccomandazione (1999/519/CE) del Consiglio	NO	NO	NO
25	Sicurezza			
	Sistemi di sorveglianza e identificazione a radio frequenza (RFID) di oggetti	NO	NO	SI
26	Cancellatori, per nastri o dischi rigidi	NO	NO	SI
27	Metal detector (rivelatore di metalli)	NO	NO	SI
	Alimentazione elettrica			
28	Circuito elettrico in cui i conduttori sono vicini l'uno all'altro e con una corrente netta pari o inferiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	NO	NO	SI

29	Circuito elettrico in cui i conduttori sono vicini l'uno all'altro e con una corrente netta superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	SI	SI	SI
30	Circuiti elettrici all'interno di un impianto, con corrente di fase nominale pari o inferiore a 100 A per un singolo circuito — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	NO	NO	NO
31	Circuiti elettrici all'interno di un impianto, con corrente di fase nominale superiore a 100 A per un singolo circuito — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	SI	SI	SI
32	Impianti elettrici con corrente di fase nominale superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	SI	SI	SI
33	Impianti elettrici con corrente di fase nominale pari o inferiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici	NO	NO	NO
34	Generatori e generatori di emergenza — lavori con	NO	NO	SI
35	Inverter, compresi quelli su sistemi fotovoltaici	NO	NO	SI
36	Conduttore nudo aereo con tensione nominale inferiore a 100 kV o linea aerea inferiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici	NO	NO	NO
37	Conduttore nudo aereo con tensione nominale superiore a 100 kV o linea aerea superiore a 150 kV, sopra il luogo di lavoro — esposizione a campi elettrici	SI	SI	SI
38	Conduttori nudi aerei con qualsiasi tensione — esposizione a campi magnetici	NO	NO	NO
39	Circuito a cavo sotterraneo o isolato, con qualsiasi tensione nominale — esposizione a campi elettrici	NO	NO	NO
40	Turbine eoliche, lavori con	NO	SI	SI
Industria leggera				
41	Procedimenti di saldatura ad arco manuali (compresi MIG, MAG, TIG), seguendo le buone prassi e senza avvolgere il filo attorno al corpo	NO	NO	SI
42	Caricabatterie industriali	NO	NO	SI
43	Caricabatterie professionali di grandi dimensioni	NO	NO	SI
44	Apparecchiature per la verniciatura e il rivestimento	NO	NO	NO
45	Attrezzature di controllo non contenenti trasmettitori radio	NO	NO	NO
46	Apparecchiature per il trattamento corona delle superfici	NO	NO	SI
47	Riscaldamento dielettrico	SI	SI	SI
48	Saldatura dielettrica	SI	SI	SI
49	Apparecchiature per la verniciatura elettrostatica	NO	SI	SI
50	Forni di riscaldamento a resistenza	NO	NO	SI
51	Pistole incollatrici (portatili) — luoghi di lavoro contenenti	NO	NO	NO

52	Pistole incollatrici — utilizzo di	NO	NO	SI
53	Pistole ad aria calda (portatili) — luoghi di lavoro contenenti	NO	NO	NO
54	Pistole ad aria calda — utilizzo di	NO	NO	SI
55	Rampe idrauliche	NO	NO	NO
56	Riscaldamento a induzione	SI	SI	SI
57	Sistemi di riscaldamento a induzione automatizzati, in cui la ricerca di guasti e la riparazione comportano la stretta vicinanza con la sorgente del campo elettromagnetico	NO	SI	SI
58	Apparecchi di sigillatura a induzione	NO	NO	SI
59	Saldatura a induzione	SI	SI	SI
60	Macchine utensili (per esempio trapani a colonna, smerigliatrici, torni, fresatrici, seghe)	NO	NO	SI
61	Ispezione con particelle magnetiche (rilevazione di incrinature)	SI	SI	SI
62	Magnetizzatori/smagnetizzatori, industriali (compresi i cancellatori per nastri)	SI	SI	SI
63	Apparecchiature e strumenti di misura non contenenti trasmettitori radio	NO	NO	NO
64	Riscaldamento ed essiccazione a microonde, nelle industrie del legno (essiccazione, piegatura e incollaggio del legno)	SI	SI	SI
65	Dispositivi al plasma a radiofrequenza (RF), compresi quelli per deposizione e polverizzazione catodica (sputtering) in vuoto	SI	SI	SI
66	Utensili (elettrici portatili e trasportabili per esempio trapani, levigatrici, seghe circolari e smerigliatrici angolari) — utilizzo di	NO	NO	SI
67	Utensili (elettrici portatili e trasportabili) — luoghi di lavoro contenenti	NO	NO	NO
68	Sistemi di saldatura automatizzati, in cui la ricerca di guasti, la riparazione e la formazione comportano una stretta vicinanza con la sorgente del campo elettromagnetico	NO	SI	SI
69	Saldatura a resistenza manuale (saldatura a punti, saldatura continua)	SI	SI	SI
70	Industria pesante			
71	Elettrolisi industriale	SI	SI	SI
72	Forni fusori ad arco	SI	SI	SI
73	Forni fusori a induzione (i forni di piccole dimensioni hanno in genere campi accessibili di frequenza più alta dei forni di grandi dimensioni)	SI	SI	SI
	Edilizia			
74	Macchinari per cantieri (per esempio betoniere, vibrator, gru ecc.) — lavoro in stretta prossimità	NO	NO	SI
75	Asciugatura a microonde nell'industria edilizia	SI	SI	SI
	Settore medico			

