

Seminario

***Le novità introdotte
dall'Accordo Stato-Regioni del
7 luglio 2016 e l'evoluzione della normativa in materia di
salute e sicurezza nei luoghi di lavoro***

5 e 6 Aprile 2017
Ore 14.30 - 19,30
IIS Mattei
CASERTA

***Rischio da elettromagnetismo nelle scuole:
valutazione e autocertificazione***

Arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

Nell'ambiente che ci circonda non tutto si vede o si percepisce con i cinque sensi. A volte ci si accorge della presenza di qualche cosa, solo perché ne avvertiamo le conseguenze. Se, ad esempio, urtiamo un oggetto che si trova su un tavolo o su una mensola esso cadrà per effetto della forza di gravità. Questa forza non può essere vista, ma c'è e il suo effetto è quello di far cadere in basso un oggetto che si trova in una posizione più alta.

Nella stessa maniera noi non possiamo vedere i campi elettromagnetici, che da sempre sono presenti in natura, ma moltissime delle nostre azioni quotidiane non potrebbero essere compiute senza di loro: la radio, la televisione, i telefonini sono alcuni degli oggetti che funzionano grazie ai campi elettromagnetici.



arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

L'ELETTROMAGNETISMO NATURALE

L'uomo si è evoluto in un ambiente in cui è stato sempre presente un modesto fondo naturale di elettromagnetismo. Producono infatti onde elettromagnetiche il Sole, le stelle ed alcuni fenomeni meteorologici come i temporali.

Anche la Terra genera un campo magnetico essendo dotata di un nucleo ferroso che crea una forza magnetica in grado di attrarre oggetti metallici (avete presente l'ago di una bussola?).

il Sole		SORGENTI NATURALI
le Stelle		
i Fulmini		
la Terra		

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

SORGENTI ARTIFICIALI

Ai campi elettromagnetici di origine naturale si sono sommati, con l'inizio dell'era industriale, quelli artificiali, strettamente connessi allo sviluppo scientifico e tecnologico.

Le sorgenti artificiali più comuni sono: gli elettrodotti e, più in generale, gli impianti di distribuzione dell'energia elettrica, gli elettrodomestici, le teleradiocomunicazioni, la telefonia mobile, i sistemi di controllo dei trasporti marini ed aerei ed anche alcune applicazioni industriali e sanitarie.

la televisione		SORGENTI ARTIFICIALI
il forno a microonde		
linee ad alta tensione		
il cellulare		

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

ELETTROSMOG:

Forma di inquinamento che si crea quando le onde elettromagnetiche alterano il fondo elettromagnetico naturale. Il termine è stato coniato per indicare l'inquinamento causato dall'esposizione ai campi elettromagnetici, a seguito del recente sviluppo delle telecomunicazioni.



anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

COS'È IL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Un corpo carico elettricamente, come può essere un cavo sotto tensione, una parte di una molecola o un elettrone, è in grado di influenzare a distanza altri corpi simili. Quest'influenza si chiama campo elettromagnetico. Se la carica elettrica è ferma, si genera solo campo elettrico, se si muove, come in un filo percorso da corrente, si ha anche un campo magnetico. Quindi la presenza di corpi elettricamente carichi determina un campo elettrico che è presente, ad esempio, attorno agli elettrodotti e alle apparecchiature elettriche anche se queste sono spente (ma collegate con la spina alla linea elettrica), tale campo è originato da cariche elettriche statiche. Il campo elettrico è facilmente schermabile da parte di materiali quali i metalli, in parte il legno ma anche alberi ed edifici.

L'unità di misura del campo elettrico è il Volt/metro

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

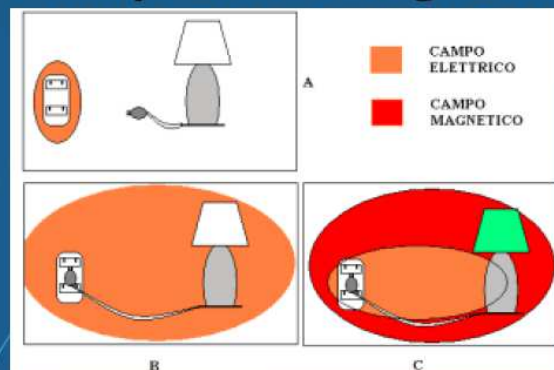
COS'È IL CAMPO ELETTROMAGNETICO

Quando si verifica un passaggio di corrente (ad esempio quando mettiamo in funzione gli apparecchi elettrici), si origina anche un campo magnetico dovuto a correnti elettriche costanti nel tempo e la cui intensità è tanto più alta tanto maggiore è l'intensità della corrente sulla linea. Questo tipo di campo può originarsi anche per effetto di un magnete naturale, in questo caso il campo è tanto intenso quanto più forte è il magnete che lo origina.

