

Incontro pubblico relativo alla realizzazione
dell'elettrodotto Würmlach - Somplago.
Tolmezzo, 19 aprile 2018

Campi elettrici e magnetici a 50 Hz generati dalle linee elettriche ad alta tensione e rischi per la salute

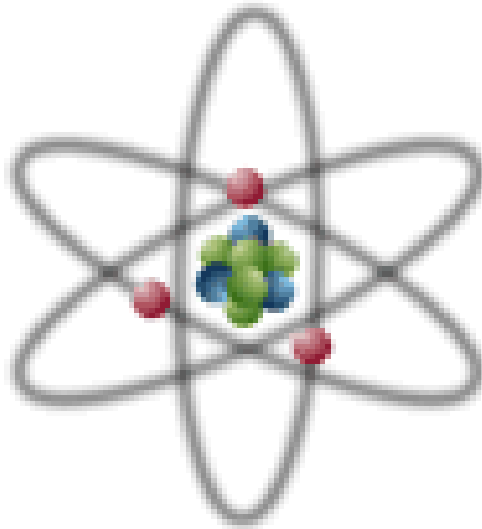
Alessandro Polichetti

*Centro Nazionale per la Protezione dalle
Radiazioni e Fisica Computazionale
Istituto Superiore di Sanità, Roma*

alessandro.polichetti@iss.it



La materia, compresa quella di cui è composto il corpo umano, è costituita di particelle cariche elettricamente (protoni, elettroni).



Le cariche elettriche interagiscono tra loro grazie ai campi elettrici e magnetici.

Il campo elettrico:

- 1) è generato da cariche elettriche
- 2) esercita forze su cariche elettriche

Si misura in volt al metro (V/m).

Il campo magnetico:

- 1) è generato da cariche elettriche in movimento
- 2) esercita forze su cariche elettriche in movimento.

Si misura in ampere al metro (A/m) ma spesso si utilizza l'unità di misura dell'induzione magnetica Tesla (T) e i suoi sottomultipli.

1 mT = un millesimo di Tesla

1 μ T = un milionesimo di Tesla

1 nT = un miliardesimo di Tesla

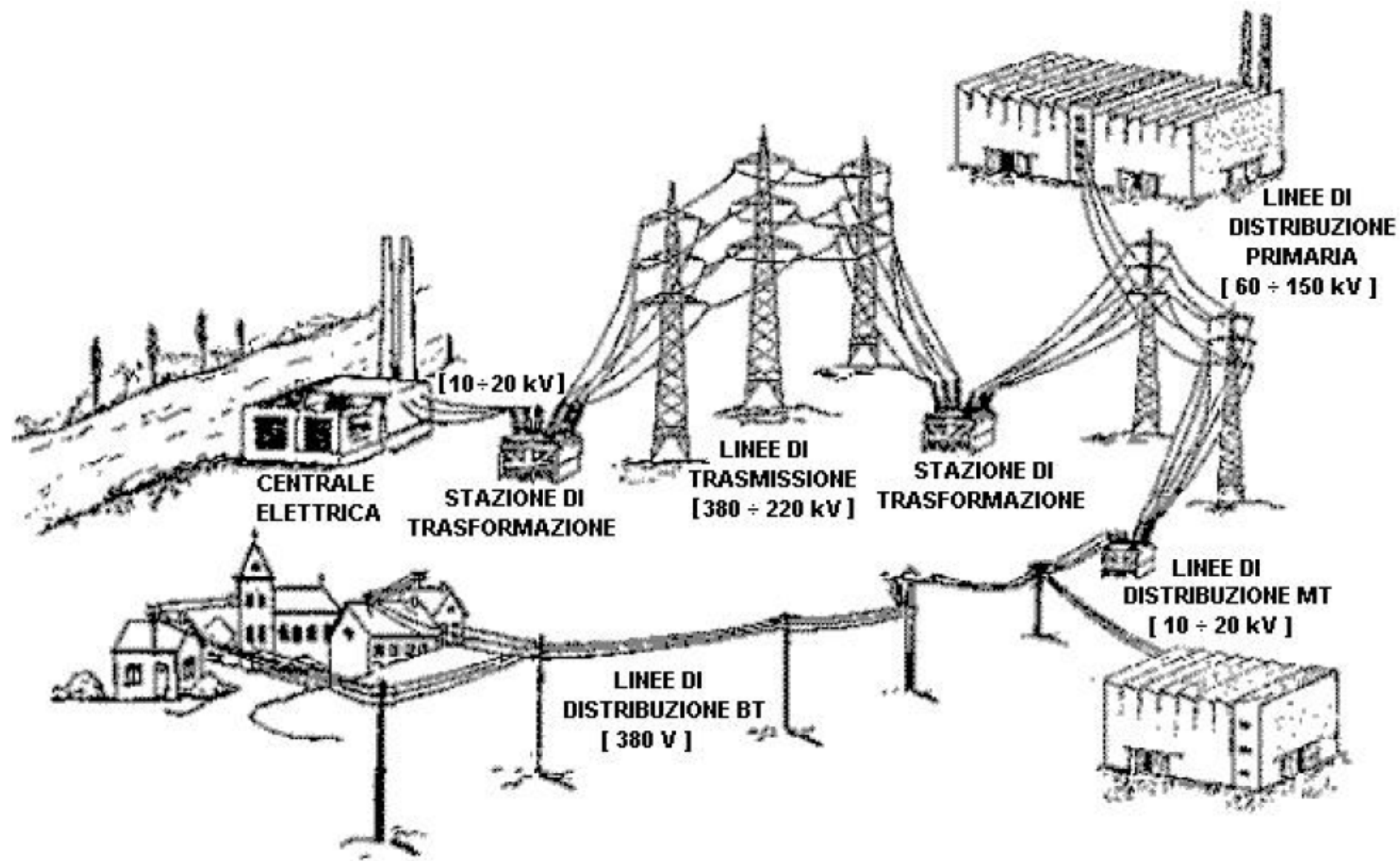
La rapidità di variazione è indicata, per campi oscillanti, per mezzo della frequenza, pari al numero di oscillazioni nell'unità di tempo, misurata in hertz (Hz):

