



CAMPI ELF E EFFETTI SULLA SALUTE

FOCUS SUGLI ELETTRODOTTI

Silvano Piffer

Classificazione dei campi EM

Campi a frequenza estremamente bassa (ELF): fino a 300Hz
(*elettrodotti a media ed alta tensione*; tutti i dispositivi alimentati a corrente elettrica: elettrodomestici)

Inducono corrente

Gli **effetti acuti** rappresentano eventi rari e si manifestano nel caso di intensità elevate, cioè per livelli di campo magnetico oltre 100 μT

Gli effetti tardivi o a distanza → sono quelli che riguardano la popolazione generale, specie quella più esposta (vicina) alle sorgenti e rispetto ai quali **la ricerca epidemiologica e la ricerca di base si è maggiormente orientata**

Asanova TR, Rakov AM. The state of health of **persons working in the electric field of** outdoor 400 kV and 500kV switchyards. In: Knickerbocker G (translator). Study in the USSR of medical effects of electric fields in electric power systems. (IEEE Special Publ. No. 10) Piscataway, NJ: IEEE Power Engineering Society; **1966**. p. 4-5.

Possibili effetti sulla sfera
neurocomportamentale

Wertheimer N, Leeper E. Electrical wiring configurations and **childhood cancer**. Am J Epidemiol **1979**;109:273-84.

Lo studio di Wertheimer e Leeper originò numerose ricerche finalizzate a saggiare la cancerogenicità dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche, elettrodomestici e apparati industriali.

World Health Organization. Extremely low frequency(ELF) fields. Geneva: WHO; **1984**. (Environ Health Criteria n. 35).

La prima valutazione complessiva dell'OMS affermava un **possibile collegamento con i tumori infantili** mentre le segnalazioni di effetti avversi neurocomportamentali, ematologici e cardiovascolari non erano adeguatamente confermate.

Gli “studi di seconda generazione” furono caratterizzati da un notevole affinamento metodologico per quanto riguarda l'accertamento dei casi , la stima dell'esposizione, il controllo dei fattori di confondimento e le dimensioni del campione.



Metanalisi – Analisi congiunte (Pooled) di più studi

Greenland S, Sheppard AR, Kaune WT, et al. A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and **childhood leukaemia**. Epidemiology 2000;11:624-34.

Ahlbom A, Day N, Feychting M, et al. A pooled analysis of magnetic fields and **childhood leukaemia**. Br J Cancer 2000;83:692-8.

World Health Organization. **International Agency for Research on Cancer**. Non-ionizing radiation. Part 1. Static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields. Lyon: WHO; 2002. (Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, 80).

Un aumento significativo della leucemia infantile sia osservabile in abitazioni caratterizzate da livelli di induzione magnetica superiori a 0.3-0.4 microtesla (μT).

“possibili cancerogeni per l'uomo” in relazione alla “limitata evidenza” di cancerogenità delle esposizioni abitative rispetto alla leucemia infantile

Schüz J, Svendsen AL, Linet MS, et al. Nighttime exposure to electromagnetic fields and childhood leukemia: an extended pooled analysis. *Am J Epidemiol* **2007**;166:263-9.

Una analisi pooled degli studi caso-controllo su leucemia infantile e campi magnetici effettuati in quattro paesi (Canada, Germania, Regno Unito, USA) ha confermato l'associazione trovando un aumento di rischio statisticamente significativo (Odds Ratio (OR) = **1.93**: intervallo di confidenza al 95% (IC 95%) = **1.11-3.35**) nei bambini esposti a campi magnetici a *livelli superiori a 0.4 μ T* rispetto a quelli esposti a meno di 0.1 μ T

Proximity to overhead power lines and childhood leukaemia: an international pooled analysis Amoon A, Crespi C M, Ahlbom A, et al
British Journal of Cancer (**2018**) 119:364-373

OR: **1.33** (95% CI: 0.92-1.93).

Alcuni autori hanno suggerito che la **suscettibilità genetica** alla leucemia **possa modificare l'effetto dell'esposizione al campo magnetico**, in particolare che questo possa svolgere un ruolo causale nell'eziologia della leucemia in un sottogruppo di bambini geneticamente suscettibili

Meia-Arangure JM, Fajardo-Gutierrez A, Perez-Saldivar ML, et al. Magnetic fields and acute leukaemia in children with Down Syndrome. *Epidemiology* **2007**;18:158-61.

