

Giornata di studio su:
Compatibilità Elettromagnetica: Ricerca, Sviluppo e Ricaduta sul
Territorio



Esposizione a campi elettromagnetici negli ambienti di lavoro:
normativa, procedure ed effetti sulla salute e sicurezza dei
lavoratori



Dott. Raffaele d'Angelo

Indice:



- Cenni assicurazione obbligatoria INAIL
- Normativa di riferimento
- Valutazione dei rischi
- Esempi di valutazione
- Statistiche INAIL

Compiti INAIL



Gestione Assicurazione

- Conseguenza art. 32 Costituzione**
- Oneri a carico del Datore di lavoro**
- Gestione INAIL dal 1883, Tutela MP dal 1934**

Attività in ambito prevenzionale

- D.l.vo 242/96 (consulenza, assistenza, informazione e formazione) confermati e incrementati dal D.L. 81/08**

Malattie professionali- Art. 3 DPR 1124/65

- Rientrano nella tutela assicurativa le malattie contratte nell'esercizio e a **causa** delle lavorazioni specificate nelle tabelle allegate **manifestatesi** entro i termini previsti



DM del 09-04-2008-Nuova tabella Malattie Professionali

Le Malattie professionali per l'industria sono 85 e per l'agricoltura 24.

Tabella delle Malattie Professionali nell'Industria
Malattie, Voci di tabella, Codici ICD10, Codici M, Codici A

Malattie causate da lavori subacquei ed in camere iperbariche	80			53
	80a	T70.0	182	
	80b	T70.1	239	
<i>Altre</i>	80c	M90.3	380	
	80d			
Malattie causate da radiazioni ionizzanti	81			51a
	81a	I58	373	
	81b	H26.9	164	
	81c	D61.2	128	
	81d	C97	da 050 a 082	
<i>Altre</i>	81e	C96.9	084-085-086- 087-088	
	81f			
Malattie causate da radiazioni laser	82			51b
	82a	H35.9	161	
	82b	H18.9	169	
	82c	H26.9	164	
<i>Altre</i>	82d	I143.3	160	
	82e			
Malattie causate dalle radiazioni infrarosse	83			54
	83a	H26.9	164	
	83b	L59.0	367	
Malattie causate dalle radiazioni U.V. comprese le radiazioni solari	84			51b
	84a	L57.0	094	

Normativa di riferimento

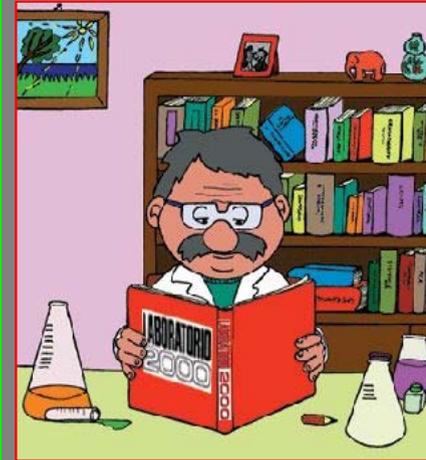
• **Art. 139 DPR 1124/1965**
“obbligo denuncia delle MP
indicate in un elenco da
approvarsi a cura”

• **DM 18/04/73 “ Elenco**
delle MP per le quali è
obbligatoria la denuncia”.



Normativa di riferimento

- **DM 18/04/73- Contenuti:**
 - ✓ **61 tipologie di malattie, distinte in:**
 - ❑ **Malattie provocate da agenti chimici (39)**
 - ❑ **Malattie della cute (2° categorie tumori cutanei ed altre affezioni cutanee)**
 - ❑ **Affezioni broncopolmonari (7 tipologie)**
 - ❑ **Malattie infettive (4 tipologie)**
 - ❑ **Malattie da agenti fisici (8 tipologie)**
 - ❑ **Malattie dovute a carenze (lo scorbuto non più presente nel nuovo al pari del “nistagmo” dei minatori)**



Normativa di riferimento

- Decreto legislativo 38/2000 art. 10 comma 4 “**l’elenco** delle malattie di cui all’art. 139 T.U. **conterrà anche liste di malattie di probabile e possibile origine lavorativa (malattie correlate al lavoro)** da tenere sotto osservazione ai **fini della revisione delle tabelle di MP** di cui art. 3 e 211 del T.U.”
- **Gli aggiornamenti dell’elenco sono effettuati con cadenza annuale** su proposta della commissione scientifica per l’aggiornamento delle tabelle delle MP (art. 10 comma 1 D.l.vo 38/2000)



Normativa di riferimento

- **Raccomandazione della Commissione Europea 2003/670/CE**

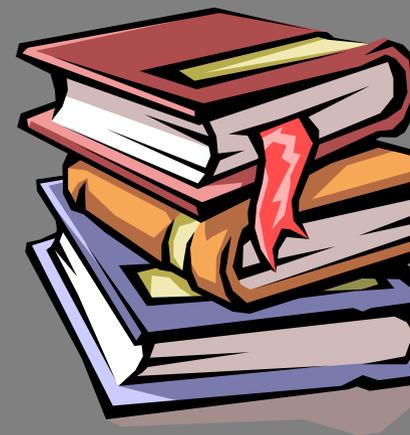
Punti Salienti:

- **Promuovere il contributo attivo dei sistemi sanitari nazionali alla prevenzione delle M.P** (sensibilizzazione del personale medico per migliorare la conoscenza e la diagnosi della malattia)
- Elenco delle **malattie direttamente connesse con la professione esercitata** (alleg. 1)
- Elenco complementare delle **malattie di sospetta origine professionale** che dovrebbero formare oggetto di una dichiarazione e che potrebbero essere in futuro inserite in allegato 1



Commissione scientifica

- Criteri seguiti per la definizione elenco:
- **Non è più possibile**, in base alle conoscenze attuali, **attribuire certezza di origine alle M.P.** per il cambiamento delle **esposizioni e dell'interazione tra causa morbigena e suscettibilità individuale** (si parla di combinazione di multifattorialità e sensibilità individuale)



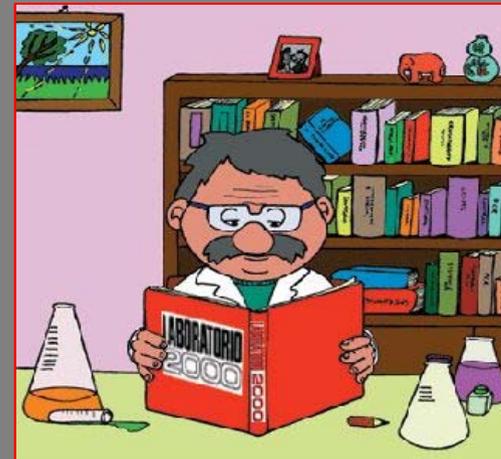
Commissione scientifica-criteri definizione elenco

- Utilizzo dei concetti di :
- **elevata probabilità** (lista I);
Limitata probabilità (lista II);
Possibilità (lista III)
- Desunti dai cinque criteri di causalità (Hill A.B., 1965):
- **Consistenza** (associazione dimostrata in più studi)
- **Forza** (la probabilità aumenta con il RR e esiste gradiente dose-effetto)
- **Specificità**
- **Temporalità** (la causa precede la malattia)
- **Coerenza** (plausibilità biologica, da valutare con vari modelli anche animali)



DM 27-4-2004

**Nuovo elenco delle MP per le
quali è obbligatoria la
denuncia all'O.d.V.**

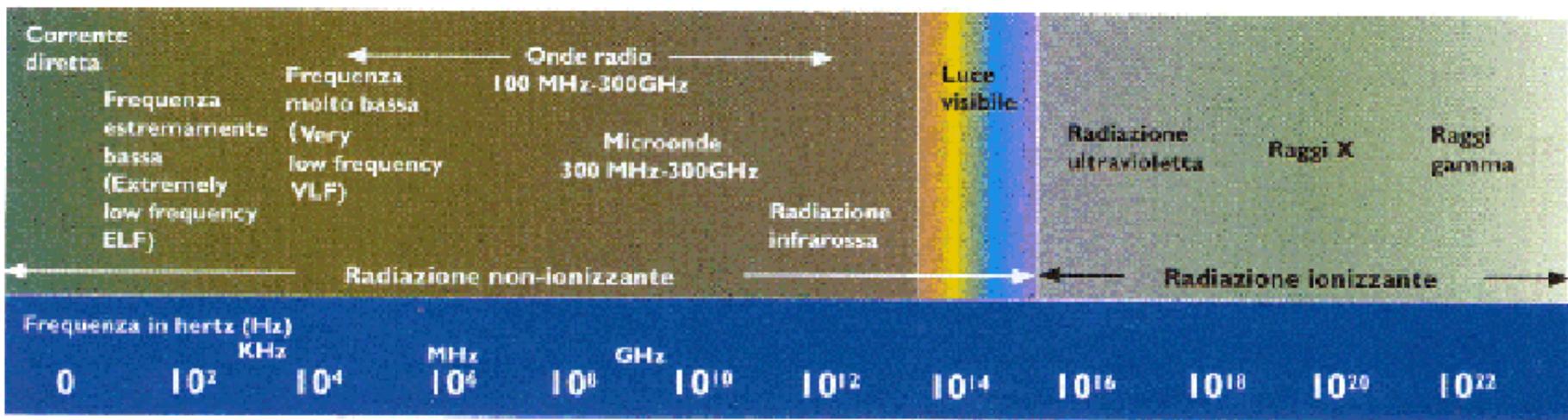
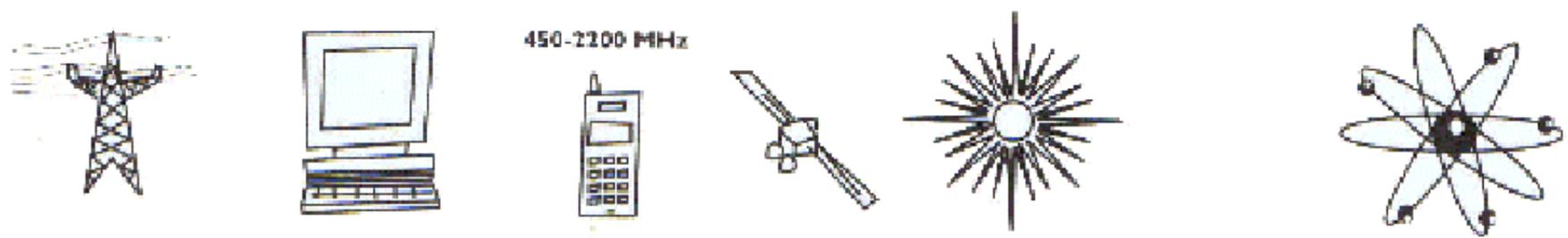


Lista I- si suddivide in 6 gruppi

- 2- Malattie da agenti fisici (11 voci contro le 8 precedenti). Novità:**
- a-Movimentazione manuale dei carichi**
 - b-Lesione dell'arto superiore da movimenti ripetitivi (attività eseguite per almeno la metà del turno di lavoro)**
 - c-Lesioni del ginocchio da microtraumi e posture incongrue (attività eseguite con continuità durante il turno di lavoro)**
 - d- Radiazioni UV, Laser, IR, RF e MO (inserita "infertilità maschile temporanea")**



Lo spettro elettromagnetico



Cosa caratterizza una radiazione non ionizzante ?