1 Hz = 1 oscillazione al secondo

50 Hz = 50 oscillazioni al secondo

1 MHz = un milione di oscillazioni al secondo

1 GHz = un miliardo di oscillazioni al secondo



Le linee elettriche producono sia campi elettrici che campi magnetici.

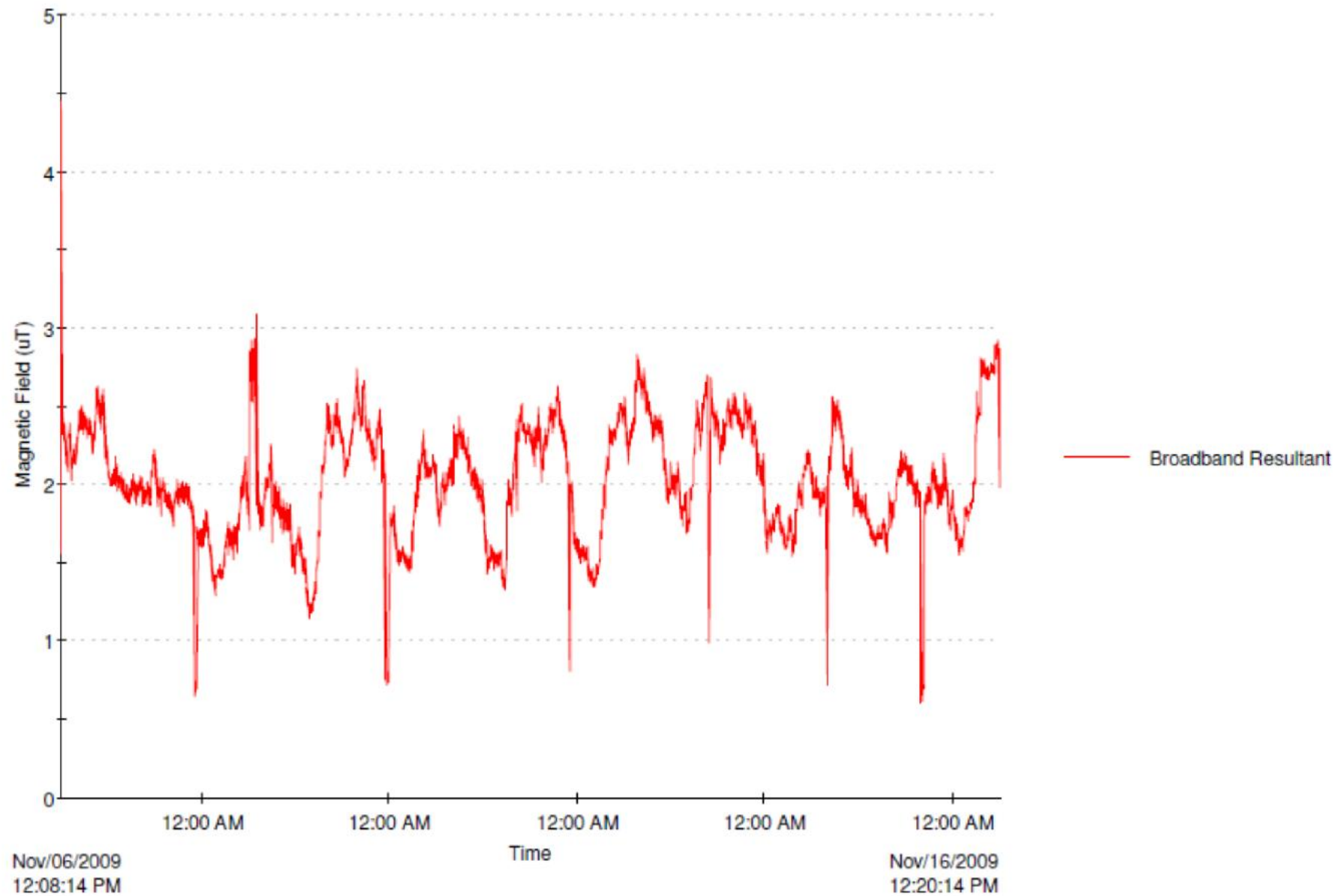
Il campo elettrico dipende dalla tensione della linea (kV) ed è costante.