L'unità di misura del campo magnetico è il Tesla (T) o più comunemente microtesla (corrisponde a un milionesimo di Tesla) indicato come μT .

avch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



A. Spina non allacciata: solo campo elettrico generato dalla presa sotto tensione

B. Spina inserita, interruttore spento: il campo elettrico si estende alla lampada

C. Interruttore acceso: il passaggio di corrente necessaria all'accensione della lampadina genera il campo magnetico

avch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



È BENE RICORDARE CHE:

- ☐ il campo elettrico è prodotto dalla presenza di cariche elettriche
- ☐ il campo magnetico è prodotto dalla presenza di cariche elettriche in movimento (correnti), o di magneti
- ☐ il campo elettrico è facilmente schermabile da alberi, case e altri edifici in muratura, da oggetti quali il legno e metallo
- ☐ il campo magnetico non è facilmente schermabile e risulta praticamente identico fuori o dentro agli edifici
- ☐ la luce è una specifica onda elettromagnetica
- ☐ le onde elettromagnetiche sono una forma di propagazione di energia nello spazio e si propagano anche nel vuoto

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

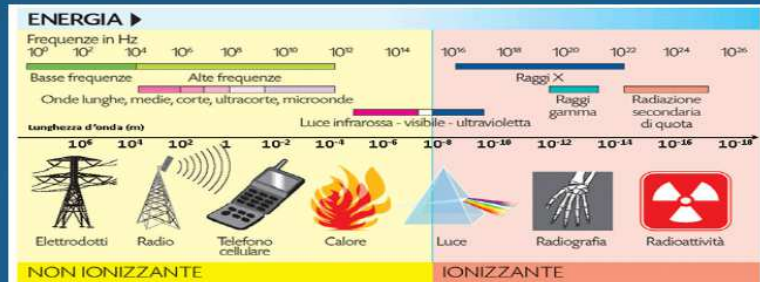


CARATTERISTICHE DEI CEM

- ☐ **Frequenza:** è una grandezza che indica il numero di oscillazioni che l'onda compie in un secondo; si misura in hertz (Hz). Spesso sono utilizzati multipli di questa unità: 1 megahertz (MHz) = un milione di hertz.
- ☐ **Intensità del campo elettrico:** si misura in Volt/metro (V/m).
- ☐ **Intensità del campo magnetico:** si misura in Tesla. Più comunemente si utilizzano i sottomultipli del tesla (1 microtesla μT = un milionesimo di tesla; 1 millitesla = un millesimo di tesla).

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



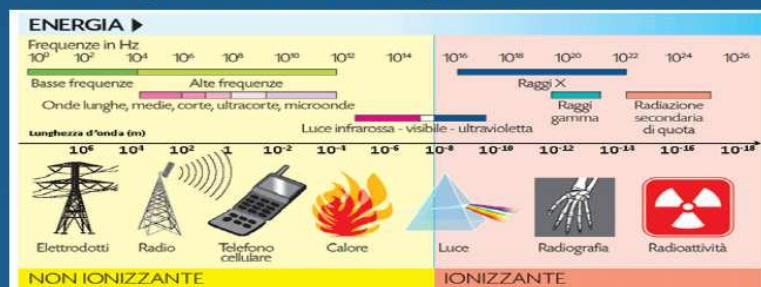
L'insieme di tutte le onde elettromagnetiche che possono essere presenti nel nostro ambiente, sia per origine naturale che indotta dall'uomo, si definisce **spettro elettromagnetico**.