- E' una radiazione associata ad un campo elettromagnetico la cui energia non è sufficiente a rompere i legami molecolari (ionizzare) della materia con cui interagisce.

CAMPI A BASSA O BASSISSIMA FREQUENZA (ELF)

Range di frequenza: 0 – 300 Hz

Utilizzazione:

- *Generazione, distribuzione, trasformazione ed utilizzazione dell'energia elettrica (tipicamente 50 Hz)*
- *Applicazioni ad uso medico, industriale, civile e domestico*

CAMPI AD ALTA FREQUENZA E MICROONDE

Range di frequenza: 100 KHz – 300 GHz

Utilizzazione:

- *Apparati radiotelevisivi, telefonia cellulare, ponti radio, radar etc.*
- *Applicazioni ad uso medico, industriale, civile e domestico*



Tipiche sorgenti di campo elettromagnetico alle varie frequenze

Campo di frequenza	Lunghezza d'onda	Sorgente	Frequenza di lavoro	Potenze tipiche della sorgente	Distanza di riferimento dalla sorgente	Valori tipici dei campi elettromagnetici o della densità di potenza	
10 kHz – 30 kHz – VLF (Very Low Frequency) Freq. molto basse 30 kHz – 300 kHz – LF (Low Frequency) Basse frequenze	33 km 10 km	Saldatrici elettriche	10 kHz		30 cm 70 cm	2000 mT 60 mT	
		Forni ad induzione	25 kHz		0.1 – 1 m	15 – 1250 mT	
	10 km 1 km	Riscaldatori ad induzione	100 kHz		0.1 m	1 mT	
		Schermi video	400 kHz		0.5 m	1 V/m 0.1 mT	
300 kHz- 3 MHz – MF (Medium Frequency) – Medie Frequenze	1 km 100m	Trasmettitori radio in AM	525 - 1605 kHz	2-600 kW	10-300 m	1-25 V/m	
		Riscaldatori industriali ad induzione			0.1 1 m	0.2 – 12 A/m	
3 MHz – 30 MHz – HF (High Frequency) – Alte frequenze	100m 10 m	Incollatrici della-plastica	27.12 MHz	10 kW	5 m	100 V/m	5 A/m
		Presse dielettriche	27.12 MHz	1.5 kW	0.5 m	200 V/m	
		Induratrici ad induzione	27.12 MHz		0.5 m		0.5 A/m
		CB, Walkie - Talkies	27.12 MHz	5 W	0.2 m	100V/m	0.2 A/m
		Diatermia	27.12 MHz		0.5 m	< 500 V/m	



più formati
più sicuri

Tipiche sorgenti di campo elettromagnetico alle varie frequenze

30 MHz – 300 MHz – VHF (Very High Frequency) frequenze molto alte	10m 1m	Trasmettitori TV VHF	47 – 230 MHz	5 kW	50 m	< 5V/m	
		Trasmettitori radio in FM	87.5 – 108 MHz	10 kW	70 m	< 10 V/m	
300 MHz – 3 GHz – UHF (Ultra High Frequency) – Frequenze Ultra Alte	1m 10 cm	Trasmettitori TV UHF	470 – 862 MHz	10 kW	100 m	< 50 V/m	
		Stazioni Radio Base GSM	890–960 MHz 1710–1880 MHz	50 W/canale 10 W/canale	20 m 20 m	3 V/m 0.5 V/m	
		Apparecchi mobili GSM (telefonini)	890–960 MHz 1710–1880 MHz	2 W	0.1 m	10–30 V/m	
		Stazioni satellitari, sistemi di sicurezza	1.5 – 1.8 GHz		In direzione del fascio principale	8 W/m ²	
		Forni a microonde	2.45 GHz		0.05-0.3 m	0.06 – 0.6 W/m ²	
3 GHz – 30 GHz	1 cm 10mm	Sistemi di protezione antitaccheggio	0.9 – 10 GHz		In direzione del fascio principale	2m W/ m ²	
		Sistemi per il controllo del traffico aereo	1 – 10 GHz	0.2 – 20 kW	100m	0.5 – 10 m ²	
		Radar di puntamento	4-6 GHz		In direzione del fascio principale	4000 V/m 42000 W/ m ²	
30 GHz- 300 GHz	10mm 1 mm	Segnali video analogici e trasmissioni digitali	30 GHz – 55 GHz			Massima potenza di uscita prima dell'antenna: 1 W	

Effetti biologici radiazioni NIR

- ⇒ per frequenze $< 1\text{MHz}$ l'effetto biologico prevalente a breve termine è la stimolazione delle cellule elettricamente eccitabili (la corrente è la quantità che meglio caratterizza tale effetto).
- ⇒ per frequenze superiori a 1MHz è il riscaldamento, direttamente legato alla potenza assorbita, la causa certa di significativi effetti biologici a breve termine.

Effetti biologici e sanitari dei campi ELF - Letteratura

- ⇒ **Wertheimer e Leeper (1979):** tale studio condotto a Denver dimostrò un'associazione significativa tra Leucemia infantile ed una particolare configurazione di cavi elettrici, definita dalla dimensione dei cavi e dalla vicinanza delle abitazioni. Studi successivi dimostrarono un'associazione più debole. Dagli studi è possibile ipotizzare un IR=1.6 (intervallo di confidenza al 95%; 1.1 ÷ 2.1)

- ⇒ **Milhan (1982):** tale studio ha evidenziato un elevato rischio di Leucemia per i lavoratori del comparto elettrico (confermato da più di 40 studi successivi)

Effetti biologici e sanitari dei campi ELF - Letteratura

Gli ELF vengono classificati, in accordo alla codifica dello IARC in classe 2B - POSSIBILE AGENTE CANCEROGENO UMANO



E' stata osservata un'associazione significativa tra ELF e cancro, ma non è stato possibile stabilire con certezza una connessione causale (vale a dire il meccanismo di azione)

• Comba P., Grandolfo M., Lagorio S., Polichetti A., Vecchia P. - Rischio cancerogeno associato a campi magnetici a 50/60 Hz. Rapporto ISTISAN 95/29. Istituto Superiore di Sanità, Roma 1995

• Vecchia: Campi elettromagnetici- Panorama delle conoscenze. Atti del seminario "Le onde elettromagnetiche: rischi e certezze". San Marino, 28-30 marzo 2001

IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

E' RICONDUCIBILE A DUE AMBITI

➤ **LA LEGISLAZIONE NAZIONALE E COMUNITARIA**

➤ **LA NORMATIVA INTERNAZIONALE DI PROTEZIONE**

IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

LA LEGISLAZIONE COMUNITARIA

- **RACCOMANDAZIONE DEL CONSIGLIO DEL 12 LUGLIO 1999 (1999/519/CE)**
Relativa alla limitazione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 a 300 GHz
- **DIRETTIVA 2004/40/EC DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO ,
DEL 29 APRILE 2004**
*Sulle norme minime per la salute e sicurezza in relazione all'esposizione di
lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)
(diciottesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16(1) della Direttiva 391/89/EEC).*
- **DIRETTIVA 2008/46/EC del 23 aprile 2008**



IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

DECRETO LEGISLATIVO n.81 del 9 Aprile 2008

TITOLO VIII – Agenti Fisici

Capo IV – Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici

Capo V – Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a radiazioni ottiche artificiali

Allegato XXXVI – Valori limite di esposizione e valori di azione
per i campi elettromagnetici

Allegato XXXVII – Radiazioni ottiche

IL QUADRO DI RIFERIMENTO NORMATIVO

LA DIRETTIVA EUROPEA 40/2004/CE

I PUNTI PRINCIPALI

- **Stabilisce le prescrizioni minime di protezione dei lavoratori esposti a campi elettromagnetici (da 0Hz a 300GHz) durante il lavoro**
- **Riguarda i rischi dovuti agli effetti nocivi a breve termine conosciuti derivanti dalla circolazione di correnti indotte e dall'assorbimento dell'energia, nonché da correnti di contatto**
- **Non riguarda ipotizzati effetti a lungo termine.**
- **Prevede e stabilisce due tipi di valore limite**
- **Ai fini della valutazione, della misurazione e del calcolo dell'esposizione demanda al Cenelec l'elaborazione di norme europee armonizzate.**
- **Fa propri i limiti protezionistici indicati dall'ICNIRP**

I fondamenti delle norme

Al **campo interno** al corpo umano è associata una distribuzione di corrente indotta (espressa in A/m^2), ed una distribuzione di potenza assorbita SAR (misurata in Watt diviso chilogrammi, W/kg).

Una volta individuati i valori, in A/m^2 e in W/kg , oltre i quali si manifestano apprezzabili fenomeni biologici nocivi moltiplicando tali valori per un fattore di sicurezza 0.1 si ottengono i **Limiti Primari**, da non superarsi per le persone professionalmente esposte (**Lavoratori**).

Da tali **Limiti Primari per i Lavoratori**, moltiplicandoli per un ulteriore fattore riduttivo compreso tra 0.4 e 0.2, si ottengono i **Limiti Primari per la Popolazione**.

I fondamenti delle norme

- Il rispetto dei limiti primari indicati dalle norme non può essere verificato con misure, in quanto la distribuzione del campo interno è calcolabile ma non può essere determinata sperimentalmente.
- Il **campo incidente** prodotto dalla stessa sorgente in un ambiente che differisce da quello prima considerato unicamente per l'assenza del corpo umano, può essere determinato sperimentalmente.
- Esistono delle corrispondenze tra il campo incidente da una parte e campo interno, corrente (A/m^2), e potenza assorbita (W/kg) dall'altra.



