



**Regione Puglia
Provincia di Lecce
Comuni di Lecce e Surbo**

PROGETTO DEFINITIVO: IMPIANTO FV-SALONNA



OGGETTO:

**PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRO-
FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA DI 2.800,00 kW IN AC E 3.804,84 kWp
IN DC E DI TUTTE LE OPERE CONNESSE ED INFRASTRUTTURE**

IL COMMITTENTE

SOLAER CLEAN ENERGY ITALY 08 SRL
VIA CARLO PORTA N.3 - GALLARATE (VA)
P.IVA 03717980126

timbro

IL PROGETTISTA

Ing. Giuseppe Santaromita Villa

Collaboratori:
Ing. Torrisi Roberta
Ing. Messina Valeria
Ing. Pintaldi Giulia
Ing. Bazan Flavia
Ing. Conoscenti Rosalia
Ing. Lala Rosa Maria
Ing. Alessia Lo Bello
Ing. Cavarretta Maria Vincenza
Ing. Scacciaferro Anna

timbro e firma

CODICE ELAB.

A19.1

ELABORATO

RELAZIONE INTERFERENZE ELETTROMAGNETICHE
PER I LAVORATORI

SCALA

REVISIONE

rev. 08

CODICE IMPIANTO

AG50

CODICE DI RINTRACCIABILITÀ

211425796

DATA

13/05/2025

TIMBRO ENTE AUTORIZZANTE

Sommario

| | | |
|-------|---|----|
| 1. | Introduzione | 3 |
| 2. | Premessa..... | 4 |
| 3. | Effetti sulla salute e rischi per la sicurezza derivanti dai campi elettromagnetici | 5 |
| 3.1 | Effetti diretti..... | 5 |
| 3.2 | Effetti a lungo termine | 5 |
| 3.3 | Effetti indiretti | 6 |
| 4. | Sorgenti di campi elettromagnetici | 7 |
| 4.1 | Lavoratori particolarmente a rischio..... | 7 |
| 4.1.1 | Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi | 8 |
| 4.1.2 | Altri lavoratori particolarmente a rischio | 8 |
| 5. | Calcolo o misurazione dell'esposizione..... | 11 |
| 5.1 | Disposizioni della direttiva relativa ai campi elettromagnetici | 11 |
| 5.2 | Valutazioni sul luogo di lavoro..... | 11 |
| 6. | Misure di protezione e prevenzione | 12 |
| 6.1 | Principi di prevenzione | 12 |
| 6.2 | Eliminazione del pericolo | 12 |
| 6.3 | Ricorso a processi o apparecchiature meno pericolose | 12 |
| 6.4 | Misure Tecniche | 13 |
| 6.4.1 | Schermatura..... | 13 |
| 6.4.2 | Ripari..... | 13 |
| 6.4.3 | Interblocchi..... | 14 |
| 6.4.4 | Dispositivi di protezione sensibili | 14 |
| 6.4.5 | Dispositivo di comando a due mani | 14 |
| 6.4.6 | Arresti di emergenza | 14 |
| 6.4.7 | Misure tecniche per evitare le scariche di scintille..... | 15 |
| 6.4.8 | Misure tecniche per evitare le correnti di contatto | 15 |
| 6.5 | Misure organizzative | 15 |

| | | |
|--------|---|----|
| 6.5.1 | Delimitazione dell'area e restrizione dell'accesso | 16 |
| 6.5.2 | Segnaletica e avvisi di sicurezza | 16 |
| 6.5.3 | Procedure scritte | 16 |
| 6.5.4 | Informazioni sulla sicurezza del sito | 17 |
| 6.5.5 | Supervisione e gestione | 17 |
| 6.5.6 | Istruzione e formazione | 17 |
| 6.5.7 | Progettazione e assetto dei luoghi e delle postazioni di lavoro | 18 |
| 6.5.8 | Adozione di procedure di lavoro adeguate | 18 |
| 6.5.9 | Programmi di manutenzione preventiva..... | 18 |
| 6.5.10 | Restrizione di movimento in campi magnetici statici | 18 |
| 6.6 | Dispositivi di protezione individuale..... | 19 |
| 7. | Conclusioni | 20 |
| 8. | Normativa di riferimento | 21 |

1. Introduzione

La seguente relazione fa riferimento ad un impianto agro-fotovoltaico denominato **FV-Salonna** della potenza in immissione in rete di 2.800,00 kW in corrente alternata e una potenza di 3.804,84 kWp in corrente continua, localizzato all'interno del territorio comunale di Lecce (LE), in contrada "Salonna" al foglio 104 particelle 38, 39, 40 e 41 N.T.C., con opere di connessione ricadenti in parte anche nel comune di Surbo (LE), a circa 2,7 km a Nord-Ovest dal centro abitato del comune di Surbo (LE) e a circa 8,1 km a Nord-Ovest dal centro abitato del comune di Lecce (LE).