L'ipotesi dell'interazione fra **genotipo e esposizione ambientale a campi magnetici** è stata saggiata in uno studio "case-only" su 123 pazienti con leucemia acuta sporadica. I risultati mostrano che la residenza a distanze inferiori ai 100 m da linee elettriche e trasformatori può essere considerata un fattore di rischio per lo sviluppo della leucemia acuta in bambini col **genotipo XRCC1Ex9b16A**

Yang Y, Xingming J, Chonghuai Y, et al. Case-only study of interactions between DNA repair genes (hMLH1, APEX1, MGMT, XRCC1 and XPD) and low frequency electromagnetic fields in childhood acute leukemia. *Leukemia & Lymphoma* **2008**;49:2344-50.

Meccanismo multifasico e multistadio della cancerogenesi



Fase di iniziazione



Fase di promozione

Bisanti L, Chiaffarino F, Chierici S et al. Rapporto su un cluster di leucemie infantili a Milano nel periodo dicembre 2009-gennaio 2010. Regione Lombardia, ASL di Milano, 2010. Disponibile all'indirizzo: <http://www.asl.milano.it/user/Default.aspx?SEZ=10&PAG=88&NOT=1680>

TUMORI INFANTILI, FATTORI DI RISCHIO E MODELLI DI INDAGINE PER LA VALUTAZIONE DI CLUSTER SPAZIO-TEMPORALI Revisione degli studi di cluster di leucemia infantile

Manuela De Sario, Simona Vecchi, Patrizia Schifano, Paola Michelozzi
Dipartimento di epidemiologia del Servizio sanitario regionale, ASL Roma 1, Regione Lazio, Ro

Epidemiol Prev 2016; 40 (5) Suppl 2: 1-68

Altre Patologie Neoplastiche – Tumori Cerebrali

Camille Carles, Yolande Esquirol, Maxime Turuban, Clément Piel, Lucile Migault, Camille Pouchieu, Ghislaine Bouvier, Pascale Fabbro-Peray, Pierre Lebailly, Isabelle Baldi: Residential proximity to power lines and risk of brain tumor in the general population *Environ Res.* 2020 Jun;185:109473

Eccesso di rischio per T. cerebrali (Gliomi) per residenti da lungo tempo entro 50 metri

Marcilio, I., Gouveia, N., Pereira Filho, M.L., Kheifets, L. Adult mortality from leukemia, brain cancer, amyotrophic lateral sclerosis and magnetic fields from power lines: a case-control study in Brazil. *Rev Bras Epidemiol Braz J Epidemiol* 14 (4), 580–588. 2011

(OR 1.10 95%CI 0.74–1.64)

Baldi, I., Coureau, G., Jaffré, A., Gruber, A., Ducamp, S., Provost, D., et al., Occupational and residential exposure to electromagnetic fields and risk of brain tumors in adults: a case-control study in Gironde, France. *Int. J. Canc.* 129 (6), 1477–1484 2011

(OR 2.99 95%CI 0.86–10.40).

Elliott, P., Shaddick, G., Douglass, M., de Hoogh, K., Briggs, D.J., Toledano M.B. Adult cancers near high-voltage overhead power lines. *Epidemiol Camb Mass* 24 (2), 184–190. 2013

(OR 1.22 95%CI 0.88–1.69).

Altre patologie non neoplastiche: malattie neurodegenerative croniche

World Health Organization. Extremely low frequency fields. Geneva: WHO; 2007. (Environ Health Criteria n. 238).

Huss A, Spoerri A, Egger M, et al. Residence near power lines and mortality from **neurodegenerative diseases**: longitudinal study of the Swiss population. Am J Epidemiol 2009;169:167-75.

Garcia AM, Sisternas A, Perez Hoyos S. Occupational exposure to extremely low frequency electric and magnetic fields and **Alzheimer disease**: a meta-analysis. Int J of Epidemiol 2008;37:329-40.