I fondamenti delle norme

E' possibile individuare dei **Limiti Secondari**, espressi cioè in termini di grandezze relative al campo incidente: intensità del vettore elettrico \mathbf{E} (V/m), intensità del vettore magnetico \mathbf{H} (A/m) o del vettore magnetico \mathbf{B} (T).

Alle frequenze più elevate, le ampiezze dei vettori elettrico e magnetico sono proporzionali tra loro ed il prodotto di tali ampiezze è proporzionale alla potenza incidente per unità di superficie, misurata in W/m^2 .

I Limiti Secondari sono determinati in modo tale che il loro rispetto garantisca anche il rispetto dei limiti Primari.



GRANDEZZE DOSIMETRICHE

Grandezze fisiche che sono strettamente collegate ad effetti sanitari su corpo umano

- **SAR**, *rateo di assorbimento specifico, che esprime il rilascio di energia all'interno del corpo*
- **Densità di corrente indotta**

• *Le grandezze dosimetriche sono valutabili solo attraverso esperimenti in laboratorio o simulazioni mediante modelli matematici.*

GRANDEZZE RADIOMETRICHE

Grandezze fisiche direttamente misurabili, collegate alle dosimetriche adottando un approccio cautelativo.

- **Campo Elettrico E**
- **Campo magnetico H**
- **Induzione magnetica B**
- **Densità di potenza S**

Valori limite di esposizione
(art.188, c.1 D.L.gs. 81/2008)

Intervallo di frequenza	Densità di corrente per capo e tronco J (mA/m ²) (rms)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR localizzato (capo e tronco) (W/kg)	SAR localizzato (arti) (W/kg)	Densità di potenza (W/m ²)
fino a 1 Hz	40	-	-	-	-
1 — 4 Hz	40/f	-	-	-	-
4 — 1 000 Hz	10	-	-	-	-
1 000 Hz-100 kHz	f/100	-	-	-	-
100 kHz — 10 MHz	f/100	0,4	10	20	-
10 MHz — 10 GHz	-	0,4	10	20	-
10 — 300 GHz	-	-	-	-	50

Valori di azione

(art. 188, c.2 del D.Lgs. 81/2008)

[valori efficaci (rms) imperturbati]

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Induzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana equivalente S_{eq} (W/m ²)	Corrente di contatto, IC (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti, I _L (mA)
0 - 1Hz	-	1,63x10 ⁵	2x10 ⁵	-	1,0	-
1 - 8 Hz	20 000	1,63x10 ⁵ /f ²	2x10 ⁵ /f ²	-	1,0	-
8 - 25 Hz	20 000	2x10 ⁴ /f	2,5x10 ⁴ /f	-	1,0	-
0,025 - 0,82kHz	500/f	20/f	25/f	-	1,0	-
0,82 — 2,5 kHz	610	24,4	30,7	-	1,0	-
2,5 - 65 kHz	610	24,4	30,7	-	0,4 f	-
65 - 100 kHz	610	1 600/f	2 000/f	-	0,4 f	-
0,1 - 1 MHz	610	1,6/f	2/f	-	40	-
1 - 10 MHz	610/f	1,6/f	2/f	-	40	-
10 — 110 MHz	61	0,16	0,2	10	40	100
110 - 400 MHz	61	0,16	0,2	10	-	-
400 — 2 000 MHz	3f ^{0,5}	0,008f ^{0,5}	0,01f ^{0,5}	f/40	-	-
2 - 300 GHz	137	0,36	0,45	50	-	-



Valori limite di esposizione per i campi elettromagnetici a bassa frequenza



4 Hz- 1 kHz

$J < 10 \text{ mA/m}^2$

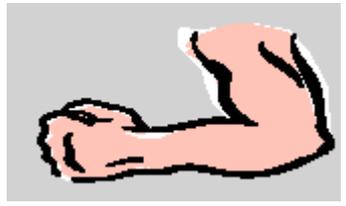
Valori limite di esposizione per i campi elettromagnetici ad alta frequenza

SAR medio sul corpo intero < 0.4 W/kg

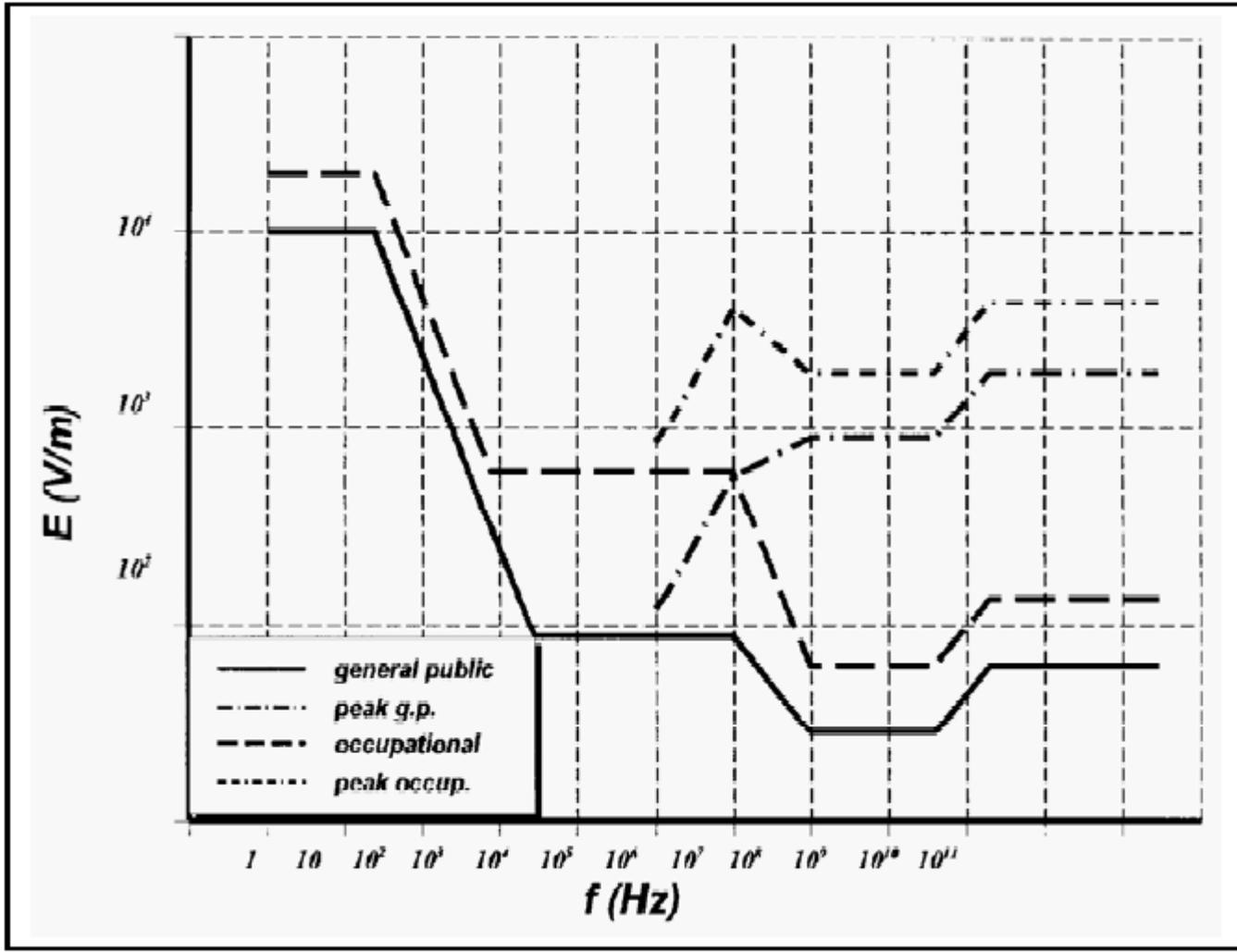


SAR locale (testa e tronco) < 10 W/kg

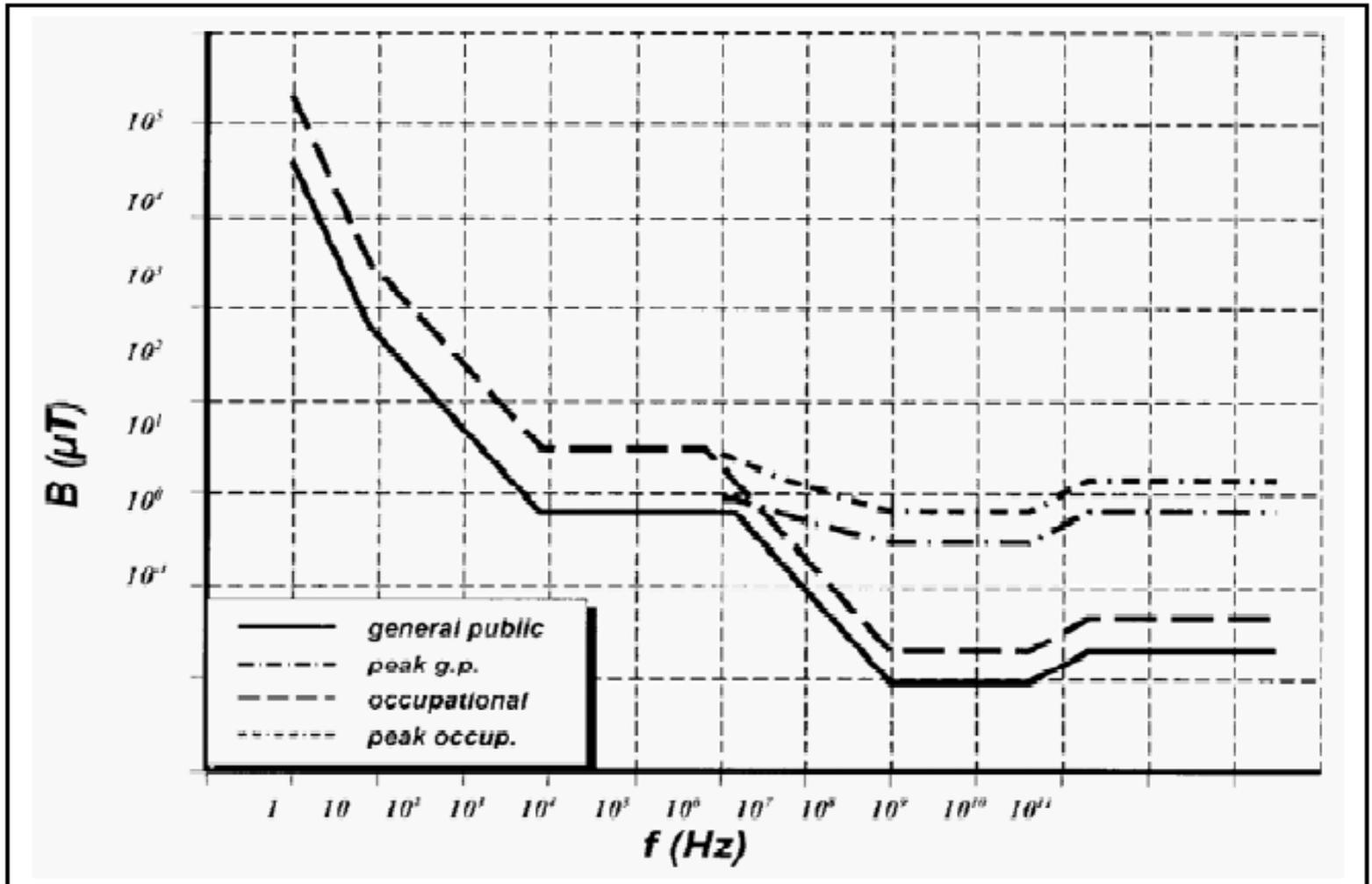
SAR locale (arti) < 20 W/kg



VALORI INDICATI DALLE LINEE GUIDA ICNIRP (E)