76	Apparecchiature mediche senza impiego di campi elettromagnetici per diagnosi o terapie	NO	NO	NO
77	Apparecchiature mediche con impiego di campi elettromagnetici per diagnosi e terapie (per esempio diatermia a onde corte, stimolazione magnetica transcranica)	SI	SI	SI
Trasporti				
78	Veicoli e impianti a motore — lavoro in stretta prossimità di motorini di avviamento, alternatori e sistemi di accensione	NO	NO	SI
79	Radar di controllo del traffico aereo, militari, meteorologici e a lungo raggio	SI	SI	SI
80	Treni e tram a trazione elettrica	SI	SI	SI
Varie				
81	Caricabatterie, ad accoppiamento induttivo o di prossimità	NO	NO	SI
82	Caricabatterie, ad accoppiamento non induttivo per uso domestico	NO	NO	NO
83	Sistemi e dispositivi di radiodiffusione (radio e TV: LF, MF, HF, VHF e UHF)	SI	SI	SI
84	Apparecchiature che generano campi magnetici statici superiori a 0,5 mT, generati elettricamente o da magneti permanenti (per esempio piani, tabelle e trasportatori magnetici, magneti di sollevamento, supporti magnetici, targhette, distintivi)	NO	NO	SI
85	Apparecchiature immesse sul mercato europeo conformemente alla raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio o alle norme armonizzate sui campi elettromagnetici	NO	NO	NO
86	Cuffie che producono forti campi magnetici	NO	NO	SI
87	Apparecchiature di cucina a induzione, professionali	NO	NO	SI
88	Apparecchi non elettrici di tutti i tipi eccetto quelli contenenti magneti permanenti	NO	NO	NO
89	Apparecchiature portatili (a batteria) non contenenti trasmettitori a radiofrequenza	NO	NO	NO
90	Radio bidirezionali (per esempio ricetrasmittitori, radio per veicoli)	NO	NO	SI
91	Trasmettitori a batteria	NO	NO	SI

Dal risultato dell'analisi le apparecchiature o le attività che possono comportare rischi di esposizione ai campi elettromagnetici per lavoratori non particolarmente a rischio e per i lavoratori particolarmente a rischio ma senza dispositivi impiantabili attivi, sono le posizioni 29, 31 e 32, riferiti al campo magnetico di circuiti elettrici attraversati da corrente superiore a 100 A, e nessuna posizione per il campo elettrico.

Per prima cosa l'articolo F.2.1 della norma CEI EN 50499 (per il seguito semplicemente norma) recita "... per correnti fino a 500 A il limite di esposizione è sempre rispettato, indipendentemente dalla distanza tra il corpo ed il conduttore. Poiché la norma CEI EN 50499 utilizza come valore di azione il limite di 500 μ T, in quanto redatta considerando la precedente direttiva 2004/40/CE, il valore di 500 A è estremamente prudenziale.

Bisogna anche considerare che i conduttori attraversati da correnti elettriche dalla sorgente alla destinazione e ritorno, sono circuiti elettrici che utilizzano sempre almeno due conduttori.