Response to: Residence near power lines and risk of Alzheimer's dementia and Parkinson's disease.

Gervasi F, Murtas R, Decarli A, Russo AG.
Int J Epidemiol. 2020 Apr 1;49(2):701-702.

Rimangono alcune questioni aperte rispetto agli effetti non cancerogeni, in particolare malattie neurodegenerative, aborti spontanei, secrezione della melatonina, controllo autonomico del cuore e alterazioni del numero di cellule natural killer,

L'interazione tra base genetico/familiare ed esposizione ambientale varrebbe anche per le malattie neurodegenerative

Dati non conclusivi rispetto al settore materno infantile e alle malformazioni congenite



**World Health
Organization**

Table 1. Recommendations for further research

Neurobehaviour

Cognitive, sleep and EEG studies in volunteers, including children and occupationally exposed subjects, using a wide range of ELF frequencies at high flux densities	Medium
Studies of pre- and post-natal exposure on subsequent cognitive function in animals	Medium
Further study of opioid and cholinergic responses in animals	Low

Neurodegenerative disorders

Further studies of the risk of amyotrophic lateral sclerosis in "electric" occupations and in relation to ELF magnetic field exposure and of Alzheimer's disease in relation to ELF magnetic field exposure	High
---	------

Immunology and haematology

Studies of the consequences of ELF magnetic field exposure on immune and haematopoietic system development in juvenile animals.	Low
---	-----

**Non sono presenti raccomandazioni per il sistema
cardiovascolare e neuroendocrino**

Criticità nello studio della relazione Elettrodotti = effetti sulla salute

- Definizione dell'esposizione
- Quantificazione degli esposti
- Caratteristiche degli esposti → rischi competitivi
- Presenza di fattori di confondimento ambientali e personali
- Dimensione del campione → analisi pooled ==> studi multicentrici

Le evidenze sperimentali → studi sugli animali di laboratorio (a diff. Delle Radiofrequenze) restano scarse

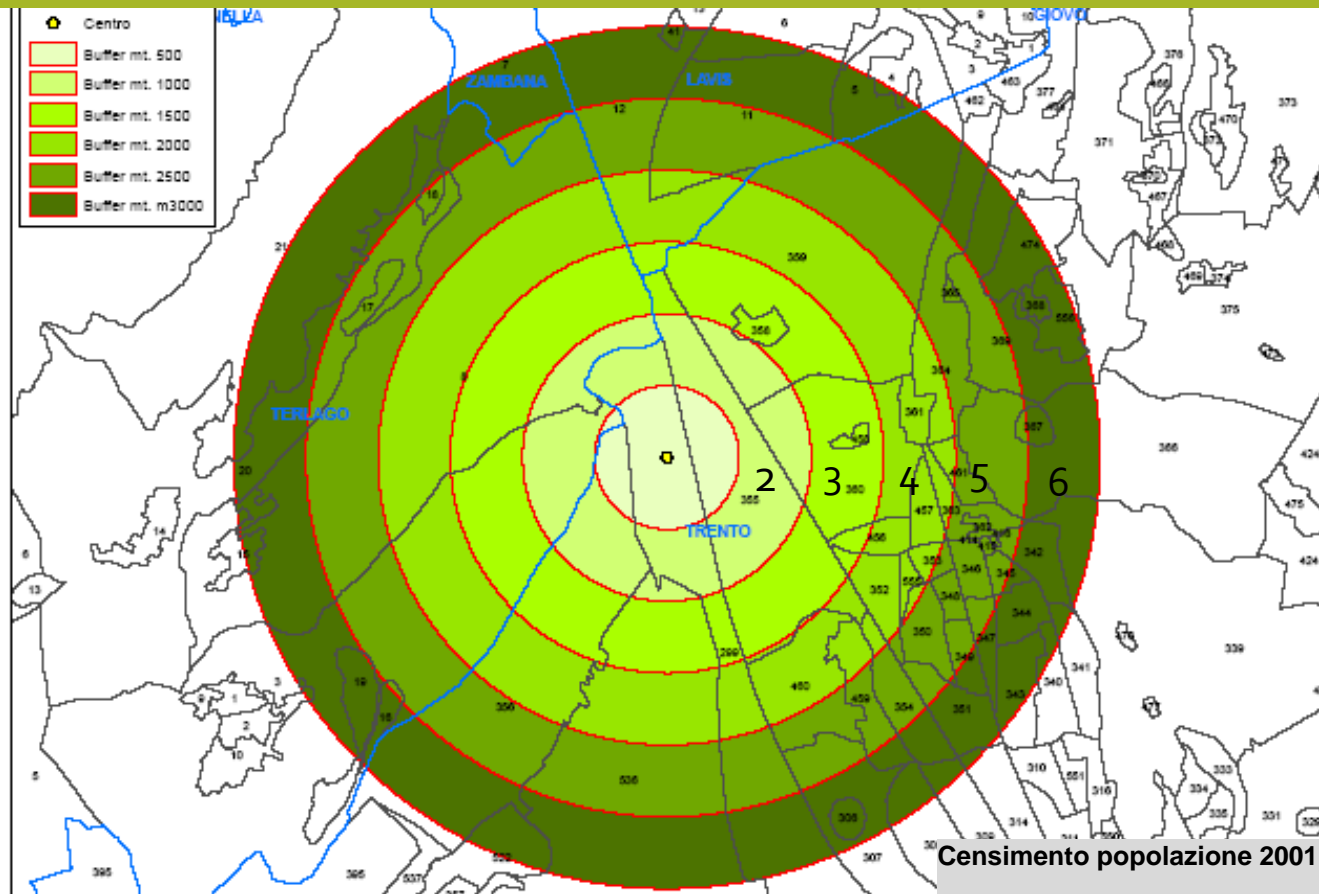
Jarry T Porsius , Liesbeth Claassen, Fred Woudenberg , Tjabe Smid , Danielle R M Timmermans :
"These Power Lines Make Me Ill": A Typology of Residents' Health Responses to a New High-Voltage Power Line
Risk Anal . 2017 Dec;37(12):2276-2288