Il campo magnetico dipende dalla corrente trasportata dalla linea (A) dipendente a sua volta dal consumo di energia elettrica.

Sia il campo elettrico che il campo magnetico diminuiscono con la distanza dalla linea.



Risultati misure prolungate in San Giacomo degli Schiavoni



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).

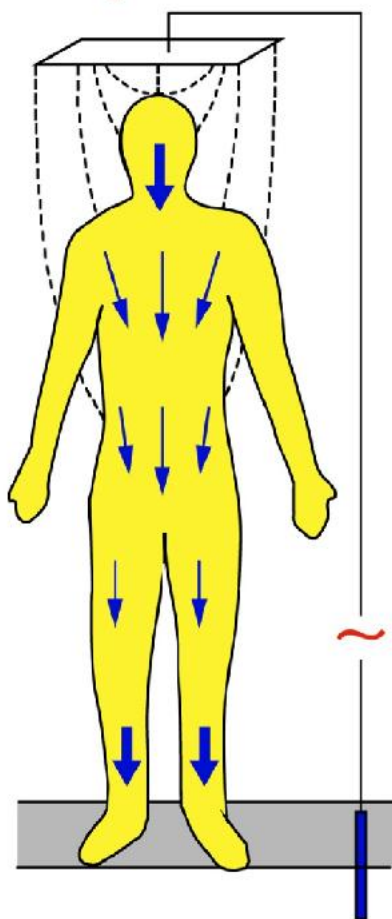
- Limiti d'esposizione: 100 μT , 5 kV/m
- Valore d'attenzione: 10 μT
- Obiettivo di qualità: 3 μT

I campi elettrici e magnetici a 50 Hz

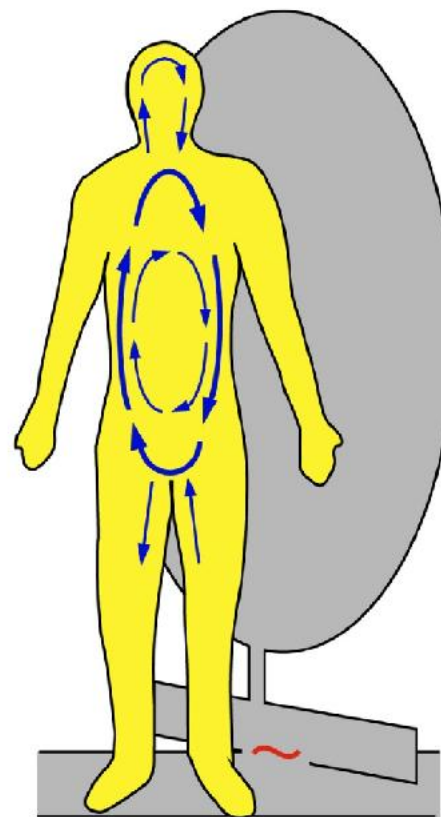
**sono dannosi per la salute delle persone
esposte?**