VALORI INDICATI DALLE LINEE GUIDA ICNIRP (B)



Titolo VIII “ Agenti fisici”

Capo IV : Campi elettromagnetici

Recepimento della direttiva europea 2004/40/CE

***L’entrata in vigore degli articoli appartenenti a
questo capo è rinviata al 30 aprile 2012***

Protezione dall'esposizione a campi elettromagnetici



D.P.C.M 8 luglio 2003: “ Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti” (G.U. n 200 del 29 agosto 2003)

Limiti di esposizione ***100 μ T, 5 kV/m***

Valori di attenzione ***10 μ T***

Obiettivi di qualità ***3 μ T***



Elettrodotti in Italia

	380 kV	220 kV	Totale	Superficie	Densità
	km di linea	km di linea	km di linea	kmq	m/kmq

	380 kV	220 kV	Totale	Superficie	Densità
	km di linea	km di linea	km di linea	kmq	m/kmq
Piemonte	814	1.081	1.895	25.399	74,6
Valle d'Aosta	130	239	369	3.263	113,0
Lombardia	1.274	2.233	3.507	23.861	147,0
Trentino Alto Adige	0	1.155	1.155	13.607	84,9
Veneto	602	1.278	1.880	18.392	102,2
Friuli Venezia Giulia	163	255	418	7.855	53,2
Liguria	194	457	651	5.421	120,1
Emilia Romagna	909	483	1.392	22.124	62,9
Italia settentrionale	4.086	7.181	11.267	119.922	94,0
Toscana	1.074	498	1.572	22.997	68,4
Umbria	71	166	237	8.456	28,0
Marche	216	175	391	9.694	40,3
Lazio	1.335	402	1.738	17.207	101,0
Italia centrale	2.696	1.241	3.937	58.354	67,5
Abruzzi	231	319	551	10.798	51,0
Molise	45	28	73	4.438	16,5
Campania	571	679	1.250	13.595	92,0
Puglia	1.012	158	1.170	19.362	60,5
Basilicata	194	99	293	9.992	29,3
Calabria	394	184	578	15.080	38,3
Sicilia	252	1.539	1.792	25.708	69,7
Sardegna	301	550	851	24.090	35,3
Italia meridionale e insulare	3.000	3.558	6.558	123.063	53,3
ITALIA	9.782	11.980	21.762	301.338	72,2
<i>di cui in cavo</i>	<i>9</i>	<i>406</i>			



30.000 km AT + 300.000 km MT + 700.000 km BT > 1.000.000 km linee

Tipologie di elettrodotti a 380 kV e 220 kV

1 terna trinata

$$V_n = 380 \text{ kV}$$

$$I_{\max} = 1500 \text{ A}$$

$$P_{\max} = 1000 \text{ MVA}$$

doppia terna trinata

$$V_n = 380 \text{ kV}$$

$$I_{\max} = 2 \times 1500 \text{ A}$$

$$P_{\max} = 2000 \text{ MVA}$$

1 terna singola

$$V_n = 220 \text{ kV}$$

$$I_{\max} = 550 \text{ A}$$

$$P_{\max} = 210 \text{ MVA}$$

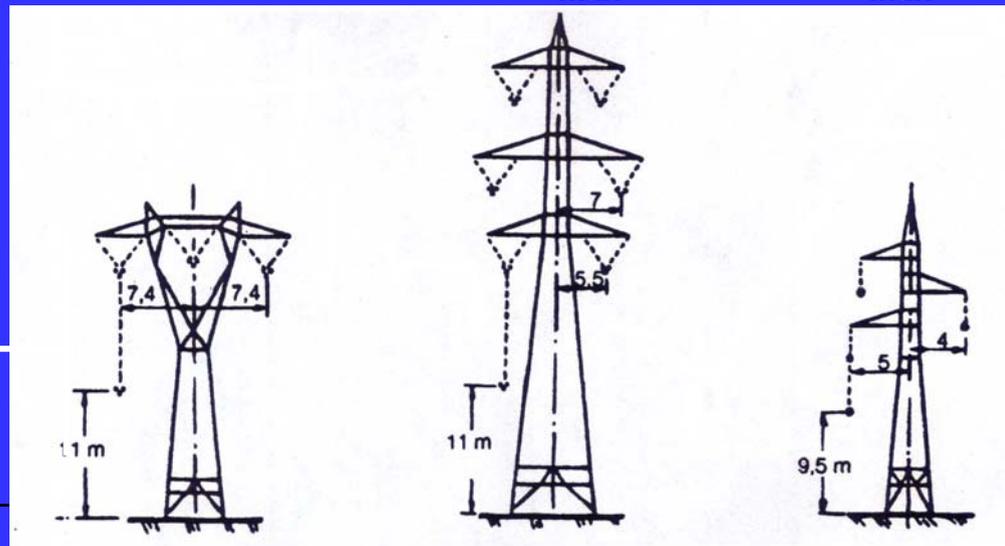
Linea 380 kV

Semplice terna – binata $I_{\max} = 1000 \text{ A}$ $P_{\max} = 660 \text{ MVA}$

Semplice terna – trinata $I_{\max} = 1500 \text{ A}$ $P_{\max} = 1000 \text{ MVA}$

Doppia terna – binata $I_{\max} = 2000 \text{ A}$ $P_{\max} = 1320 \text{ MVA}$

Doppia terna – trinata $I_{\max} = 3000 \text{ A}$ $P_{\max} = 2000 \text{ MVA}$



Tipologie di elettrodotti a 380 kV e 220 kV

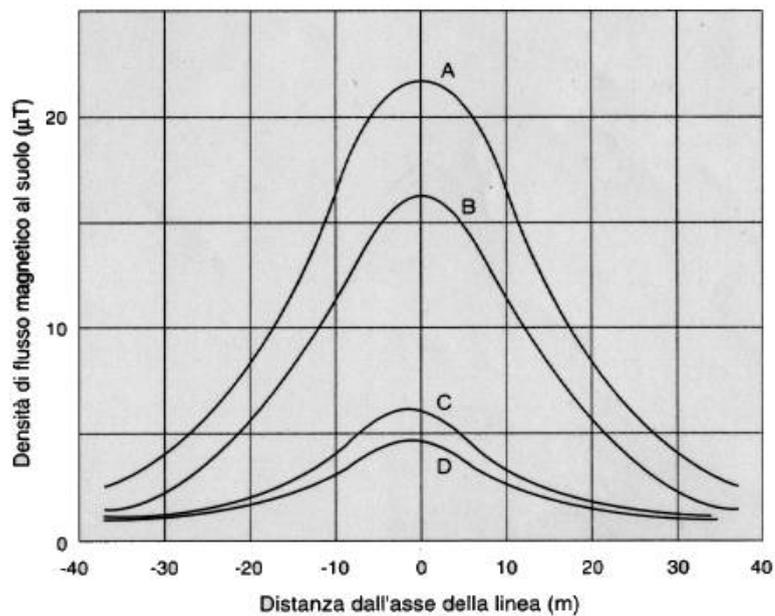
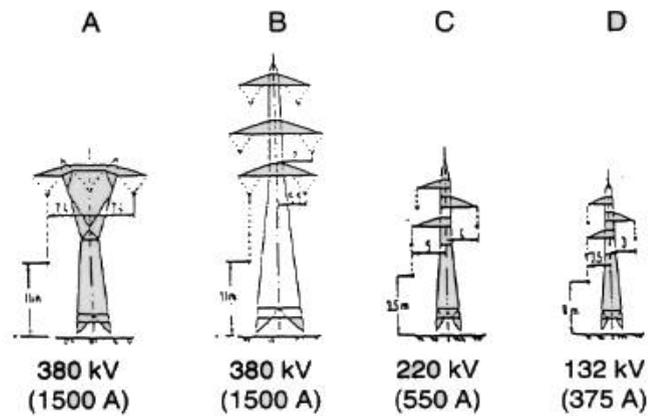