Sulla base della frequenza le radiazioni possono essere suddivise in due categorie:

le **radiazioni ionizzanti** con frequenza superiore a 10^{15} Hz, che, a causa del loro elevato contenuto energetico, sono in grado di rompere i legami atomici della materia trasformando atomi o molecole, neutri dal punto di vista elettrico, in particelle cariche elettricamente, chiamate "ioni". Queste radiazioni hanno pertanto l'energia sufficiente a rompere i legami chimici del DNA cellulare;

arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



le **radiazioni non ionizzanti** con frequenza inferiore a 10^{15} Hz, che non possiedono l'energia sufficiente per modificare le componenti della materia e degli esseri viventi.

arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

Per fortuna la maggior parte delle radiazioni presenti attorno a noi appartengono al campo di quelle **non ionizzanti**, che può essere ulteriormente suddiviso in:

TIPO DI RADIAZIONI	ELF (Extremely Low Frequency, campi a bassa frequenza)	RF (Radiofrequenze, campi ad alta frequenza)
frequenza	3 Hz a 3 kHz	30 kHz a 300 GHz
chi le produce	elettrodomesti ed apparecchi elettrodomestici in genere	ripetitori radio e tv, stazioni radio base per telefonia mobile, cellulari, forni a microonde

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

LE SORGENTI "ELF" (bassa frequenza) IN CASA

Apparato elettrico	A 3 cm (μT)	A 30 cm (μT)	A 1 m (μT)
Asciugacapelli	6 - 2000	0,01 - 7	0,01 - 0,03
Rasoio elettrico	15 - 1500	0,08 - 9	0,01 - 0,03
Aspirapolvere	200 - 800	2 - 20	0,13 - 2
Lampada fluorescente	40 - 400	0,5 - 2	0,02 - 0,25
Forno a microonde	73 - 200	4 - 8	0,25 - 0,6
Radio portatile	16 - 56	1	<0,01
Forno elettrico	1 - 50	0,15 - 0,5	0,01 - 0,04
Lavatrice	0,8 - 50	0,15 - 3	0,01 - 0,15
Ferro da stiro	8 - 30	0,12 - 0,3	0,01 - 0,03
Lavastoviglie	3,5 - 20	0,6 - 30	0,07 - 0,3
Computer	0,5 - 30	<0,01	
Frigorifero	0,5 - 1,7	0,01 - 0,25	<0,01
Televisore	2,5 - 50	0,04 - 2	0,01 - 0,15

Per la maggior parte degli apparati domestici l'induzione magnetica alla distanza di 30 cm è molto al di sotto del limite per il pubblico fissato dalle linee guida e pari a 100 μT

Il campo magnetico, risulta più intenso in prossimità dell'elettrodomestico e via via diminuisce quando ci si allontana, varia inoltre a seconda della potenza del motore, della richiesta di energia e delle condizioni di funzionamento dell'apparecchiatura.

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

SORGENTI AD ALTA FREQUENZA

Tra le diverse sorgenti a radiofrequenza vi sono i sistemi di diffusione audio e video, i sistemi per le comunicazioni mobili personali (GSM, UMTS e LTE), i sistemi per l'accesso via radio (WiFi e WiMAX), i sistemi per il riscaldamento, la saldatura e l'incollaggio industriale (riscaldamento a perdite dielettriche e il riscaldamento a microonde), i sistemi per il controllo aereo e meteorologico (radar) e le terapie mediche che fanno uso dei campi elettromagnetici a radiofrequenza (radarterapia, ipertermia e marconi terapia).

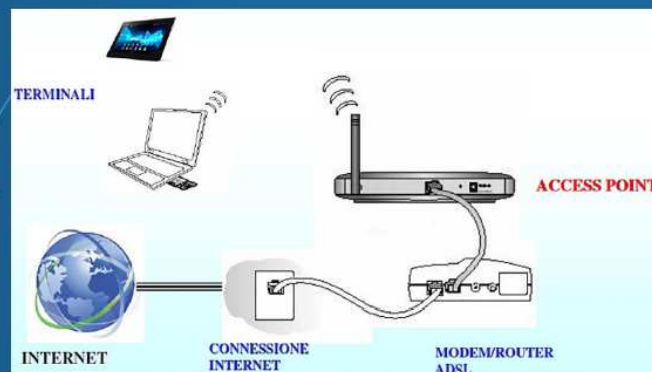


arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

LA RETE Wi - Fi

La rete wi-fi è una rete di telecomunicazioni, principalmente finalizzata a rendere disponibile la connessione a internet in banda larga, a dispositivi mobili e fissi, tramite segnali radio. Essa è composta da dispositivi di ricetrasmisione denominati **access point** (ap), che collegati a una rete cablata internet, possono inviare segnali radio all'utente, grazie a piccole antenne che irradiano il segnale permettendo così la connessione radio.



arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

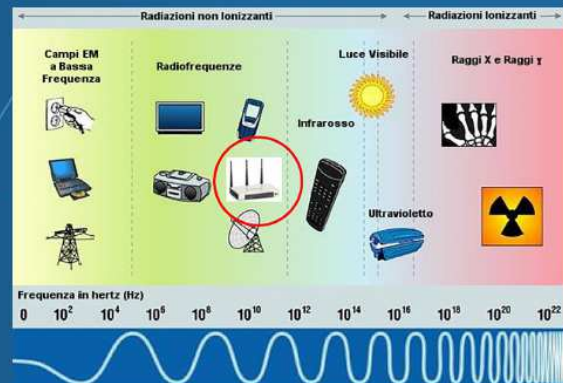
LA RETE Wi - Fi

In commercio ci sono diverse tipologie e modelli di impianti wi-fi, ma tutti comunque rispondono ai medesimi standard internazionali (ETS – ISEE) e, pertanto, hanno in generale caratteristiche emissive simili tra loro.

Gli apparati wi-fi operano essenzialmente su 2 fasce di frequenza:

$f = 2,4 \text{ ghz}$ (come quelli installati a scuola) ;

$f = 5,1 - 5,4 \text{ ghz}$



arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

LE CLASSI

Esistono varie classi di wi-fi con prestazioni diverse (standard IEEE 802.11), le principali sono:

CLASSE	VELOCITÀ DI TRASFERIMENTO
classe b	11 Mb/s
classe g	54 Mb/s
classe n	450 Mb/s
classe ac	3 Gb/s

CERTIFICAZIONE

un dispositivo, anche se conforme alle specifiche dello standard, non può utilizzare il logo ufficiale **Wi-Fi** se non ha superato le procedure di certificazione stabilite dal consorzio "wi-fi Alliance", che testa la compatibilità dei componenti con gli standard IEEE 802.11. la presenza del marchio wi-fi su un dispositivo garantisce quindi l'interoperatività con gli altri dispositivi certificati, anche se prodotti da aziende diverse.

arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



LA FATIDICA DOMANDA

Ma la diffusione del Wi-Fi può far male alla salute, come teme il preside di una scuola torinese che l'ha vietato?

No, almeno secondo quanto è noto alla scienza.

In primo luogo è stata l'Organizzazione Mondiale della Sanità (Oms) ad affermare come non vi siano evidenze scientifiche di possibili danni alla salute in seguito all'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza generati da sistemi di comunicazione Wi-Fi.

Anche il nostro Istituto Superiore di Sanità, sottolinea che i livelli di esposizione sono molto inferiori ai limiti di esposizione raccomandati a livello internazionale e a quelli in vigore in Italia che sono al 50%.

Terzo, il segnale emesso da un router Wi-Fi o da una scheda wireless installata in un personal computer è tipicamente dell'ordine dei 100 milliwatt, ben al di sotto della soglia considerabile come potenzialmente pericolosa. Basti pensare che un forno a microonde irradia una potenza di circa 1.000 watt che comunque, grazie alle norme costruttive in vigore, confinano la quasi totalità della radiazione nel vano interno.

anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



A chiarire meglio ci sono le leggi della fisica: le onde radio seguono la legge dell'inverso del quadrato. Ovverosia, ogni volta che si raddoppia la distanza dalla fonte emissiva, si riceve solamente un quarto dell'energia "prodotta". Ciò significa che se "vicino" al router Wi-Fi l'assorbimento è di 0,1 Watt (che già non fa male), a distanza di due metri si assorbiranno appena 0,025 Watt e così via. Alle normale distanze "operative", quindi, l'intensità del segnale Wi-Fi è talmente bassa da non esser fonte di alcuna preoccupazione.