Induzione di correnti elettriche nel corpo umano

Campo Elettrico



Campo Magnetico



Livelli molto elevati di campo magnetico possono indurre effetti immediati di stimolazione elettrica di nervi e muscoli.

Per prevenire questi effetti la normativa europea ed italiana fissa un limite di esposizione di 5 kV/m e 100 μ T.

Livelli massimi al di sotto delle linee elettriche più potenti: qualche kV/m e qualche decina di microtesla.

Original Contributions

ELECTRICAL WIRING CONFIGURATIONS AND CHILDHOOD CANCER

NANCY WERTHEIMER¹ AND ED LEEPER

Wertheimer, N. (Dept. of Preventive Medicine, U. of Colorado Medical Center, Box C-245, Denver, CO 80262), and E. Leeper. Electrical wiring configurations and childhood cancer. *Am J Epidemiol* 109:273-284, 1979.

An excess of electrical wiring configurations suggestive of high current-flow was noted in Colorado in 1976-1977 near the homes of children who developed cancer, as compared to the homes of control children. The finding was strongest for children who had spent their entire lives at the same address, and it appeared to be dose-related. It did not seem to be an artifact of neighborhood, street congestion, social class, or family structure. The reason for the correlation is uncertain; possible effects of current in the water pipes or of AC magnetic fields are suggested.

electricity; electromagnetic fields; leukemia; neoplasms

Effetti a lungo termine dei campi elettrici e magnetici ELF

Le evidenze scientifiche di possibili effetti a lungo termine, in particolare la cancerogenicità, dei campi elettrici e magnetici ELF sono state ricercate per mezzo di:

- studi epidemiologici;
- studi sperimentali in vivo su animali;
- studi sperimentali in vitro su campioni cellulari.

WORLD HEALTH ORGANIZATION
INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER



**IARC MONOGRAPHS
ON THE EVALUATION
OF CARCINOGENIC
RISKS TO HUMANS**

**VOLUME 80
NON-IONIZING RADIATION, PART 1:
STATIC AND EXTREMELY LOW-FREQUENCY
(ELF) ELECTRIC AND MAGNETIC FIELDS**

2002
IARCPress
L Y O N
F R A N C E



**Campi elettrici e magnetici
a frequenze estremamente
basse**

**Extremely Low Frequencies (ELF)
0-300 Hz**

I risultati di numerosi esperimenti su animali e campioni cellulari che hanno esaminato gli effetti biologici dei campi magnetici non hanno prodotto nessuna evidenza a sostegno di un ruolo eziologico dei campi magnetici nello sviluppo della leucemia.

Non c'è nessun risultato di laboratorio riproducibile che dimostri effetti biologici dei campi magnetici al di sotto di $100 \mu\text{T}$.

Le uniche indicazioni consistenti di effetti a lungo termine provengono da studi epidemiologici: associazione statistica tra esposizione residenziale a campi magnetici ELF a livelli dell'ordine delle frazioni di microtesla e leucemia infantile.

Sulla base delle valutazioni delle evidenze di cancerogenicità provenienti dagli studi sull'uomo e dagli studi sugli animali, e considerando inoltre altri dati rilevanti, come quelli sui meccanismi, si giunge ad una valutazione complessiva che viene espressa assegnando l'agente considerato ad uno dei 5 gruppi che costituiscono il sistema di classificazione della IARC.