L'impianto agro-fotovoltaico, proposto dalla società *SOLAER CLEAN ENERGY ITALY 08 SRL*, è destinato a produrre energia elettrica in collegamento alla rete elettrica di distribuzione.

In particolare, vengono analizzate tutte le opere elettriche, i cavi elettrici e le loro emissioni elettromagnetiche nel rispetto della salute dei lavoratori e norme vigenti.

2. Premessa

Come stabilito dalla direttiva quadro (**2013/35/UE**), tutti i datori di lavoro hanno l'obbligo di valutare i rischi derivanti dalle attività che svolgono e di adottare misure di protezione o prevenzione al fine di ridurre i rischi individuati. La direttiva relativa ai campi elettromagnetici è stata adottata per aiutare i datori di lavoro a ottemperare agli obblighi generali stabiliti dalla direttiva quadro per il caso specifico dei campi elettromagnetici sul luogo di lavoro.

Ai fini della direttiva EMF, s'intendono per «campi elettromagnetici» campi elettrici statici, campi magnetici statici e campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo con frequenze sino a 300 GHz.

I campi elettromagnetici vengono prodotti da una vasta gamma di sorgenti alle quali i lavoratori possono essere esposti sul luogo di lavoro, possono anche essere incidentali, come i campi generati in prossimità dei cavi di distribuzione dell'energia elettrica all'interno degli edifici, oppure dovuti all'impiego di apparecchiature e dispositivi elettrici. Poiché gran parte dei campi è generata elettricamente, essi scompaiono quando l'alimentazione viene interrotta.

La direttiva relativa ai campi elettromagnetici riguarda gli effetti diretti e indiretti accertati che sono provocati dai campi elettromagnetici. Gli effetti diretti sono suddivisi in effetti non termici, come la stimolazione di nervi, muscoli ed organi sensoriali, ed effetti termici, come il riscaldamento dei tessuti. Gli effetti indiretti si verificano quando la presenza di un oggetto in un campo elettromagnetico può costituire un pericolo per la sicurezza o la salute.

3. Effetti sulla salute e rischi per la sicurezza derivanti dai campi elettromagnetici

Il tipo di effetto che i campi elettromagnetici hanno sulle persone dipende in primo luogo dalla frequenza e dall'intensità; anche altri fattori, come la forma d'onda, possono essere importanti in alcune situazioni. Alcuni campi provocano la stimolazione degli organi sensoriali, dei nervi e dei muscoli, mentre altri causano riscaldamento. Gli effetti causati dal riscaldamento sono denominati *effetti termici* nella direttiva relativa ai campi elettromagnetici, mentre tutti gli altri effetti sono definiti *effetti non termici*.

È importante notare che tutti questi effetti hanno una soglia al di sotto della quale non vi è alcun rischio e le esposizioni inferiori alla soglia non sono in alcun caso cumulative. Gli effetti causati dall'esposizione sono transitori, essendo limitati alla durata dell'esposizione, e cessano o diminuiscono quando finisce l'esposizione. Ciò significa che non vi sono ulteriori rischi per la salute una volta terminata l'esposizione.

3.1 Effetti diretti

Gli effetti diretti sono i cambiamenti provocati in una persona dall'esposizione a un campo elettromagnetico. La direttiva relativa ai campi elettromagnetici prende in considerazione solo gli effetti noti che si basano su meccanismi conosciuti, ma opera una distinzione fra effetti sensoriali ed effetti sulla salute, considerati più gravi. Gli effetti diretti sono i seguenti:

- vertigini e nausea provocati da campi magnetici statici (associati di norma al movimento, ma possibili anche in assenza di movimento);
- effetti su organi sensoriali, nervi e muscoli provocati da campi a bassa frequenza (fino a 100 kHz);
- riscaldamento di tutto il corpo o di parti del corpo causato da campi ad alta frequenza (pari o superiore a 10 MHz); in presenza di valori superiori a qualche GHz il riscaldamento si limita in misura sempre maggiore alla superficie del corpo;
- effetti su nervi e muscoli e riscaldamento causato da frequenze intermedie (100 kHz-10 MHz).

3.2 Effetti a lungo termine

La direttiva non affronta le ipotesi di effetti a lungo termine derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici, dal momento che non si disponiamo attualmente di prove scientifiche solide dell'esistenza di una relazione causale.

3.3 Effetti indiretti

Effetti indesiderati possono essere provocati dalla presenza nel campo elettromagnetico di oggetti che possono determinare pericoli per la sicurezza o la salute. I rischi derivanti dal contatto con conduttori sotto tensione non rientrano nell'ambito della direttiva relativa ai campi elettromagnetici.