Maggiori livelli di deprivazione della popolazione che risiede nell'intorno di una sorgente di esposizione ambientale.
Un esempio relativo alla provincia di Trento nella slide seguente →

DISCARICA ISCHIA - PODETTI

Caratteristiche della popolazione residente nell'intorno del centroide

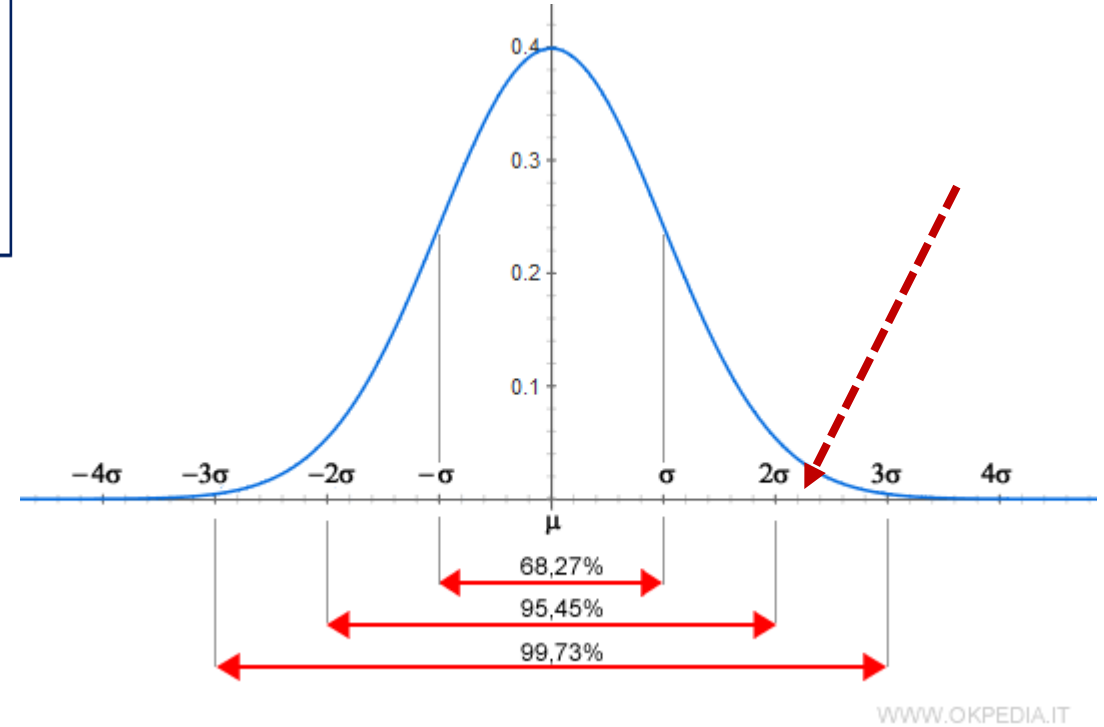
Studio preliminare impatto inceneritore nell'area Ischia – Podetti
Osservatorio Epidemiologico – APSS