Un circuito monofase idealizzato ha due conduttori attraversati da correnti uguali in direzioni opposte. Poiché le correnti sono uguali, opposte e vicine tra loro, i campi si annullano a vicenda in larga misura, e il grado di annullamento dipende dalla loro vicinanza. Quando i due conduttori attraversati dalla corrente I (in ampere) sono separati da una distanza S (in m, dove $S \ll D$) il campo è:

$$B = (0,2 I / D) \times (S / D) \mu T$$

Analogamente, un circuito trifase idealizzato è costituito da tre correnti sfasate di circa 120° . Queste tre correnti sono bilanciate, quindi la loro somma è zero, oppure è presente un quarto conduttore (il neutro) e la somma delle quattro correnti è zero. In entrambi i casi, se i conduttori sono vicini tra loro, i campi in larga misura si annullano.

Lo sbilanciamento della corrente si verifica quando vi sono percorsi di ritorno alternativi delle correnti, come nel caso della messa a terra del neutro di un circuito in più punti, o nel caso di circuiti paralleli che alimentano un carico specifico, ma queste situazioni non sono presenti nell'impianto in esame.

I conduttori di un circuito sono generalmente uniti in un fascio all'interno dello stesso cavo. In tali situazioni, anche a brevissima distanza dal cavo, i campi magnetici prodotti sono molto bassi. Le situazioni nelle quali i conduttori non sono vicini tra loro comprendono le linee aeree nelle quali la separazione tra i conduttori aumenta con la tensione del circuito.

Per i conduttori isolati, la valutazione più semplice consiste nell'uso dei valori nominali della corrente del circuito e nella valutazione della distanza minima utilizzando le formule indicate nell'articolo F.2.2 della norma. I valori nominali di corrente di un circuito sono ottenibili dai valori nominali a regime permanente dei fusibili o dal sezionatore che protegge il circuito, o dalla corrente massima che può circolare nel circuito stesso. Questo approccio è fortemente cautelativo, in quanto considera il campo prodotto dalla corrente di uno solo dei conduttori del circuito e non tiene conto del quasi completo annullamento dello stesso dovuto ai campi delle correnti negli altri conduttori.

Dalle informazioni dell'articolo F.2.1 della norma per i conduttori singoli, consegue che tutti i circuiti con valore nominale inferiore a 500 A (per fase) possono essere considerati conformi al valore di azione senza ulteriori considerazioni.

Tale valutazione non necessita della considerazione dell'eventuale configurazione in fasci dei conduttori di un circuito o della differenza nei loro percorsi e, poiché tale approccio è molto cautelativo, non sono necessarie ulteriori disposizioni per più circuiti vicini tra loro.

Analogamente, qualsiasi postazione di lavoro nella quale il valore nominale dell'alimentazione elettrica che rifornisce la postazione è inferiore a 500 A è conforme al valore di azione. In caso di più punti di ingresso per l'elettricità, ognuno di essi può essere considerato separatamente. Quando le alimentazioni provengono da un trasformatore riduttore

all'interno del luogo di lavoro, ogni circuito sul lato a bassa tensione del trasformatore può essere considerato separatamente.

Eccezionalmente, quando il valore nominale di un circuito è superiore a 500 A e la distanza tra i conduttori è ridotta, può essere condotta una valutazione della massima corrente netta possibile nel cavo, e tale valore può essere confrontato con 500 A.

Quando il valore nominale di un circuito è superiore a 500 A e la distanza tra i conduttori è elevata rispetto alla distanza alla quale possono trovarsi le persone, la distanza minima di avvicinamento a ogni conduttore deve essere valutata separatamente per ogni conduttore per il valore nominale della corrente di fase del conduttore.

Per quanto riguarda i conduttori nudi, quindi in media o alta tensione, le distanze di isolamento in aria minime sono specificate (EN 50423-1 e EN 50341) allo scopo di evitare scariche verso oggetti o persone nelle vicinanze. Tali distanze sono tutte maggiori delle distanze minime derivate utilizzando le formule indicate nell'articolo F.2.2 della norma. quindi tutti i circuiti aerei con conduttori nudi sono conformi ai limiti di esposizione ai campi magnetici senza ulteriore considerazione.

Quando è necessario valutare in modo analitico l'intensità del campo magnetico bisogna svilupparla secondo l'Allegato F della norma CEI EN 50499, avendo attenzione a considerare il limite del valore di azione del campo magnetico di 1000 μ T (valore di azione per gli effetti sensoriali), questo perché, come già evidenziato, i limiti riportati nella norma CEI EN 50499 sono ancora riferiti alla precedente direttiva 2004/40/CE (500 μ T).