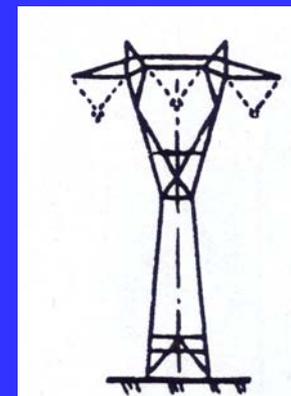
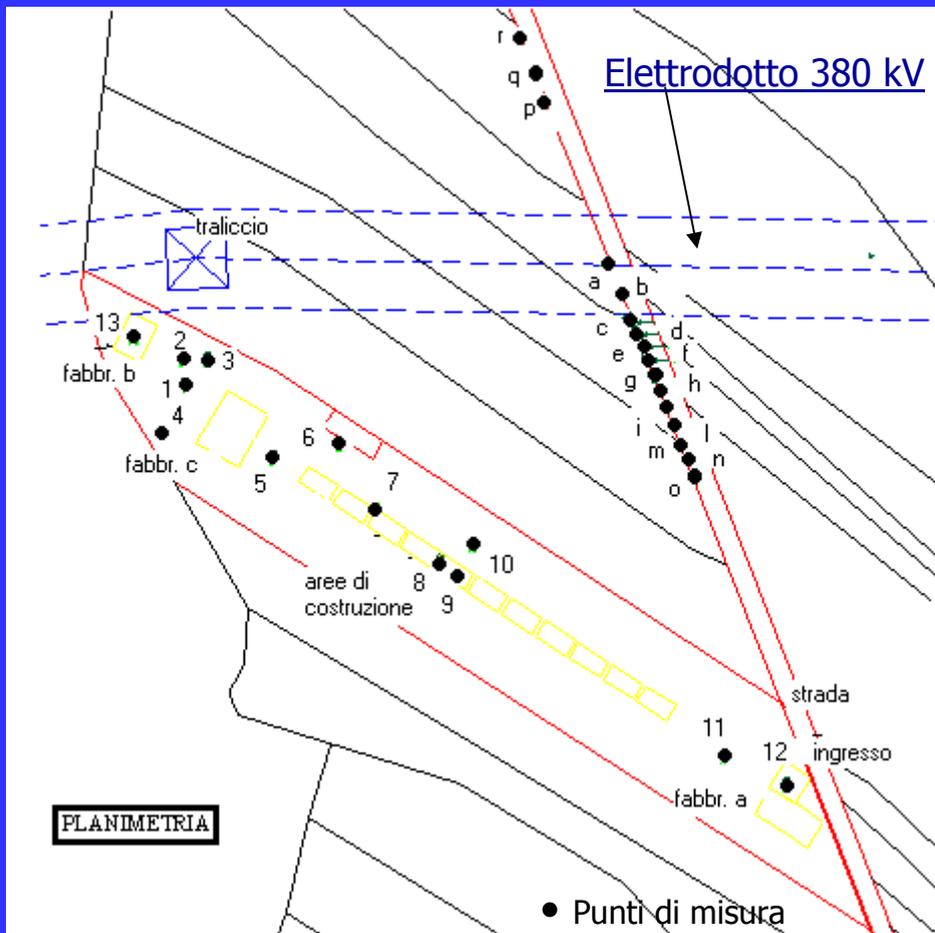
Figura 2



1° Caso: singola linea

Misure effettuate in prossimità di un elettrodotto a 380 kV.

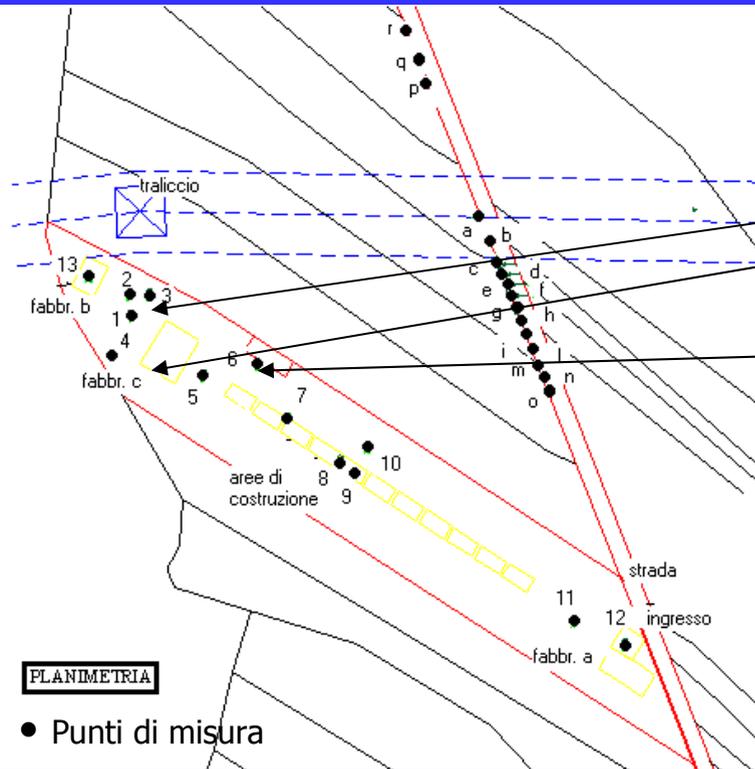
Area industriale in cui è stata svolta la campagna di misura



Traliccio 380 kV
1 terna trinata,
H ~ 45m
campata alta



Risultati delle misure - rilievi puntuali



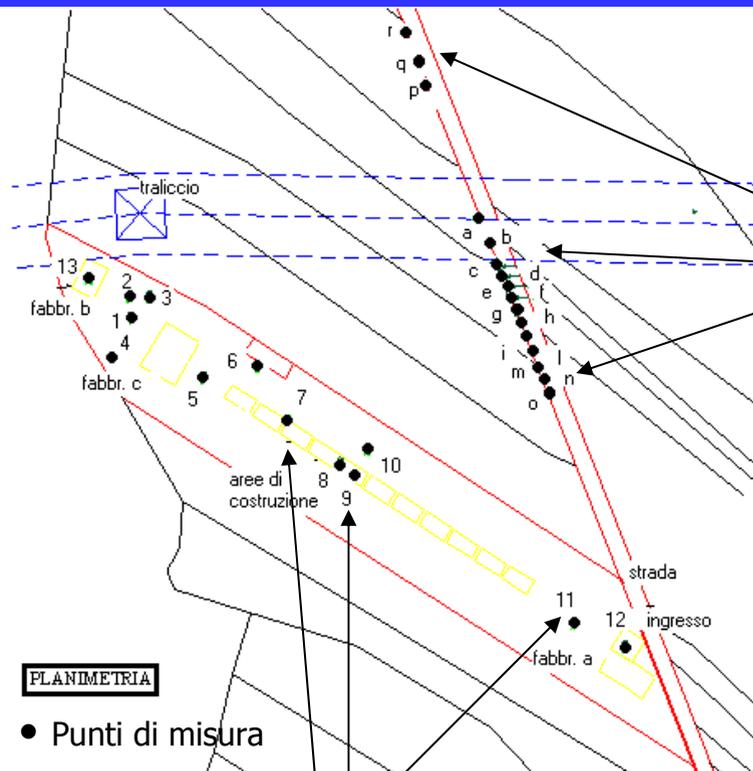
I rilievi di tipo puntuale sono stati effettuati: nell'area compresa tra il fabbricato B e il fabbricato C (punti 1, 2, 3 e 4 nella planimetria), nel piazzale antistante il fabbricato C (punto 5) e nell'area adibita ad un'attività produttiva (punto 6):

Tutte le grandezze riportate nelle tabelle e nei grafici sono da intendere come valori RMS

Punti	E RMS V/m	E min V/m	E max V/m	E x V/m	E y V/m	E z V/m	B long [y] μT	B trasv [x] μT	B RMS μT
1	666	659	671	142	157	633	0,047	0,395	0,553
2	284	281	285	33	39	279	0,257	0,29	0,559
3	573	565	575	129	149	549			0,58
4	146	114	275	87	60	130			0,55
5	775	611	785	151	192	744	0,055	0,392	0,408
6	395	390	395	51,5	27,5	383,5			0,46



Risultati delle misure - rilievi puntuali



lungo la strada d'accesso al sito (punti a, b, c, d, e, f, g, h, i, l, m, n, o, p, q, r) allo scopo di valutare la distribuzione spaziale dei campi in un'area sgombra da strutture metalliche quali quelle presenti nell'area di studio:

Punti	Distanze dalla linea	Erms V/m	Emin V/m	Emax V/m	Ex V/m	Ey V/m	Ez V/m	Blong [y] μT	Btrasv [x] μT	Brms μT
a	0	301	300	303	62	69	289	0,67	0,6	0,66
b	4	496	488	499	75	115	477	0,07	0,1	0,66
c	8	794	788	799	144	190	759	0,1	0,19	0,63
d	9	871	866	874	162	214	829	0,11	0,22	0,64
e	10	939	935	942	178	235	884	0,13	0,22	0,63
f	11	1013	1005	1013	193	265	952	0,13	0,27	0,62
g	12	1074	1068	1079	198	280	1013	0,13	0,30	0,61
h	13	1132	1126	1137	218	282	1074	0,14	0,30	0,59
i	14	1179	1176	1184	232	291	1118	0,13	0,31	0,59
l	15	1230	1224	1234	242	300	1163	0,15	0,33	0,59
m	18	1331	1324	1339	276	329	1258	0,13	0,38	0,56
n	20	1337	1271	1343	284	327	1271	0,14	0,39	0,55
o	22	1311	1306	1319	290	328	1236	0,08	0,39	0,51
p	26	1324	978	1330	240	231	1267	0,46	0,04	0,5
q	30	1281	1249	1289	281	347	1201	0,24	0,38	0,47
r	36	697	652	700	155	158	661	0,1	0,2	0,3

nell'area adibita ad attività produttive (punti 6, 7, 8, 9, 10, 11)