Il segnale Wi-Fi viene insomma a far parte di quel normale inquinamento elettromagnetico di fondo che è generato, ad esempio, dai segnali radio e TV.

Per fare un paragone, un cellulare con una potenza tipica di 1 W crea un campo di circa 6 V/m a un metro di distanza e di 60 V/m a 10 cm., mentre un router Wi-Fi a 1 metro di distanza crea un campo di circa 0,20 - 0,51 V/m, molto al di sotto del limite stabilito dall'Italia che è 40 V/m.

Infine, le radiazioni utilizzate non sono ionizzanti: ciò significa che la lunghezza d'onda è inferiore a quella della luce (spettro ottico, visibile) ed, in questi casi, non vi sono rischi di alterazione delle molecole.

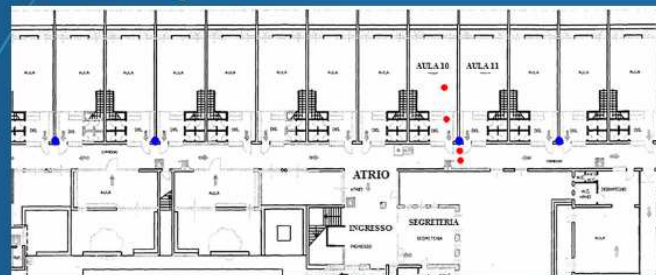
anch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

ESEMPIO DI MISURAZIONI EFFETTUATE IN UNA SCUOLA

Poiché la sorgente wi-fi (Access Point), non emette in modo continuativo, il campo elettrico generato dall'impianto non è costante nel tempo, ma varia in funzione del traffico dati che deve gestire; da ciò ne deriva che il campo elettrico sarà più elevato quando l'Access Point è collegato ad un terminale e quest'ultimo è in modalità di scaricamento (download) di dati.

Per tale ragione durante i rilievi, si è ritenuto opportuno porsi cautelativamente nelle condizioni di maggior esposizione per gli utenti, ovvero collegando uno o più apparati (anche contemporaneamente) in modalità di "download" dati continuo, ovvero scaricando un video della durata di alcuni minuti, in modo da determinare un'emissione continua mediante un flusso di dati costante e di durata significativa.



ACCESS POINT ●

PUNTI DI MISURA ●

ACCESS POINT



arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

ESEMPIO DI MISURAZIONI EFFETTUATE IN UNA SCUOLA

Punto A

Nel corridoio – tra le aule n°10 e n°11 a una distanza di 50 cm dal muro, in prossimità dell'ACCESS POINT (AP) e all'altezza di 1,50 m da terra.

2 MISURE (A1 – A2):

[A1] AP SPENTO: (fondo Elettromagnetico)

$E < 0,30 \text{ V/m} *$

[* inferiore alle sensibilità strumentale]

[A2] AP ACCESO (ma in ASSENZA di trasmissione dati – nessun dispositivo collegato) :

$E = 0,17 \text{ V/m}$



arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



ESEMPIO DI MISURAZIONI EFFETTUATE IN UNA SCUOLA

Punto B

Nel corridoio, tra le aule n°10 e n°11, a una distanza di 80 cm dal muro, in prossimità dell'ACCESS POINT (AP) e all'altezza di 1,50 m da terra.

5 MISURE (B1 – B2 – B3 – B4 – B5):

[B1] AP ACCESO (ma in ASSENZA di trasmissione dati – nessun dispositivo collegato) :

$E = 0,61 \text{ V/m}$

[B2] AP ACCESO (con TRASMISSIONE dati – 3 TABLET in corridoio collegati) :

$E = 0,69 \text{ V/m}$

[B3] AP TUTTI ACCESI (con TRASMISSIONE dati n°3 TABLET in corridoio collegati) :

$E = 0,67 \text{ V/m}$

[B4] AP TUTTI ACCESI con TRASMISSIONE dati con 1 TABLET in CORRIDOIO + 1 TABLET dentro AULA 10 + 1 TABLET dentro AULA 11: tutti collegati

$E = 1,03 \text{ V/m}$

[B5] AP TUTTI ACCESI con TRASMISSIONE dati con 1 TABLET dentro AULA 10 + 1 TABLET dentro AULA 11: tutti collegati.