Gli effetti indiretti sono i seguenti:

- interferenze con apparecchiature e altri dispositivi medici elettronici;
- interferenze con apparecchiature o dispositivi medici impiantabili attivi, per esempio stimolatori cardiaci o defibrillatori;
- interferenze con dispositivi medici portati sul corpo, per esempio pompe insuliniche;
- interferenze con dispositivi impiantabili passivi (per esempio protesi articolari, chiodi, fili o piastre di metallo);
- effetti su schegge di metallo, tatuaggi, body piercing e body art;
- rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici non fissi in un campo magnetico statico;
- innesco involontario di detonatori;
- innesco di incendi o esplosioni a causa di materiali infiammabili o esplosivi;
- scosse elettriche o ustioni dovute a correnti di contatto quando una persona tocca un oggetto conduttore in un campo elettromagnetico e uno dei due non è collegato a terra.

4. Sorgenti di campi elettromagnetici

Nella nostra società moderna siamo tutti esposti a campi elettrici e magnetici generati da molte sorgenti, tra cui le apparecchiature elettriche e i dispositivi di radiodiffusione e di comunicazione. La maggior parte delle sorgenti dei campi elettromagnetici presenti nelle case e negli ambienti di lavoro produce livelli di esposizione estremamente bassi, tanto che la maggior parte delle attività lavorative comuni difficilmente causa esposizioni superiori ai livelli di azione o ai valori limite di esposizione stabiliti dalla direttiva.

Le dimensioni e l'intensità dei campi elettromagnetici prodotti dipendono dalle tensioni, dalle correnti e dalle frequenze di funzionamento delle apparecchiature o che esse generano, nonché dalla loro progettazione. Alcune apparecchiature sono progettate in modo da generare intenzionalmente campi elettromagnetici esterni. In questi casi, piccole apparecchiature a bassa potenza possono produrre notevoli campi elettromagnetici esterni. Generalmente, le apparecchiature che utilizzano correnti o tensioni elevate o che sono progettate per emettere radiazioni elettromagnetiche richiedono una valutazione aggiuntiva.

4.1 Lavoratori particolarmente a rischio

Alcuni gruppi di lavoratori sono considerati particolarmente esposti a rischi derivanti dai campi elettromagnetici. Tali lavoratori non possono essere protetti adeguatamente mediante i livelli di azione previsti dalla direttiva relativa ai campi elettromagnetici e perciò i datori di lavoro devono esaminare la loro esposizione separatamente da quella degli altri lavoratori.

I lavoratori particolarmente a rischio sono in genere tutelati adeguatamente se si rispettano i livelli di riferimento specificati nella raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio.

Tabella 1 - Lavoratori particolarmente a rischio ai sensi della direttiva relativa ai campi elettromagnetici

| Lavoratori particolarmente a rischio | Esempi |
|--|--|
| Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD) | Stimolatori cardiaci, defibrillatori cardiaci, impianti cocleari, impianti nel tronco encefalico, protesi dell'orecchio interno, neurostimolatori, codificatori della retina, pompe impiantate per l'infusione di farmaci |
| Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili passivi contenenti metallo | Protesi articolari, chiodi, piastre, viti, clip chirurgiche, clip per aneurisma, stent, protesi valvolari cardiache, anelli per annuloplastica, impianti contraccettivi metallici e tipi di dispositivi medici impiantabili attivi |
| Lavoratori portatori di dispositivi medici indossati sul corpo | Pompe esterne per infusione di ormoni |

4.1.1 Lavoratori portatori di dispositivi medici impiantabili attivi

Un gruppo di lavoratori particolarmente a rischio è quello dei portatori di dispositivi medici impiantabili attivi (Active Implanted Medical Devices, AIMD), dato che i campi elettromagnetici di forte entità possono interferire con il normale funzionamento dei dispositivi impiantabili attivi. I fabbricanti di questi dispositivi sono tenuti per legge a garantire che i loro prodotti vantino una ragionevole immunità alle interferenze e questi prodotti sono controllati periodicamente per verificare l'intensità di campo cui potrebbero essere esposti negli ambienti pubblici. Di conseguenza un'intensità di campo inferiore ai livelli di riferimento fissati nella raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio non dovrebbe incidere negativamente sul funzionamento di tali dispositivi. Un'intensità di campo superiore a tali livelli di riferimento *in prossimità del dispositivo o dei suoi sensori* (se presenti) può però causare una disfunzione, comportando un rischio per chi lo indossa.

Nella colonna 3 della *tabella 2* sono elencate situazioni in cui è richiesta una valutazione specifica per i lavoratori portatori di dispositivi impiantabili attivi, in quanto nelle immediate vicinanze del dispositivo o dei suoi sensori (se presenti) potrebbero generarsi forti campi elettromagnetici.