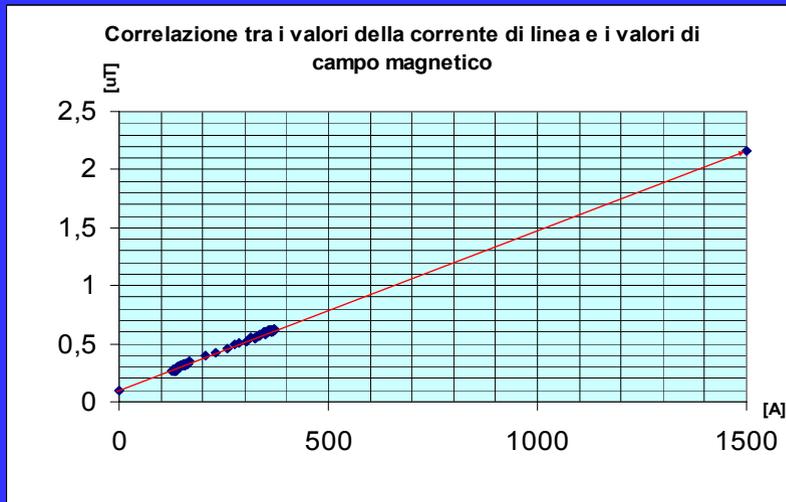
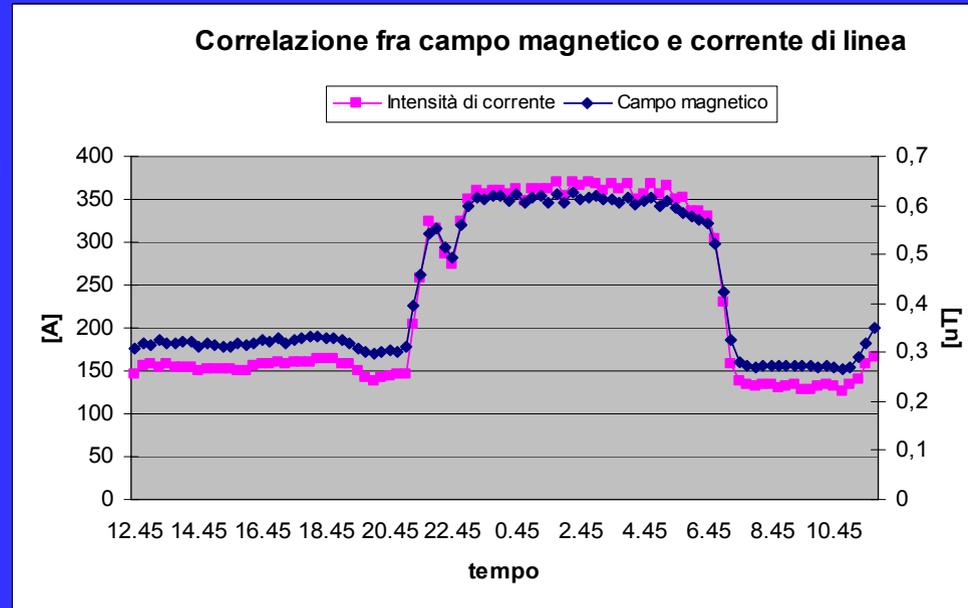
Altezza dal suolo	E RMS V/m	E min V/m	E max V/m	Ex V/m	Ey V/m	Ez V/m	B long [y] μT	B trasv [x] μT	B RMS μT
1,5	361	138	1432	19	38	353	0,053	0,167	0,182
2,4	462	455	465			370			0,184
2,4	284	326	331	159	47	281			0,139
4,7	284	283	285	129					0,1387
1,5	367	364	370						
1,5	275	273	276	60	66	260	0,03	0,07	0,1

Misure di tipo continuo

La misura di tipo continuo è stata effettuata impostando lo strumento affinché effettuasse l'acquisizione del valore di campo magnetico ogni 60 secondi. I dati sono stati in seguito elaborati in modo tale da ottenere il valore RMS del campo magnetico ora per ora.

Tali misure sono state seguite dalle ore 12:40 del giorno 03/04/01 alle ore 12:40 del giorno successivo all'interno del "Fabbr. B" situato nelle immediate vicinanze di un traliccio.

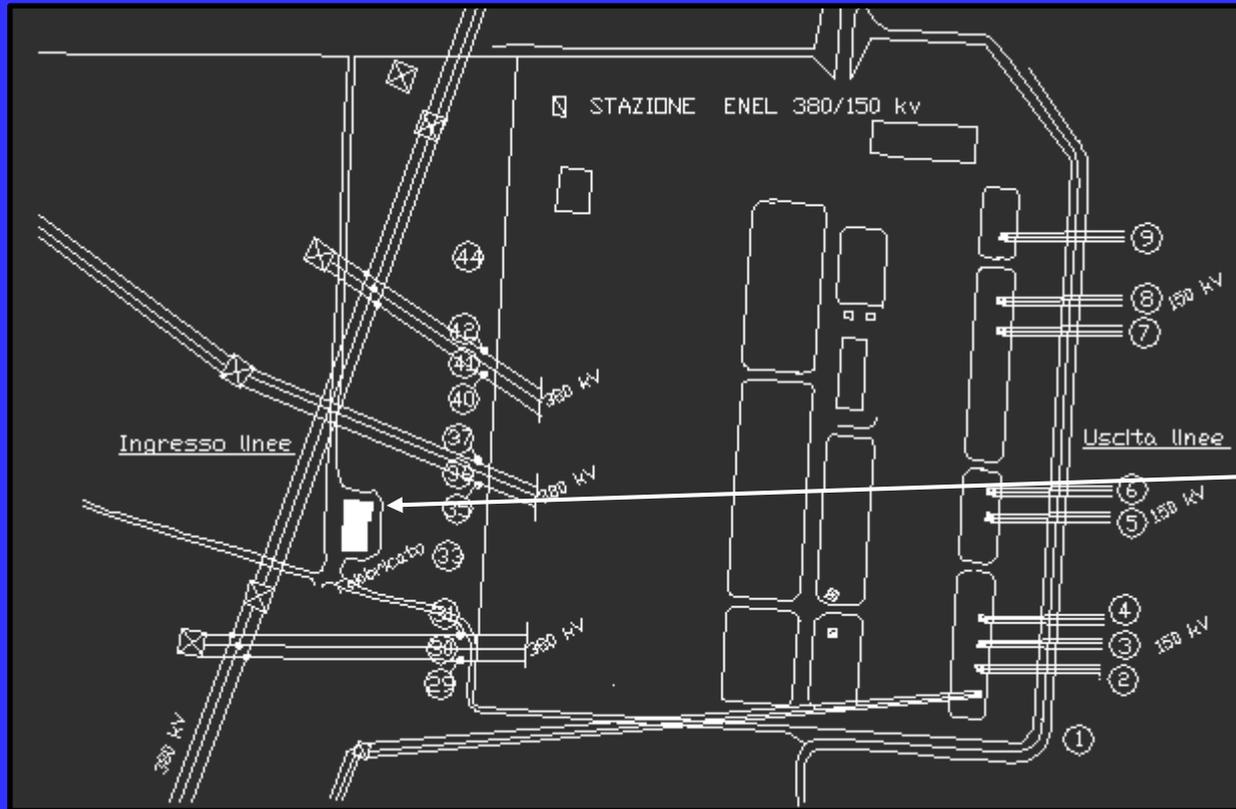
Il campo magnetico in tale caso è risultato essere pari a circa $0,3 \mu\text{T}$ dalle ore 9 alle ore 22, e di valore circa doppio dalle ore 22 alle ore 9 (fig. a lato).



In base ai dati forniti dal Gestore della Rete Trasmissiva Nazionale nello stesso periodo di tempo delle misure, è possibile osservare un andamento della corrente in stretta correlazione con i valori misurati di campo magnetico

2° Caso: geometria complessa

Misure effettuate in prossimità di una stazione elettrica 380/150 kV.

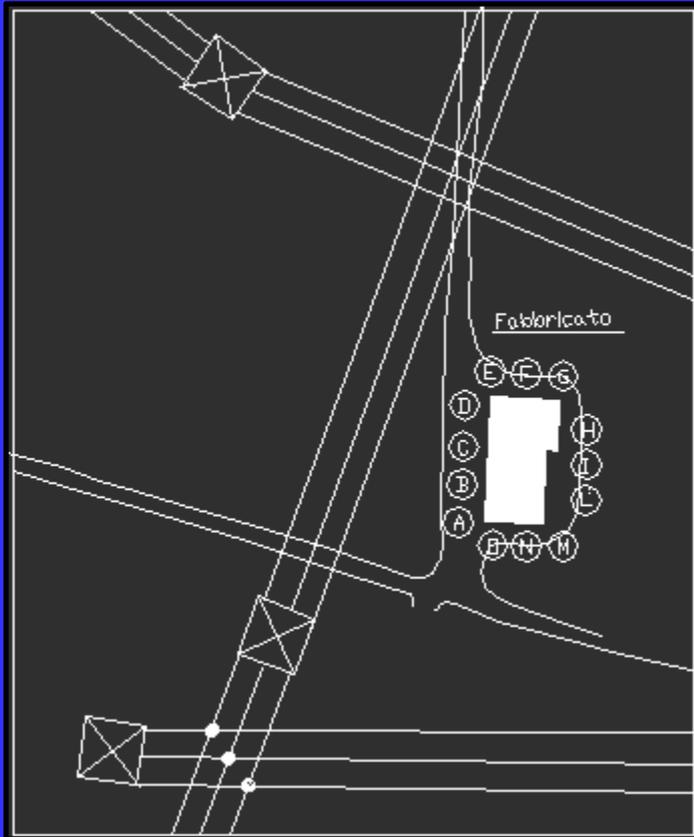


L'area ove insiste la stazione elettrica è un'area con destinazione agricola a coltura di viti per la produzione del vino; in prossimità della stazione a circa 50 m è ubicato un fabbricato di due piani: il piano terra è utilizzato come deposito di attrezzi agricoli e macchinari per la lavorazione delle uve, mentre il piano superiore è destinato a civile abitazione



Descrizione del sito

Misure effettuate in prossimità di una stazione elettrica 380/150 kV.



La posizione del fabbricato è particolare, infatti come risulta dalla planimetria il fabbricato è letteralmente circondato da elettrodotti confinando sui tre lati, ad una distanza di circa 25-30 m, con tre linee a 380 kV.

Software per il calcolo della Massima intensità di H

CEI 211-4 : legge di Biot – Savart

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{d} \vec{u}_I \times \vec{u}_r$$

$$\tilde{B}_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i \tilde{I}_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

$$\tilde{B}_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i \tilde{I}_i \left[\frac{x - x_i}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2} \right]$$

ove \tilde{B}_x e \tilde{B}_y rappresentano i fasori delle componenti spaziali del campo magnetico rispetto l'asse x ed y, ed \tilde{I}_i il fasore della corrente nel conduttore i-esimo