$E = 0,86 \text{ V/m}$

arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici



ESEMPIO DI MISURAZIONI EFFETTUATE IN UNA SCUOLA

PUNTI C e D (interno aula n°10)

Il punto C risulta in prossimità della cattedra ad un'altezza di 1,10 mt da terra; il punto D vicino alla porta, in prossimità dell'AP, altezza di 1,50 mt da terra.

2 MISURE (C – D):

[C] AP TUTTI ACCESI (con TRASMISSIONE dati n°1 TABLET sulla CATTEDRA collegato) :

$E < 0,15 \text{ V/m}^*$

[* Inferiore alle sensibilità strumentale]

[D] AP TUTTI ACCESI (con TRASMISSIONE dati n°1 TABLET sulla CATTEDRA collegato) :

$E < 0,15 \text{ V/m}^*$

[* Inferiore alle sensibilità strumentale]

arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

CONCLUSIONI

Tutti i valori rilevati sono risultati in generale, di modesta entità.

In particolare:

- **a impianto spento**, il valore è risultato inferiore alla soglia di rilevanza dello strumento, così come all'interno della classe campione;

- **a impianto acceso**, quando veniva effettuato il trasferimento dati attraverso un tablet appoggiato sulla cattedra in modalità scarico dati continuo, valori leggermente più alti (ma comunque ben inferiori al valore di attenzione) sono stati riscontrati quando la misurazione è stata effettuata in corridoio, in prossimità dell'Access Point, e con 3 terminali attivi e in modalità scarico dati, 2 dei quali posizionati all'interno delle aule.

In questo modo, dovendo il segnale attraversare il muro divisorio tra corridoio e aula e garantire un ottimale servizio, l'AP si trova nelle condizioni di maggior emissione in corrispondenza del corridoio.

La stessa misurazione replicata però all'interno delle classi, nelle stesse condizioni di funzionamento, ha invece evidenziato livelli di campo elettrico decisamente inferiori, al di sotto pure della soglia di rilevanza strumentale, dovuto dall'effetto schermante del muro divisorio.

arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI AI SENSI DEL D. LGS. 81/08.

Il sottoscritto _____

datore di lavoro dell'Azienda _____

con sede in via _____

a _____

ai sensi di quanto previsto dall'art. 205 del D. Lgs. 81/08,

dichiara:

- di avere effettuato un censimento delle potenziali sorgenti di campi elettromagnetici;
- di aver rilevato che le attività e le condizioni di lavoro presenti in azienda rientrano nelle situazioni che la norma CEI EN 50499:2009 considera giustificabili;
- di non ritenere necessario misurare o calcolare i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori, in quanto vi è la ragionevole certezza di non superare i valori di azione previsti dall'allegato XXXVI del D. Lgs. 81/08;
- di procedere a nuova valutazione qualora dovessero mutare le attività/condizioni di lavoro e/o la normativa di riferimento.

In fede

Il datore di lavoro

Data: _____

CONCLUSIONI

In base a quanto dimostrato dall'esempio esposto, in assenza di fonti che generano indubbiamente campi elettromagnetici oltre i limiti consentiti, il datore di lavoro può autocertificare che nella sua azienda non vengono superati i valori di azione previsti dall'allegato XXXVI del D.Lgs 81/2008.

arch. Ernesto Ortega de Luna

i campi elettromagnetici

NORMATIVA

- ❑ DECRETO LEGISLATIVO 1 agosto 2016, n. 159

Attuazione della direttiva 2013/35/UE sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) e che abroga la direttiva 2004/40/CE.

- ❑ DIRETTIVA 2013/35/UE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO 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) che ha abrogato la direttiva 2004/40/CE a decorrere dal 29 giugno 2013.

- ❑ Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (electromagnetic fields) (XXth individual Directive within the meaning of Article 16(1) of Directive 89/391/EEC). COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION, Brussels, 27 September 2012

- ❑ Decreto Legislativo 81/2008 Titolo VIII, Capo I, II, III, IV e V sulla prevenzione e protezione dai rischi dovuti all'esposizione ad agenti fisici nei luoghi di lavoro: Indicazioni operative.

arch. Ernesto Ortega de Luna