La classificazione della IARC (voll.1-120)*

- 1 L'agente è cancerogeno per l'uomo (120)
- 2A L'agente è probabilmente cancerogeno per l'uomo (81)
- 2B L'agente è possibilmente cancerogeno per l'uomo (299)
- 3 L'agente non è classificabile in relazione alla sua cancerogenicità nell'uomo (502)
- 4 L'agente è probabilmente non cancerogeno per l'uomo (1)

*Dati aggiornati al 31/03/2018

Alcuni agenti classificati dalla IARC

| Classificazione | Esempi di agenti |
|---|---|
| <p><i>Cancerogeni</i> Usualmente basata su una forte evidenza di cancerogenicità nell'uomo (<i>evidenza sufficiente</i>).</p> | <p>Consumo di carne lavorata, Inquinamento dell'aria, Scarichi motori Diesel, Asbesto, Bevande alcoliche, Benzene, Radon, Tabacco, Radiazioni ionizzanti, Radiazioni UV, Policlorobifenili (PCB).</p> |
| <p><i>Probabilmente cancerogeni</i> Usualmente basata su una forte evidenza di cancerogenicità negli animali (<i>evidenza sufficiente</i>).</p> | <p>Consumo di carne rossa, Acrilammide, Polibromobifenili (PBB), Steroidi anabolizzanti.</p> |
| <p><i>Possibilmente cancerogeni</i> Usualmente basata su una evidenza nell'uomo considerata credibile, ma per la quale altre spiegazioni non possono essere escluse (<i>evidenza limitata</i>).</p> | <p>Scarichi dei motori a benzina, Estratto di Aloe vera Talco in polvere Campi magnetici ELF, Campi elettromagnetici a RF.</p> |

L'associazione statistica, osservata per mezzo di studi epidemiologici, tra alti livelli residenziali di campi magnetici ELF e un aumentato rischio di leucemia infantile è stata giudicata dalla IARC come evidenza limitata (giudizio intermedio tra quello di evidenza inadeguata ed evidenza sufficiente).

Evidenza limitata: l'associazione riportata dagli studi epidemiologici può essere credibilmente interpretata in termini di relazione causa-effetto tra esposizione e malattia, ma non è possibile escludere altre spiegazioni dell'associazione osservata.

Vantaggi e svantaggi dell'epidemiologia rispetto agli studi su animali

Gli studi epidemiologici:

- forniscono evidenza di effetti direttamente nell'uomo evitando estrapolazioni tra differenti specie;
- sono spesso retrospettivi e ciò causa incertezza nella valutazione delle esposizioni;
- studiano soggetti esposti anche ad altri agenti possibili cause di rischio sanitario;
- la selezione dei soggetti partecipanti allo studio può introdurre delle distorsioni nei risultati.

Spiegazioni alternative per le associazioni epidemiologiche osservate:

- effetto del caso (poco probabile, essendo le associazioni statisticamente significative);
- fattori confondenti (fattori di rischio associati sia alla patologia che all'esposizione, che possono essere noti o ignoti);
- distorsioni connesse al reclutamento dei soggetti studiati (bias di selezione).

Bias di selezione

È stato osservato che:

- i soggetti con status socioeconomico inferiore partecipano di meno agli studi
- i controlli partecipano meno dei casi

se i soggetti con status socioeconomico inferiore sono mediamente più esposti:

i partecipanti allo studio sono mediamente meno esposti della popolazione generale, per cui i casi (che partecipano di più) risultano più esposti dei controlli e le stime di rischio relativo sarebbero più elevate.

Gli studi su animali da esperimento non hanno mostrato un consistente effetto cancerogeno o co-cancerogeno delle esposizioni ai campi magnetici ELF (evidenza inadeguata).

Sebbene molte ipotesi siano state avanzate per spiegare possibili effetti cancerogeni dei campi magnetici ELF, non è stata individuata nessuna spiegazione scientifica attendibile.

I campi magnetici ELF sono stati classificati dall'International Agency for Research on Cancer come **possibilmente cancerogeni (Gruppo 2B)**.

A causa dell'insufficienza dei dati, i campi magnetici statici e i campi elettrici statici ed ELF non possono essere classificati in relazione alla loro cancerogenicità (Gruppo 3).



Systematic Reviews and Meta- and Pooled Analyses

A Pooled Analysis of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Childhood Brain Tumors

L. Kheifets*, A. Ahlbom, C. M. Crespi, M. Feychting, C. Johansen, J. Monroe, M. F. G. Murphy, S. Oksuzyan, S. Preston-Martin, E. Roman, T. Saito, D. Savitz, J. Schüz, J. Simpson, J. Swanson, T. Tynes, P. Verkasalo, and G. Mezei

* Correspondence to Prof. Leeka Kheifets, Department of Epidemiology, School of Public Health, University of California, Los Angeles, 71-279 CHS, 650 Charles E. Young Drive South, Los Angeles, CA 90095-1772 (e-mail: kheifets@ucla.edu).