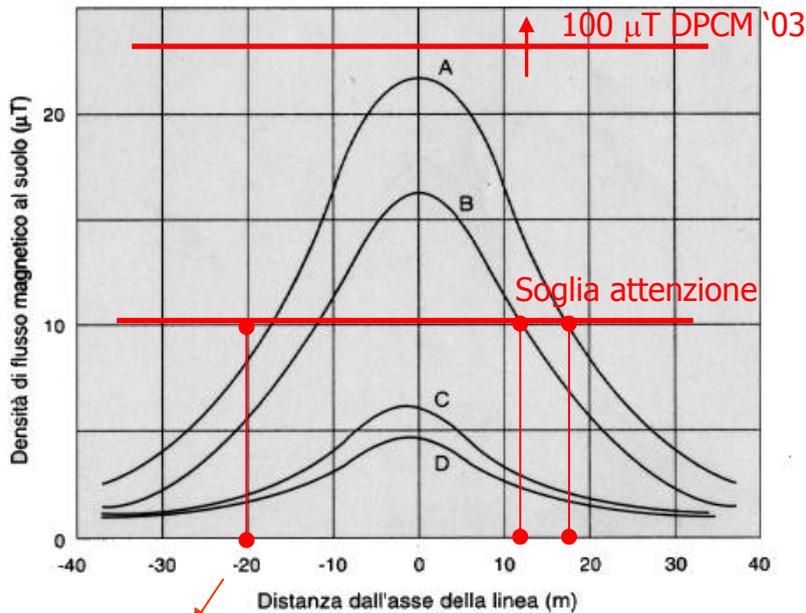
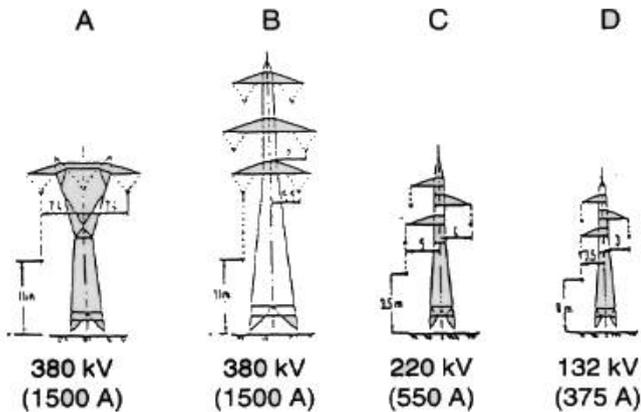
Punto	Tabella calcolo	Campo magnetico stimato	Campo magnetico misurato	Errore percentuale
N	N		(μT)	%
12	1	0.63	0.62	1,6
19	2	1.14	1.18	3,4
28	3	1.00	0.94	6.4
06	4	0.63	0.68	7.3
25	5	0.50	0.53	5.7
04	6	0.78	0.82	5.1

- Il valore max di H determinato sotto il conduttore centrale per I max su tutte e tre le linee risulta pari a 15 (μT)

Punto	Tabella calcolo	Campo magnetico stimato	Campo magnetico misurato	Errore percentuale
N	N		(μT)	%
12	1	0.63	0.62	1,6
19	2	1.14	1.18	3,4
28	3	1.00	0.94	6.4
06	4	0.63	0.68	7.3
25	5	0.50	0.53	5.7
04	6	0.78	0.82	5.1

- Il valore max di H determinato sotto il conduttore centrale per I max su tutte e tre le linee risulta pari a 15 (μT)

Conclusioni



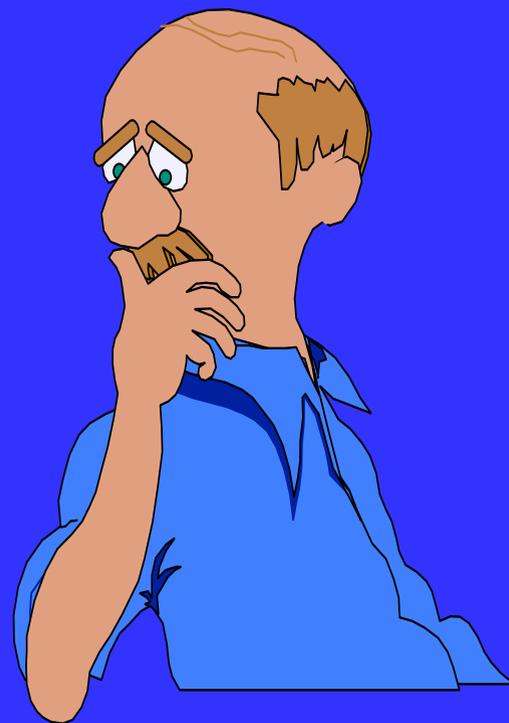
Servitù elettrodotto Figura 2

1. Il limite di $100\mu\text{T}$ del DPCM del 2003 non sarà mai raggiunto da nessun elettrodotto.
2. La soglia di attenzione di $10\mu\text{T}$, fissata dal DPCM interessa solo gli elettrodotti a 380 kV per distanze massime che vanno da c.a 11 a c.a 19 m
3. Per meglio capire la differenza esistente tra un limite di qualità di $0,2\mu\text{T}$ e $3\mu\text{T}$ in termine di oneri di risanamento, basti pensare che per un elettrodotto a 380 kV a singola terna trinata sarebbe necessario un corridoio di rispetto per i $0,2\mu\text{T}$ pari a circa 250m (si osservi che attualmente le fasce oggetto delle servitù di elettrodotto concesse dall'ente che esercisce gli impianti di distribuzione ai proprietari dei fondi sono larghe 35-40m). Diversamente la soglia di $3\mu\text{T}$ ridurrebbe le fasce di rispetto a circa 70m (e quindi di circa $\frac{1}{4}$ rispetto i $0,2\mu\text{T}$).

Valutazione rischio ELF popolazione

➤ **misurazione di campo elettrico e di induzione magnetica generati:**

- ❑ 20 linee AT,
- ❑ 3 cabine di trasformazione primaria AT/MT
- ❑ 10 cabine di trasformazione MT/BT.



Valori di intensità di induzione magnetica e di campo elettrico misurati presso le cabine di trasformazione primarie AT/MT

Sito di misura	N. di mis. per sito	Range di induzione magnetica (Min-Max) (μT)	Valore medio Induz. Magnetica (μT)	Range di campo elettrico (V/m)	Valore medio intensità campo elettrico (V/m)
Montepino I (Bn)	15	0.8-1.6	1.2	600-3500	900
Caivano (Na)	15	0.7-1.7	1.3	500-3400	850
Gricignano (Ce)	15	0.6-1.1	0.8	300-3200	870

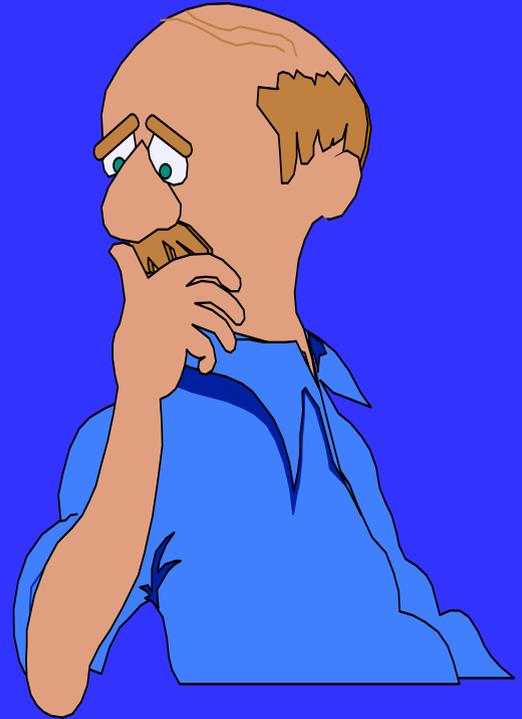
Valori di intensità di induzione magnetica e di campo elettrico misurati presso le cabine di trasformazione primarie MT/BT

Sito di misura	N. di mis. per sito	Range di induzione magnetica (Min-Max) (μT)	Valore medio Induz. Magnetica (μT)	Valore medio intensità campo elettrico (V/m)
Montesarchio (Bn)	15	0.1-0.6	0.2	<10
Teverola (Ce)	25	0.1-0.7	0.6	<10
Cava dè Tirreni (Sa)	15	0.1-0.8	1.1	<10

Valutazione rischio ELF popolazione

➤ Conclusioni

esposizione della popolazione sostante per più di quattro ore giornaliere nei pressi di tutti gli impianti oggetto della presente indagine è inferiore ai limiti fissati dalla normativa vigente ed è anche inferiore ai livelli di attenzione ed agli obiettivi di qualità definiti dalla stessa normativa. In alcuni casi, è stato raggiunto e superato il valore di $0.4 \mu\text{T}$ per il campo magnetico che, secondo le più recenti metanalisi, starebbe ad indicare un incremento significativo della probabilità di insorgenza di leucemie infantili.

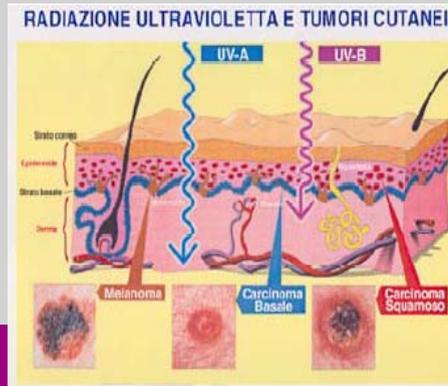


Principali patologie da esposizione



Rischi da esposizione a radiazioni ultraviolette

***Principali effetti: cutanei
(abbronzatura, eritema, dermatite, lesioni precancerose,
carcinoma della pelle) –
oculari (congiuntivite, cheratite, cataratta)***



Principali patologie da esposizione



Rischi da esposizione a radiazioni infrarosse

Effetti oculari (congiuntivite, cataratta)

Principali patologie da esposizione



Rischi da esposizione a radiofrequenze e microonde

Principali effetti e disturbi:

***Termici - Oculari: cataratta - Disfunzioni tiroidee –
Disturbi neurologici - Interferenza sui pacemakers***

Principali patologie da esposizione



Rischi da esposizione a laser

Principali effetti e disturbi:

*Termici - Oculari: cataratta - Disfunzioni tiroidee –
Disturbi neurologici - Interferenza sui pacemakers*

La valutazione dei rischi



- **È effettuata in conformità alle norme di buona tecnica ed alle buone prassi**
- **È effettuata con cadenza almeno quadriennale da personale qualificato**
- **È aggiornata ogni qual volta si verificano mutamenti che potrebbero renderla obsoleta, ovvero quando i risultati della sorveglianza sanitaria rendano necessaria la sua revisione**
- **Può includere una giustificazione del datore di lavoro secondo cui la natura e l'entità dei rischi non rendono necessaria una valutazione più dettagliata**

Misure di prevenzione e protezione



Sono adottate a seguito della valutazione dei rischi e servono a :

- 1. Prevenire il superamento dei valori limite di esposizione per i lavoratori professionalmente esposti,***
- 2. Prevenire il superamento dei livelli di riferimento ICNIRP per la popolazione nel caso di soggetti con controindicazione assoluta;***
- 3. Ridurre l'esposizione a valori minimi tecnicamente conseguibili.***

Misure di prevenzione e protezione



Per prevenire esposizioni superiori ai valori limite il Datore di Lavoro elabora ed applica programmi di azione che comprende misure tecniche e organizzative tenendo conto:

- altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione a campi elettromagnetici;***
- della scelta delle attrezzature che emettono campi elettromagnetici di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere;***
- delle misure tecniche per ridurre le emissioni;***
- degli appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni;***
- della limitazione della durata delle esposizioni;***
- della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale***

Obblighi del Datore di Lavoro



Se non è possibile “giustificare” il Datore di Lavoro valuta, misura o calcola i livelli di campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori.