Censimento popolazione 2001. Valori percentuali

Oss	anello	Nessun titolo+elementari	Anziani	Professione cod.9
1	2	36.36	35.71	7.14
2	3	34.44	17.19	7.26
3	4	30.99	15.85	6.36
4	5	26.91	13.89	6.74
5	6	27.3	12.34	5.52

La Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni non Ionizzanti (ICNIRP) ha raccomandato che gli studi futuri siano di elevata qualità metodologica, di dimensioni adeguate e con **un numero sufficiente di soggetti altamente esposti**



Sulla base di diverse ampie indagini sull'esposizione, si è stimato che 0,5-7% della popolazione generale abbia un'esposizione a campi ELF > a $0.3 \mu\text{T}$, e 0.4-3.3% abbia un'esposizione superiore a $0.4 \mu\text{T}$,

Anversa A, Battisti S, Carreri V, et al. In: Maroni M (Ed.). Power frequency fields, buildings and the general public: exposure levels and risk assessment. In: Proceedings of the International Conference "Healthy Buildings '95". University of Milano and International Centre for Pesticide Safety. Milano, 10-14 September 1995. p. 113-26.

Petrini C, Polichetti A, Vecchia P, et al. Assessment of exposure to 50 Hz magnetic fields from power lines in Italy. In: Hietanen M, Jokela K, Juutilainen J (Ed.). Proceedings of EBEA 2001. 5th International Congress of the European BioElectromagnetics Association. Helsinki: EBEA; 2001. p. 139-41

Comba P, Fazzo L, Pasetto R. Epidemiological study of population exposed to high levels of 50 Hz magnetic fields. [in Italian]. Epidemiol Prev 2005;29 (Suppl. 5-6):28-33.

Stime italiane indicano che **0.26-0.43%** della popolazione italiana sia esposta a livelli di densità di flusso magnetico superiori a 0.3 μ T, e **0.20-0.35 %** sia esposta a livelli superiori a 0.4 μ T, considerando i campi magnetici generati dalle linee ad alta tensione.

250.000 persone circa

Studio Longarina: alcune abitazioni con livelli di esposizione medi pesati sul tempo (time-weighted average – TWA) superiori a 1 μ T.

Eccesso tumori, malattie cardiovascolari ed ematologiche → correlato al livello di esposizione e alla durata della residenza (> 30 a.)

Necessità organizzative per lo studio ed il monitoraggio

1. Poiché i campi magnetici generati dagli elettrodotti possono determinare un apprezzabile aumento dei livelli di esposizione solo in un corridoio relativamente stretto, che non supera nella maggior parte dei casi i 20-30 metri sui due lati della linea, la possibilità di adottare un disegno di studio microgeografico basato sui dati aggregati richiede l'uso di **database ad alta risoluzione**.

2. E' richiesta **l'integrazione di dati ambientali e sanitari**, coerentemente con le indicazioni per la ricerca multidisciplinare su ambiente e salute.

3. **Un ipotesi di Lavoro di rete** tra gli operatori locali di sanità pubblica e dell'ambiente con istituti di ricerca.

4. Utile l'utilizzo di **bioindicatori sugli animali**

5. Al di là dell'attivazione a meno di un possibile studio di valutazione degli effetti sanitari (*non prioritario di per sé*), a livello locale potrebbe essere utile **avere un'idea della popolazione maggiormente esposta** ad un elettrodotto.