4.1.2 Altri lavoratori particolarmente a rischio

Per gli altri gruppi di lavoratori particolarmente a rischio (cfr. la *tabella 1*) i campi elettromagnetici di forte entità molto localizzati non presentano generalmente alcun rischio. Questi lavoratori saranno, invece, a rischio nei casi in cui è probabile che le attività lavorative generino campi superiori ai livelli di riferimento della raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio in aree ampiamente più accessibili. Situazioni comuni in cui ciò può verificarsi sono indicate nella colonna 2 della *tabella 2* e richiedono una valutazione specifica.

La *tabella 2* elenca attività lavorative in cui si è esposti a campi elettromagnetici e indica la necessità o meno di effettuare una valutazione per:

- 1) i lavoratori con dispositivi impiantabili attivi;
- 2) altri lavoratori particolarmente a rischio;
- 3) i lavoratori non particolarmente a rischio.

Le voci di questa tabella si basano sulla possibilità che in una situazione si verifichino intensità di campo superiori ai livelli di riferimento indicati nella raccomandazione 1999/519/CE del Consiglio e, in caso affermativo, sulla possibilità che tali campi siano molto localizzati.

Tabella 2 - Prescrizioni per le valutazioni specifiche dei campi elettromagnetici relative ad attività lavorative con alimentazione elettrica

| Tipo di apparecchiatura: Alimentazione elettrica | Valutazione richiesta per i | | |
|---|--|---|---|
| | Lavoratori non particolarmente a rischio (1) | Lavoratori particolarmente a rischio (esclusi quelli con dispositivi impiantabili attivi) (2) | Lavoratori con dispositivi impiantabili attivi (3) |
| 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 | Sì | Sì | Sì |
| 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 | Sì | Sì | Sì |
| Impianti elettrici con corrente di fase nominale superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici | Sì | Sì | Sì |
| Inverter, compresi quelli su sistemi fotovoltaici | No | No | Sì |
| 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 |
| Conduttori nudi aerei con qualsiasi tensione — esposizione a campi magnetici | No | No | No |
| Circuito a cavo sotterraneo o isolato, con qualsiasi tensione nominale — esposizione a campi elettrici | No | No | No |

I casi in cui viene apposto un «No» nelle tre colonne sono:

- 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
- Conduttori nudi aerei con qualsiasi tensione — esposizione a campi magnetici
- Circuito a cavo sotterraneo o isolato, con qualsiasi tensione nominale — esposizione a campi elettrici

In questi casi, per la società, non è necessario effettuare una valutazione specifica in relazione alla direttiva, dato che non dovrebbero esserci rischi di questo tipo. In genere, in queste situazioni non

sono necessari ulteriori provvedimenti. Verrà comunque effettuata una valutazione generale del rischio in conformità alle prescrizioni della direttiva quadro.

I casi in cui viene apposto un «No» nella prima e seconda colonna e un «Sì» e nella terza sono:

- Inverter, compresi quelli su sistemi fotovoltaici

Anche in questi casi per la società non è necessario effettuare una valutazione specifica in relazione alla direttiva.

I casi in cui viene apposto un «Sì» nelle tre colonne sono:

- 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
- 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
- Impianti elettrici con corrente di fase nominale superiore a 100 A — compresi cavi elettrici, commutatori, trasformatori ecc. — esposizione a campi magnetici

In questi casi, è necessaria una procedura dettagliata per la valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici, per attuare e mantenere misure di protezione e prevenzione in linea con la direttiva quadro.

5. Calcolo o misurazione dell'esposizione

5.1 Disposizioni della direttiva relativa ai campi elettromagnetici

La direttiva prevede chiaramente che i datori di lavoro debbano valutare i rischi derivanti dai campi elettromagnetici cui sono esposti i propri dipendenti sul luogo di lavoro. Nell'ambito della valutazione dei rischi la società deve identificare e valutare i campi elettromagnetici nel luogo di lavoro. Questo però non comporta necessariamente calcoli o misurazioni poiché si può tener conto dei dati sui livelli di emissione e altri dati relativi alla sicurezza forniti dal fabbricante o dal distributore.

Se i fabbricanti hanno fornito dati relativi all'esposizione o valutazioni dei rischi, sarà in genere più semplice ed economico dimostrare la conformità. Allo stesso modo, laddove dati rilevanti di valutazioni generiche sono messi a disposizione da parte di organismi governativi, organismi professionali e associazioni di categoria, quindi sarà più facile utilizzare questi dati piuttosto che effettuare valutazioni sull'esposizione.

5.2 Valutazioni sul luogo di lavoro

Se è necessario valutare l'esposizione nel luogo di lavoro, si hanno a disposizione più opzioni. In primo luogo, occorre decidere se valutare l'esposizione mediante calcoli o misurazioni. Entrambi gli approcci sono accettabili per dimostrare la conformità alla direttiva relativa ai campi elettromagnetici ed entrambi offrono numerose opzioni diverse di varia complessità.