La Valutazione, la Misurazione e il Calcolo devono essere effettuati in conformità alle norme europee standardizzate del Comitato europeo di normalizzazione elettrotecnica (CENELEC) tenendo conto di:

Esposizione simultanea a campi di frequenza diversa

Valori limite di esposizione e valori di azione

livello, spettro di frequenza, durata dell'esposizione

Qualsiasi effetto indiretto (interferenze con attrezzature, innesco di dispositivi elettro-esplosivi...)

Attrezzature di lavoro alternative

Disponibilità di azioni di risanamento

Informazioni fornite dalla Sorveglianza Sanitaria

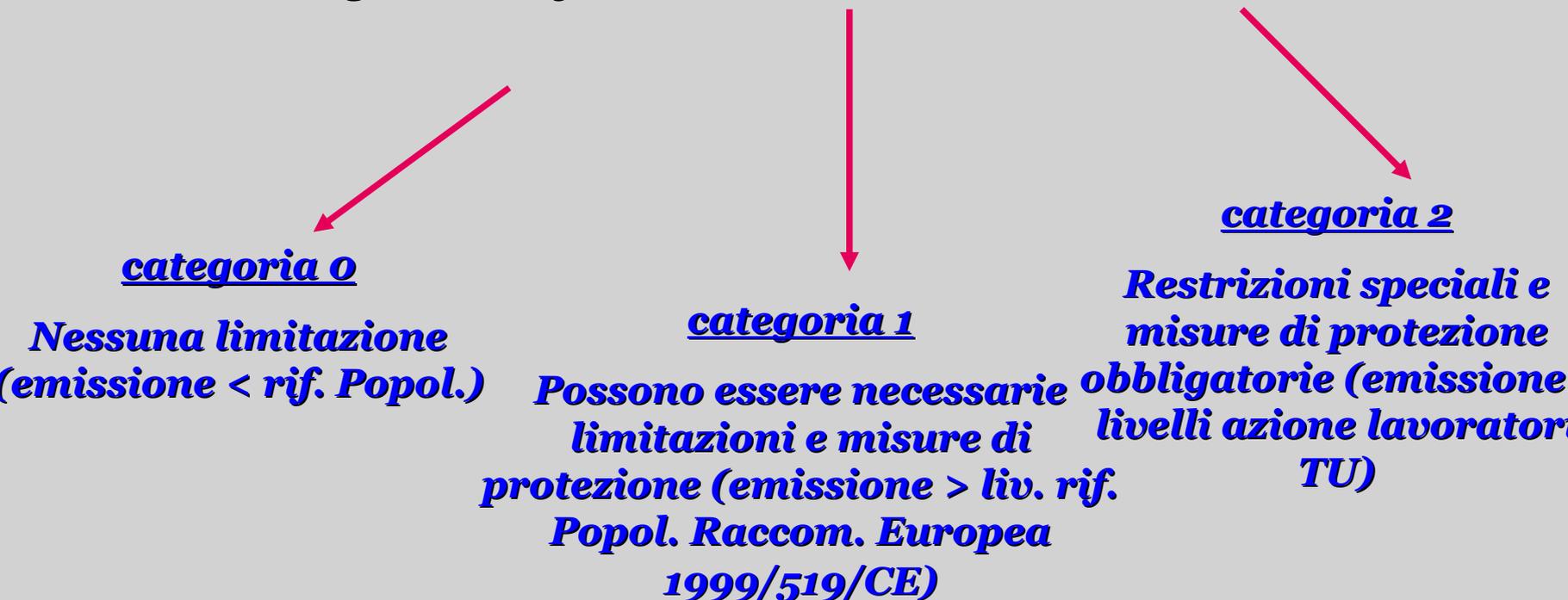
Sorgenti multiple di esposizione

DPR 495/96 Direttiva Macchine



La norma di riferimento per la valutazione e riduzione dei rischi generati dalle radiazioni emesse dal macchinario è la UNI EN 12198-1 del 2002.

3 categorie in funzione dell'emissione CEM



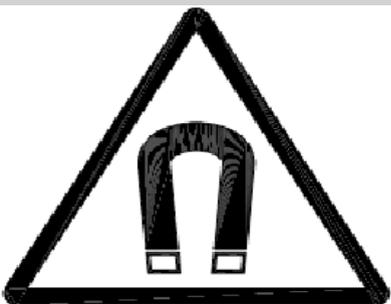
DPR 495/96 Direttiva Macchine



Le macchine rientranti nella categoria 1 e 2 devono essere certificate

La marcatura deve comprendere:

- 1. Segnale di sicurezza rappresentante il tipo di emissione di radiazione***
- 2. Il numero di categoria***
- 3. Il riferimento alla norma EN 12198***



Emissione di campo magnetico
Categoria 1
(EN 12198)



Emissione elettromagnetica
Categoria 2
(EN 12198)

Sorveglianza Sanitaria



Secondo il D.Lgs.81/08, la Sorveglianza Sanitaria è effettuata periodicamente , di norma una volta l'anno o con periodicità inferiore decisa dal medico competente con speciale riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio tenuto conto dei risultati della valutazione dei rischi trasmessi dal datore di lavoro.

Devono essere tempestivamente sottoposti a controllo medico i lavoratori per i quali è stata rilevata un'esposizione superiore ai valori di azione stabiliti dal Titolo VIII capo IV del Testo Unico sulla sicurezza

Sorveglianza Sanitaria



Nel caso in cui la Sorveglianza Sanitaria riveli in un lavoratore un'alterazione apprezzabile dello stato di salute correlata ai rischi lavorativi il datore di lavoro provvede a:



sottoporre a revisione la valutazione dei rischi



sottoporre a revisione le misure predisposte per eliminare o ridurre il rischio



tenere conto del parere del medico competente nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio

Esempi



I DATI INAIL (2004 – 2008) - Malattie professionali denunciate e definite Gestione industria, commercio e servizi

	INDENNIZZATE				NON INDENIZZATE		TOTALE
	Inabilità temp.	Inabilità Perm.	Morte	Totale	Totale	Di cui grado 1-10%	
2004							
Cataratta	0	2	0	2	13	4	15
MP non tab.	411	2582	76	3069	16216	2457	19285
Totale	609	3853	670	5132	19997	3519	25129
2005							
Cataratta	0	1	0	1	7	3	8
MP non tab.	373	3005	89	3467	16448	2504	19915
Totale	496	4140	730	5366	19587	3300	24953
2006							
Cataratta	1	4	0	5	14	6	19
MP non tab.	455	3214	99	3768	16186	2344	19954
Totale	559	4315	728	5602	19169	3052	24771
2007							
Cataratta	0	2	0	2	10	3	12
MP non tab.	436	3809	73	4318	16570	2550	20888
Totale	524	5046	626	6196	20054	3249	26250
2008							
Cataratta	0	0	0	0	7	2	7
MP non tab.	443	4532	44	5019	15778	2765	20797
Totale	527	5725	479	6731	19250	3393	25981

Esempi



“CATARATTA da RAGGIANTI”

I DATI INAIL (2004 – 2008) - Malattie professionali denunciate e definite
Gestione industria, commercio e servizi

EMILIA ROMAGNA

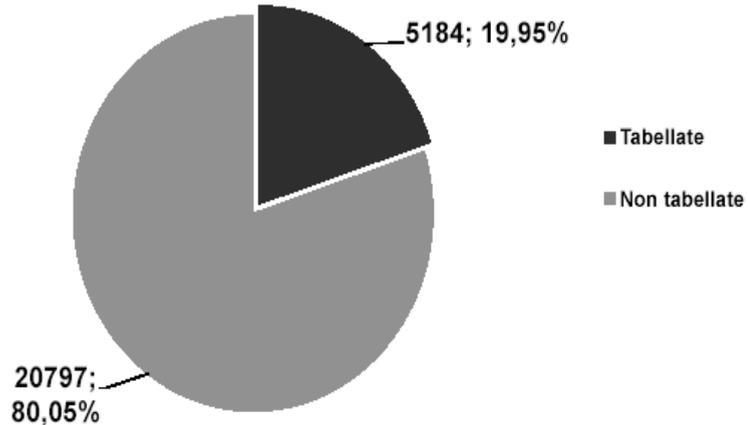
	INDENNIZZATE				NON INDENNIZZATE		TOTALE
	Inabilità temp.	Inabilità Perm.	Morte	Totale	Totale	Di cui grado 1-10%	
2004	0	0	0	0	1	1	1
2005	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	2	0	2	1	1	3
2007	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0

Esempi



I DATI INAIL (2004 – 2008) - Malattie professionali denunciate e definite
Gestione industria, commercio e servizi

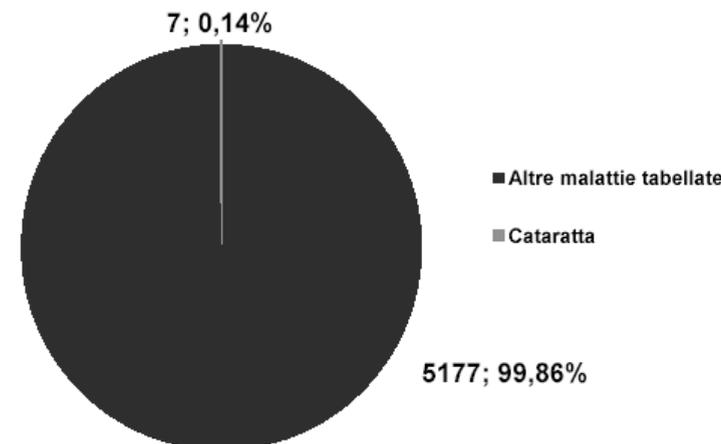
2008



“CATARATTA da RAGGIANTI”

I DATI INAIL (2004 – 2008) - Malattie professionali denunciate e definite
Gestione industria, commercio e servizi

2008



Conclusioni



Alcune attività lavorative possono dare luogo ad elevate esposizioni a campi elettromagnetici molto superiori alle esposizioni della popolazione generale con possibili rischi per la salute dei lavoratori.

Il rispetto delle esistenti normative assicura la prevenzione dei rischi accertati scientificamente