6. La creazione di un database specifico di tale popolazione potrebbe consentire periodici **studi di linkage con i dati sanitari**: SDO-Mortalità- Registro Tumori. Questo apre comunque diverse problematiche da valutare attentamente.

Jarup L. Health and environment information systems for exposure and disease mapping, and risk assessment. Environ Health Persp 2004;112:995-7.

La normativa nazionale per i campi elettromagnetici a bassa frequenza (ELF)

limite di esposizione: non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione per la tutela della salute umana da **effetti acuti**.

valore di attenzione: non deve essere superato negli ambienti adibiti a permanenze prolungate (non inferiori a 4 ore giornaliere) come ambienti abitativi, scolastici e di lavoro, per la protezione da possibili **effetti a lungo termine**.

obiettivo di qualità: da conseguire per la **minimizzazione delle esposizioni**, con riferimento a possibili effetti a lungo termine. L'obiettivo di qualità deve essere applicato nei nuovi edifici adibiti a permanenze prolungate ed alla prossimità ai nuovi elettrodotti.

<i>Soglie di riferimento</i>	<i>Campo di induzione magnetica (μT)</i>	<i>Campo elettrico (V/m)</i>
limite di esposizione	100	5000
valore di attenzione	10	La normativa non prevede soglie
obiettivo di qualità	3	La normativa non prevede soglie

Se tali limiti sono rispettati, non vi sono prove scientifiche di rischi per la salute.

Per saperne di più

Nel 2009 e' stato reso disponibile dall'Istituto Superiore di Sanita' italiano il sito <http://www.iss.i/elet> per fornire informazioni sul tema dei campi elettromagnetici, con particolare attenzione alle implicazioni in tema di salute. Il sito internet e' la risultatnte del progetto :“ Salute e campi elettrognetrici (CAMELET)” promosso dal Ministero della Salute, Centro Controllo malattie (CCM) per rispondere alle esigenze di un'informazione corretta e completa, nonche' la diffusione di documenti che sono gia' stati prodotti dalle piu' importanti organizzazioni internazionali (OMS,ICNIRP,IARC,Commissione Europea, ecc.)



www.epicentro.iss.it

3 ITA 3G 12:05
iss.it

Salute e campi elettromagnetici
(IT) Responsabile: Alessandro Polichetti

Sei in: ISS > CAMELET

In questo sito...

- Home
- Perché questo sito
- Campi elettromagnetici
- Effetti sulla salute
- FAQ
- Normative di protezione e linee guida
- A chi rivolgersi
- Documenti
- In rilievo
- Notizie
- Attività

Utilità

- Contattaci
- Visualizzazione
- Testo piccolo
- TESTO GRANDE
- Versione stampabile
- RSS feed
- Sottoscrivi l'RSS di questo sito per essere informato sugli aggiornamenti
- Accessibilità
- Accessibilità
- Logo CNIPA

I contenuti più aggiornati

Rischi per la salute connessi ai campi elettromagnetici generati dalle antenne satellitari MUOS

Sul portale dell'Istituto Superiore di Sanità è disponibile la "[relazione finale](#)" del Gruppo di Lavoro costituito ad hoc per un'analisi complessiva degli inquinanti ambientali e dello stato di salute della popolazione residente nei pressi dell'impianto satellitare MUOS di Niscemi.

Il dibattito circa i possibili rischi per la salute connessi all'aspetto specifico dei campi elettromagnetici generati sia dalle antenne pre-esistenti nel sito che dalle antenne satellitari ancora da attivare è tuttora molto acceso, per cui si è ritenuto necessario pubblicare ulteriore materiale prodotto dal Dipartimento di Tecnologie e Salute dell'ISS.

Sono attualmente presenti:

- 1) il testo, relativo...

Pubblicato il 23-09-2014 in In rilievo , aggiornato al 19-

Informiamo i visitatori, in virtù della individuazione delle modalità semplificate per l'informativa e l'acquisizione del consenso per l'uso dei cookie - 8 maggio 2014 (Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 126 del 3 giugno 2014), che questo sito utilizza direttamente solo cookie tecnici. [3](#) [0](#) [o](#) [letto](#)]

Istituti scientifici ed enti nazionali o locali