Secondo l'articolo F.2.1 della norma, per una corrente I (in ampere) che attraversa un conduttore singolo, l'intensità del campo elettrico B (in μ T) è direttamente proporzionale alla corrente e inversamente proporzionale alla distanza D (in metri) dal centro del conduttore (legge di Ampere); avremo pertanto:

$$B = 0,2 I / D \text{ (in } \mu\text{T)}$$

La distanza minima D_{\min} , oltre la quale il campo magnetico è inferiore al valore di azione, è quindi una funzione della corrente e del campo magnetico, B_{\min} , che è il limite di esposizione utilizzato; avremo quindi:

$$D_{\min} = 0,2 I / B_{\min}$$

Tornando quindi alle risultanze dell'analisi dell'impianto in esame le apparecchiature o le attività che possono comportare rischi di esposizione ai campi magnetici per lavoratori non particolarmente a rischio e per i lavoratori particolarmente a rischio ma senza dispositivi impiantabili attivi sono le posizioni 29, 31 e 32 della tabella precedentemente indicata.

Poiché la valutazione analitica dovrà essere fatta solo per le parti di impianto dove la corrente circolante è superiore a 500 A, ne risulta che tutti i circuiti dei singoli inverter, che hanno correnti molto inferiori a 500 A, non presentano problemi, così come tutti i circuiti ausiliari.

Per quanto riguarda le linee elettriche, dall'analisi del progetto dell'impianto, si rileva che non ci sono circuiti di distribuzione con i circuiti con corrente superiore a 500 A, pertanto non servirebbe alcuna valutazione analitica. Se si vuole considerare, a favore della sicurezza, più circuiti nello stesso fascio come un unico circuito con corrente risultante pari alla somma delle correnti massime dei singoli circuiti costituenti il fascio, si rileva che i circuiti con corrente superiore a 500 A sono le linee di collegamento degli inverter. Considerando la situazione peggiore, 12 linee affiancate, avremo una corrente massima complessiva di 1806 A.

Applicando le formule suddette avremo D_{\min} 0,361 m

Essendo le linee suddette interrate ad una profondità di circa 0,9 m, in nessun punto i lavoratori si possono avvicinare alle linee ad una distanza inferiore alla D_{\min} .

Comunque in questi fasci di linee le correnti potrebbero non essere esattamente bilanciate, ma i comunque sicuramente con equilibrio molto contenuto e con conduttori di ogni singolo circuito sempre vicini tra loro o addirittura nello stesso cavo.

Per quanto riguarda altre sorgenti di campi magnetici con correnti superiori a 500 A, dall'analisi dell'impianto si rileva solamente la power station, e più precisamente il trasformatore MT/BT, la linea di collegamento al quadro di distribuzione ed il quadro di distribuzione stesso.

La norma in merito si esprime così:

Benché alcuni elementi di apparecchiatura siano in grado di produrre campi superiori al valore di azione in corrispondenza della loro superficie, ve ne sono pochissimi in grado di superare il valore di azione a una distanza di 0,2 m o più dalla loro superficie. Elementi nei quali questo può verificarsi dovranno essere oggetto di ulteriori indagini relative alla determinazione dei valori dei campi magnetici nelle vicinanze dell'apparecchiatura mediante calcoli o misure, e di confronto degli stessi con il valore di azione.

Le apparecchiature che necessitano di tali ulteriori indagini sono quelle con elevate correnti (centinaia di ampere) che percorrono varie spire adiacenti di un avvolgimento, quali quelle dei trasformatori di potenza ad aria, dei reattori in aria (utilizzati per il controllo della tensione dei sistemi di potenza) e le parti terminali delle bobine dei generatori di potenza elevata.

In contrasto, i dispositivi convenzionali a nucleo in ferro sono progettati in modo da produrre bassi campi di perdita esterni. I campi relativi a motori e trasformatori, in particolare quando sono chiusi in un involucro ferromagnetico o conduttore, non sono generalmente sufficientemente elevati da superare il valore di azione.

Tuttavia, sia che il nucleo sia di ferro o in aria, quando il valore nominale della corrente è elevato, è necessario tenere presente le correnti nei collegamenti a generatori, motori e trasformatori, sia sul lato della fase che sul lato del neutro degli avvolgimenti.

Nell'impianto in esame abbiamo un trasformatore in resina di potenza elevata (4070 kVA a doppio secondario) racchiuso in un contenitore metallico all'interno del quale non è possibile accedere se non con impianto fuori servizio.