I metodi di valutazione semplici si basano spesso su ipotesi o approssimazioni che comportano una sovrastima dell'esposizione. Di conseguenza, i metodi di valutazione più complessi daranno luogo probabilmente a distanze di conformità inferiori, ma saranno certamente più costosi in termini di tempo e denaro. Ne consegue che la scelta finale sarà determinata dalle particolari circostanze del lavoro e del luogo di lavoro.

È importante essere consapevoli che una valutazione non si limita a misurare dei campi. È importante valutare la natura del lavoro svolto per poter determinare l'ubicazione dei lavoratori. Per le frequenze per le quali è consentito il calcolo della media temporale, è altresì essenziale registrare i cicli di funzionamento dell'apparecchiatura e stimare la durata dell'occupazione delle aree.

6. Misure di protezione e prevenzione

La scelta di misure di protezione e prevenzione adeguate ad una situazione specifica si basa sull'esito della valutazione dei rischi.

6.1 Principi di prevenzione

Nella *Tabella 3* si elencano i principi di prevenzione specificati nella direttiva quadro che la società si impegna a rispettare.

Tabella 3 - Principi di prevenzione specificati nella direttiva quadro

| Principi di prevenzione |
|--|
| Evitare i rischi |
| Valutare i rischi che non possono essere evitati |
| Combattere i rischi alla fonte |
| Adeguate il lavoro all'uomo, in particolare per quanto riguarda la concezione dei luoghi di lavoro, la scelta delle attrezzature di lavoro e dei metodi di lavoro e produzione |
| Adeguarsi al progresso tecnico |
| Sostituire ciò che è pericoloso con ciò che non è pericoloso o che è meno pericoloso |
| Elaborare una politica di prevenzione coerente che integri la tecnologia, l'organizzazione del lavoro, le condizioni di lavoro, le relazioni sociali e i fattori legati all'ambiente di lavoro |
| Dare la priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale |
| Impartire adeguate istruzioni ai lavoratori |

6.2 Eliminazione del pericolo

Il metodo più efficace per controllare i rischi è quello di eliminare del tutto i pericoli, eventualmente ricorrendo ad un processo alternativo che non comporti la generazione di forti campi elettromagnetici. È chiaro, tuttavia, che ciò non sarà sempre realizzabile. Spesso non vi sarà un processo alternativo idoneo, oppure le alternative disponibili potrebbero comportare altri tipi di pericoli che comportano rischi uguali o maggiori per i lavoratori.

6.3 Ricorso a processi o apparecchiature meno pericolose

Un approccio efficace per ridurre i rischi derivanti dai campi elettromagnetici consiste nel sostituire i processi o le apparecchiature con altri che producono meno campi elettromagnetici.

6.4 Misure Tecniche

L'attuazione di misure tecniche ha il vantaggio di offrire una protezione collettiva e di combattere i rischi alla fonte. Inoltre, solitamente saranno più affidabili delle misure organizzative giacché non dipendono dall'iniziativa delle singole persone. Alcune misure tecniche, illustrate qui di seguito, possono rivelarsi efficaci nell'impedire o limitare l'accesso ai campi elettromagnetici.

6.4.1 Schermatura

La schermatura può essere un modo efficace per ridurre i campi elettromagnetici prodotti da una sorgente e spesso è incorporata nella progettazione dell'apparecchiatura al fine di limitare le emissioni. In pratica gli schermi per campi elettrici a radiofrequenza e a bassa frequenza rinchiudono la sorgente all'interno di una superficie conduttrice (una gabbia di Faraday). Questa normalmente è costituita da una lamiera o una rete metallica, ma è possibile usare anche altri materiali, come ceramica, plastica e vetro, con uno o più rivestimenti metallici oppure con una rete metallica inserita all'interno. Quest'ultimo procedimento è utile per gli sportelli qualora sia necessario controllare visivamente il processo.

Per essere efficace lo schermo dev'essere continuo. Eventuali interruzioni o giunture devono essere assai più piccole della lunghezza d'onda del campo elettromagnetico. Per questo motivo i pannelli che costituiscono lo schermo dovranno essere di norma fissati uno all'altro mediante viti o bulloni posti a distanza estremamente ravvicinata. Se è necessario rimuovere un pannello, questo dovrà essere rimontato applicando tutti i mezzi di fissaggio previsti per ridurre al minimo le fuoriuscite. Porte e pannelli di accesso sono dotati solitamente di una guarnizione di contatto per tutta la loro lunghezza. A parte eventuali interruzioni e giunture, l'efficacia della schermatura dipende dal materiale con cui è costruita, dallo spessore, dalla forma della schermatura stessa e dalla frequenza del campo.