L'analisi combinata dei dati originali di 10 studi epidemiologici sulla relazione tra i campi magnetici ELF e i tumori del cervello nei bambini, non ha evidenziato associazioni statistiche significative.



Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks

SCENIHR

Opinion on

Potential health effects of exposure to electromagnetic fields
(EMF)

**Opinione approvata il
27 gennaio 2015**



SCENIHR adopted this Opinion at the 9th plenary meeting on 27 January 2015

Studi epidemiologici

La precedente valutazione SCENIHR del 2009 circa una possibile associazione tra l'esposizione a lungo termine a campi magnetici ELF ed un aumentato rischio di leucemia infantile resta valida. Un'associazione positiva è stata osservata in studi multipli in differenti situazioni in diversi punti nel tempo. Scarso progresso è stato fatto nella spiegazione dei risultati, sia nei termini di un meccanismo plausibile per una relazione causale col campo magnetico, sia nell'identificare spiegazioni alternative.

Studi in vivo

Gli studi su animali non forniscono evidenza che l'esposizione ai soli campi magnetici causi tumori o favorisca la crescita di tumori impiantati.

Questi studi non forniscono una comprensione di come i campi magnetici possano contribuire ad un aumentato rischio di leucemia infantile.

Studi *in vitro*

I dati suggeriscono che i campi magnetici ELF possono indurre sia effetti genotossici che altri effetti biologici *in vitro* a induzioni magnetiche di 100 μT o più.

I meccanismi non sono identificati e la rilevanza per una relazione tra l'esposizione ai campi magnetici ELF e la leucemia infantile non è chiara.



Electromagnetic fields (EMF)

[EMF Home](#)[About electromagnetic fields](#)[EMF Project](#)[Research](#)[Standards](#)[EMF publications & information resources](#)[Meetings](#)

Electromagnetic fields and public health

Exposure to extremely low frequency fields

Backgrounder
June 2007

The use of electricity has become an integral part of everyday life. Whenever electricity flows, both electric and magnetic fields exist close to the lines that carry electricity, and close to appliances. Since the late 1970s, questions have been raised whether exposure to these extremely low frequency (ELF) electric and magnetic fields (EMF) produces adverse health consequences. Since then, much research has been done, successfully resolving important issues and narrowing the focus of future research.

www.who.int/peh-emf/publications/facts/fs322/en/

"Per quanto riguarda gli effetti a lungo termine, considerato che l'evidenza di un legame tra esposizione a campi magnetici ELF e leucemia infantile è debole, **non sono chiari i benefici in termini sanitari di una riduzione dell'esposizione.**"

"Nel costruire nuovi impianti e nel progettare nuove apparecchiature, compresi gli elettrodomestici, si possono ricercare soluzioni per una riduzione **a basso costo** delle esposizioni. Le misure di riduzione più appropriate possono variare da un paese all'altro. In ogni caso, **non sono giustificate politiche basate sull'adozione di limiti di esposizione arbitrariamente bassi.**"

Conclusioni

Gli unici effetti sanitari accertati dei campi elettrici e magnetici ELF sono quelli a breve termine.

Tali effetti sono a soglia e non sono possibili per le esposizioni nei normali ambienti di vita.

Il rispetto dei limiti di esposizione permette di prevenirli totalmente.

Gli effetti sanitari a lungo termine non sono stati accertati, e le evidenze scientifiche sono molto poche, nonostante il grande numero di studi epidemiologici e di laboratorio effettuati.

Le evidenze più consistenti si riferiscono a un aumento del rischio di leucemia infantile in relazione ad esposizioni residenziali a campi magnetici a 50 Hz.

Tali evidenze sono considerate credibili ma spiegazioni alternative non possono essere escluse, per questo la IARC ha classificato i campi magnetici ELF come possibilmente cancerogeni.

La normativa nazionale prevede valori di attenzione e obiettivi di qualità, finalizzati alla prevenzione degli effetti a lungo termine, i cui valori numerici sono stati necessariamente scelti sulla base di considerazioni non scientifiche.

Essendo privi di una reale valenza sanitaria, essi non devono essere considerati né valori di sicurezza, né di pericolo.