L'induzione magnetica dovuta al trasformatore è prodotta dal trasformatore e decresce in funzione della distanza secondo la seguente espressione (formula canonica e valida per trasformatori in resina):

$$B = 5 \cdot (U_{cc} : 6) \cdot \sqrt{(S_r : 630) \cdot (3 : a)^{2,8}}$$

Dove:

- B = induzione magnetica in μT
- U_{cc} = tensione di corto circuito percentuale del trasformatore (7%)
- S_r = potenza del trasformatore in kVA (5200 kVA)
- a = distanza dal trasformatore

Troviamo che l'induzione magnetica sulla parete esterna della station sarebbe di circa 1712 μT valore poi fortemente attenuato dalla parete metallica della station, ad un valore sicuramente molto inferiore ai 1000 μT , anche considerando che il calcolo è fatto alla potenza massima del trasformatore, valore che può essere raggiunto solamente per poche ore annue.

Si può quindi affermare che il valore dell'induzione magnetica dovuta al trasformatore è sempre molto inferiore al valore di azione.

Bisogna infine valutare un altro aspetto indicato nella norma:

Tuttavia, sia che il nucleo sia di ferro o in aria, quando il valore nominale della corrente è elevato, è necessario tenere presente le correnti nei collegamenti a generatori, motori e trasformatori, sia sul lato della fase che sul lato del neutro degli avvolgimenti.

Nel caso in esame avremo una corrente di 3740 A, in due circuiti (il trasformatore è a doppio secondario) ma che consideriamo, a favore della sicurezza, come un unico circuito, ed applicando la procedura di calcolo dell'articolo F.2.1 della norma, troviamo una distanza D_{\min} 0,75 m.

Considerando sempre che il trasformatore è racchiuso in un contenitore metallico all'interno del quale non è possibile accedere se non con impianto fuori servizio e che il valore dell'induzione magnetica è fortemente attenuato dalla parete metallica della station, troviamo che il valore del campo magnetico esterno alla station è sempre molto inferiore al valore di azione.

Per quanto riguarda i lavoratori particolarmente a rischio con dispositivi impiantabili attivi (esempio stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti al tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, retinal encoder, pompe impiantate per infusione di farmaci ecc.) dal risultato dell'analisi le apparecchiature o le attività che possono comportare rischi di esposizione ai campi elettromagnetici sono molteplici, alcune anche per attività che si possono riscontrare anche nella normale attività non lavorativa. Diventa pertanto impossibile definire un limite di rischio, che eventualmente dovrebbe essere stabilito dal medico curante.

Per tale categoria di lavoratori deve essere pertanto precluso l'accesso a tutta l'area dell'impianto.

CONCLUSIONI

Dai risultati della valutazione emerge che in nessun punto dell'impianto accessibile ai lavoratori quando questo è in esercizio viene superato il limite del valore di azione per gli effetti sensoriali di 1000 μ T.

Pertanto, tutti lavoratori non particolarmente a rischio e tutti i per i lavoratori particolarmente a rischio ma senza dispositivi impiantabili attivi posso accedere all'impianto per un tempo indefinito e senza correre alcun rischio di esposizione a campi elettromagnetici.

Si evidenzia comunque che l'impianto in esame non sarà costantemente presidiato e che pertanto l'accesso dei lavoratori avverrà solo per guardiana su intervento dell'impianto di antintrusione, per riparazione di guasti o per interventi manutentivi e di controllo periodici.

Per quanto riguarda i lavoratori particolarmente a rischio con dispositivi impiantabili attivi (esempio stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti al tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimulatori, retinal encoder, pompe impiantate per infusione di farmaci ecc.) deve essere precluso l'accesso a tutta l'area dell'impianto. Per questo impedimento dovrà essere predisposta una apposita cartellonistica e informazione ai lavoratori che potrebbero accedere all'impianto.

Data il risultato della valutazione del rischio per i lavoratori non è necessario procedere ad una zonizzazione dell'impianto.

CONCLUSIONI FINALI

Dai risultati delle valutazioni del rischio per l'esposizione ai campi elettromagnetici nell'impianto in progetto si è rilevato che non sono presenti rischi né per la popolazione né per i lavoratori.

Si pone solo il vincolo, a favore della sicurezza, di impedire l'ingresso a tutta l'area dell'impianto ai lavoratori con dispositivi impiantabili attivi.

Poiché la valutazione del rischio è stata effettuata sul progetto definitivo dell'impianto; essa dovrà essere poi eventualmente rivista in funzione del progetto esecutivo e del as-built finale dell'impianto.