I cavi e le altre guide di onde utilizzate per la trasmissione dei campi a radiofrequenza sono di norma schermati. Ciò serve essenzialmente a evitare l'emissione di onde radio, che provocherebbe forti perdite, ma anche a limitare l'entità dei campi ambientali. Qualsiasi perdita dell'integrità dello schermo può comportare fuoriuscite; occorre pertanto vigilare sul possibile deterioramento di giunture o gomiti.

6.4.2 Ripari

I ripari possono rappresentare un mezzo economico ed efficace per limitare l'accesso ad aree con forti campi elettromagnetici. Quando si installa un riparo in campi elettromagnetici di forte entità, è necessario scegliere il materiale del riparo in funzione del campo. Potrebbe quindi essere opportuno

utilizzare materiali non metallici. Inoltre, se si installano ripari metallici bisogna considerare il problema delle scariche di scintille e delle correnti di contatto, nonché di un adeguato collegamento di massa.

6.4.3 Interblocchi

Se per limitare l'accesso a forti campi elettromagnetici si utilizzano ripari mobili, il riparo stesso dev'essere interbloccato alla sorgente del campo elettromagnetico. Il dispositivo di interblocco controlla la posizione del riparo e impedisce la generazione del campo elettromagnetico quando il riparo non si trova in posizione di completa chiusura. Esistono vari tipi di dispositivi di interblocco, ognuno dei quali comporta vantaggi e svantaggi. La scelta del dispositivo più appropriato dipende dalle circostanze specifiche e dev'essere effettuata tenendo conto dell'esito della valutazione dei rischi.

Gli interblocchi devono soddisfare le pertinenti norme europee e devono essere installati con sistemi di fissaggio che richiedono l'utilizzo di un utensile per la rimozione.

6.4.4 Dispositivi di protezione sensibili

Laddove non sia possibile installare ripari fissi o mobili, un'altra opzione sono i dispositivi di protezione sensibili. Di questi fanno parte le barriere fotoelettriche, i dispositivi di scansione e tappeti sensibili alla pressione. Le apparecchiature possono rilevare l'ingresso o la presenza di una persona nell'area dei campi di forte entità e possono impedire il funzionamento delle apparecchiature che generano campi elettromagnetici. I dispositivi di protezione sensibili si avvalgono di una serie di tecnologie di rilevazione, la cui idoneità varia a seconda della situazione specifica. Per scegliere il sistema più adatto i datori di lavoro devono rivolgersi a consulenti esperti. In particolare, occorre tener conto del rischio di interferenze da parte di forti campi elettromagnetici.

6.4.5 Dispositivo di comando a due mani

Si può utilizzare un dispositivo di comando a due mani che richiede l'uso di entrambe le mani dell'operatore (attivazione simultanea). Ciò può rivelarsi utile per garantire che un operatore si trovi in una posizione specifica o che le sue mani restino fuori dall'area del campo di forte entità. Il dispositivo, tuttavia, non offre alcuna protezione agli altri lavoratori.

6.4.6 Arresti di emergenza

Se i lavoratori possono accedere ad ambienti potenzialmente pericolosi, è indispensabile

predisporre arresti di emergenza. Gli arresti di emergenza più conosciuti sono i pulsanti rossi a fungo. L'arresto di emergenza deve essere a risposta rapida, interrompere tutti i servizi dell'area e impedirne il riavvio prima che sia stato effettuato il resettaggio. I pulsanti degli arresti di emergenza devono essere posizionati nell'ambiente in quantità sufficiente in modo che ce ne sia sempre uno facilmente raggiungibile, e in ogni caso senza che sia necessario attraversare una zona pericolosa. Se gli arresti vengono installati in aree molto estese, conviene utilizzare interruttori a trazione di cavo piuttosto che pulsanti.

6.4.7 Misure tecniche per evitare le scariche di scintille

Le scariche di scintille possono verificarsi in forti campi elettromagnetici quando una persona tocca un oggetto conduttore il cui potenziale elettrico è diverso poiché uno dei due è collegato a terra e l'altro no. Le scariche di scintille possono essere evitate eliminando queste differenze di potenziale, mediante misure tecniche come la messa a terra degli oggetti conduttori e il collegamento dei lavoratori con oggetti di lavoro conduttori (collegamento equipotenziale). In pratica potrebbe essere difficile attuare tutte queste misure tecniche data la difficoltà di realizzare efficacemente la messa a terra o il collegamento degli oggetti mobili. Di conseguenza di solito occorre associare alle misure tecniche adeguate misure organizzative, soprattutto la formazione del personale e, se possibile, l'utilizzo di attrezzature di protezione individuale.

6.4.8 Misure tecniche per evitare le correnti di contatto

Se una persona tocca un oggetto conduttore in un campo a radiofrequenza e uno dei due non è collegato a terra, la corrente di radiofrequenza può attraversare la persona fino a terra; ciò può provocare scosse o ustioni. È possibile attuare alcune misure per limitare le correnti di contatto. Riducendo l'intensità dei campi di dispersione, si riduce l'intensità di corrente della radiofrequenza, e si possono apportare ulteriori miglioramenti mediante isolamento e essa a terra. Infine, occorre osservare che misure organizzative come la rimozione di oggetti conduttori inutili, soprattutto quelli di grandi dimensioni, ridurranno le occasioni di contatto.

6.5 Misure organizzative

In alcune situazioni potrebbe essere impossibile ridurre al minimo i rischi derivanti dai campi elettromagnetici mediante misure tecniche. In tali situazioni, il passo successivo sarà considerare l'opportunità di ricorrere a misure organizzative. Queste misure devono comunque prevedere la protezione collettiva, ma poiché solitamente dipendono dalle azioni delle persone sulla base delle informazioni disponibili, la loro efficacia sarà proporzionale alle azioni di tali persone. Le misure

organizzative svolgono comunque un ruolo importante e possono costituire la principale misura di controllo in alcune circostanze, per esempio durante la messa in servizio e la manutenzione. La scelta delle misure organizzative dipende dalla natura dei rischi e dal modo in cui è svolto il lavoro. Le misure possono comprendere la delimitazione di aree e la restrizione dell'accesso, segni, segnali ed etichette, nonché la nomina di addetti alla supervisione di aree o attività lavorative e procedure scritte.

6.5.1 Delimitazione dell'area e restrizione dell'accesso

In alcune situazioni la restrizione dell'accesso ad aree di campi di forte entità mediante misure tecniche, come i ripari, potrebbe essere di difficile attuazione. In queste situazioni si potrebbe utilizzare un ventaglio di misure organizzative per delimitare le aree in questione e imporre restrizioni all'accesso o alle attività. In generale si tratta di collocare segnali o avvisi, spesso insieme a segnaletica al suolo, per avvertire i lavoratori dei rischi e identificare le aree dei campi di forte entità.

6.5.2 Segnaletica e avvisi di sicurezza

I segnali e gli avvisi costituiscono un elemento importante di qualsiasi sistema di misure organizzative. L'efficacia della segnaletica e degli avvisi di sicurezza dipende dalla loro chiarezza e inequivocabilità. Devono essere collocati all'altezza degli occhi per ottimizzarne la visibilità. La natura del pericolo dev'essere indicata chiaramente. Pittogrammi esemplificativi rilevanti per i campi elettromagnetici vengono riportati insieme ai loro significati riconosciuti. In generale sarà opportuno aggiungere un avviso con un testo supplementare per agevolare la comprensione. Questo approccio è particolarmente importante per quanto riguarda i segnali di prescrizione che impongono di indossare calzature o guanti isolanti o conduttori.

6.5.3 Procedure scritte

Qualora sia necessario ricorrere a misure organizzative per gestire i rischi derivanti da campi elettromagnetici, queste dovrebbero essere documentate nella valutazione dei rischi affinché tutti sappiano come occorre procedere. È necessario includere:

- la descrizione di tutte le aree oggetto di restrizioni particolari all'accesso o allo svolgimento di una determinata attività;
- informazioni dettagliate relative alle condizioni di accesso ad un'area o per lo svolgimento di una determinata attività;

- i requisiti specifici di formazione per i lavoratori (per esempio la formazione richiesta per superare temporaneamente il LA inferiore);
- i nominativi di coloro che sono autorizzati ad accedere alle aree;
- i nominativi dei membri del personale responsabili della supervisione del lavoro o dell'attuazione delle restrizioni di accesso;
- l'identificazione dei gruppi specificamente esclusi dalle aree, per esempio i lavoratori particolarmente a rischio;
- i particolari relativi alle disposizioni di emergenza, se del caso.

Copie delle procedure scritte devono essere consultabili nelle aree cui si riferiscono, e devono essere distribuite a tutte le persone potenzialmente interessate.

6.5.4 Informazioni sulla sicurezza del sito

È prassi comune fornire informazioni o istruzioni sulla sicurezza a coloro che entrano nel sito per la prima volta. Se nel sito sono state identificate alcune aree in cui l'accesso o attività specifiche sono soggetti a restrizioni, sarebbe opportuno spiegarlo nelle informazioni sulla sicurezza del sito.

È particolarmente importante sottolineare se ci sono aree in cui potrebbero esserci rischi per lavoratori particolarmente a rischio. I gruppi «a rischio» riconosciuti devono essere identificati ed è opportuno raccomandare a chiunque rientri in uno di questi gruppi di informarne l'ospite. Le informazioni devono comprendere un avviso per coloro che fanno parte di questi gruppi, ricordando di prestare attenzione a ulteriori segnali di avvertimento.

6.5.5 Supervisione e gestione

La sicurezza dei campi elettromagnetici dev'essere gestita tramite la stessa struttura di gestione della salute e sicurezza di altre attività potenzialmente pericolose. Le disposizioni organizzative possono variare nei dettagli a seconda delle dimensioni e della struttura dell'organizzazione. Se i campi sono sufficientemente forti da richiedere una gestione specifica, sarà di norma opportuno nominare un membro esperto del personale per supervisionare gli aspetti giornalieri della sicurezza dei campi elettromagnetici nel luogo di lavoro.

6.5.6 Istruzione e formazione

L'articolo 6 della direttiva EMF riguarda specificamente l'offerta di informazioni e formazione ai lavoratori che potrebbero essere esposti a rischi derivanti dai campi elettromagnetici sul luogo di lavoro.

Il livello di informazioni o formazione fornito sarà proporzionale ai rischi derivanti dai campi

elettromagnetici nel luogo di lavoro.

6.5.7 Progettazione e assetto dei luoghi e delle postazioni di lavoro

I rischi derivanti dai campi elettromagnetici spesso possono essere ridotti al minimo con costi minimi o pari a zero progettando l'assetto del luogo di lavoro in generale e le singole postazioni di lavoro in particolare.

6.5.8 Adozione di procedure di lavoro adeguate

I rischi derivanti dai campi elettromagnetici spesso possono essere ridotti al minimo con costi minimi o pari a zero progettando l'assetto del luogo di lavoro in generale e le singole postazioni di lavoro in particolare.

I lavoratori devono fare attenzione ad allontanare i cavi dal loro corpo, ogni qualvolta sia possibile, soprattutto se ci sono cavi diversi per la corrente di alimentazione e di ritorno.

6.5.9 Programmi di manutenzione preventiva

Le apparecchiature che generano campi elettromagnetici saranno oggetto di un regolare programma di manutenzione preventiva e, se del caso, a ispezioni che ne garantiscono il funzionamento efficiente. La manutenzione adeguata è prevista dalla direttiva sulle attrezzature di lavoro e serve a ridurre al minimo qualsiasi aumento di emissioni dovuto al deterioramento delle apparecchiature. Anche le misure tecniche per la limitazione delle emissioni o la restrizione dell'accesso a forti campi elettromagnetici devono essere soggette a manutenzione, ispezione e controlli continui per garantirne la piena efficienza.

La frequenza di queste attività di manutenzione e ispezione dipenderà dal tipo di apparecchiature, dal modo in cui vengono utilizzate e dall'ambiente in cui sono collocate. In generale i fabbricanti delle apparecchiature specificano gli intervalli di manutenzione adeguati e queste indicazioni sono in linea di massima affidabili. Tuttavia, ambienti particolarmente critici o l'uso intensivo delle apparecchiature possono accelerare il tasso di deterioramento e in questi casi sono giustificate manutenzioni e ispezioni più frequenti.

6.5.10 Restrizione di movimento in campi magnetici statici

Il movimento in forti campi magnetici statici può comportare l'induzione di campi elettrici a bassa frequenza nel corpo che possono produrre una serie di effetti. Tali effetti possono essere ridotti al minimo limitando l'estensione e la velocità del movimento attraverso i campi. Ciò vale soprattutto per il movimento di parti del corpo, come la rotazione della testa. Con la formazione e/o la pratica, i

lavoratori possono imparare a limitare i propri movimenti, riducendo così al minimo qualsiasi effetto.

6.6 Dispositivi di protezione individuale

In base ai principi di prevenzione sanciti nella direttiva quadro la protezione collettiva dovrebbe sempre avere la priorità rispetto alle misure di protezione individuale. Talvolta, tuttavia, misure tecniche od organizzative che consentano un'adeguata protezione collettive potrebbero non essere attuabili. In questi casi può essere necessario ricorrere a dispositivi di protezione individuale.

È opportuno accertare che i dispositivi di protezione individuale indossati per altri rischi siano compatibili con la presenza di forti campi elettromagnetici. Per esempio, stivali di sicurezza con puntali in acciaio potrebbero non essere adatti in un ambiente con forti campi magnetici statici, mentre i campi magnetici a bassa frequenza, se sufficientemente forti, riscaldano il rinforzo in acciaio. Alcune tute protettive hanno delle componenti elettroniche che possono essere soggette a interferenze in forti campi elettromagnetici. Problemi simili si riscontrano con gli otoprotettori attivi.

7. Conclusioni

Dall'esame della reazione e delle interferenze tra i campi elettromagnetici e la salute dei lavoratori si può affermare che l'impianto non presenta criticità particolari e che vengono rispettate, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio, tutte le misure di prevenzione citate in linea con le norme in vigore.

8. Normativa di riferimento

Direttiva Europea 2013/35/UE del 26 giugno 2013 sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE