

ISBN 88-87098-52-2

COLLANA DI STUDI E RICERCHE



Istituto Italiano di Medicina Sociale

A cura di ALDO ROSANO

Rischi per la salute
ed esposizione a radiofrequenze:
norme, conoscenze scientifiche
e percezione del rischio



Istituto Italiano di Medicina Sociale

Contributi:

Dott. Pietro Comba - Istituto Superiore di Sanità

Prof. Fabriziomaria Gobba - Università di Modena e Reggio Emilia

Dott. Martino Grandolfo - Istituto Superiore di Sanità

Dott. Roberto Moccaldi - CNR Servizio Prevenzione e Protezione

Dott. Aldo Rosano - Istituto Italiano di Medicina Sociale

Dott.ssa Adele Seniori Costantini - Istituto Superiore di Sanità

Dott. Amedeo Spagnolo - Istituto Italiano di Medicina Sociale,

Il volume è il frutto del lavoro collaborativo del gruppo di ricercatori sopra elencato, che ne condividono scopi e contenuti. Per le parti redatte da singoli ricercatori è indicata esplicitamente l'attribuzione. La sig.ra Barbara Marino ha curato l'editing del volume. La sig.ra Valentina Valeriano ha collaborato alla redazione del capitolo quattro.

INDICE

Presentazione	Pag.	7
Introduzione	»	9

CAPITOLO 1

Il fenomeno fisico dell'elettromagnetismo

1.1 Descrizione del fenomeno	»	13
1.2 Le sorgenti	»	18

CAPITOLO 2

Il principio di precauzione

2.1 Il principio di precauzione. Etimologia ed origini	»	19
2.2 Il principio di precauzione e la comunità scientifica	»	20
2.3 Il principio di precauzione nel diritto internazionale	»	21
2.3.1 <i>Il principio di precauzione nel diritto dei paesi dell'Unione Europea</i>	»	23

CAPITOLO 3

Epidemiologia

3.1 Premessa	»	29
3.2 Effetti sull'uomo delle esposizioni residenziali e alla telefonia cellulare	»	32
3.2.1 <i>Esposizioni residenziali</i>	»	32
3.2.2 <i>Esposizione alla telefonia cellulare</i>	»	34
3.2.3 <i>Gli effetti della esposizione ambientale a campi elettromagnetici a RF a carico del sistema nervoso</i>	»	37
3.2.4 <i>I rischi da esposizione professionale a campi elettromagnetici a RF</i>	»	40

CAPITOLO 4

Campi elettromagnetici e comunicazione

4.1	Il problema della comunicazione del rischio	Pag.	49
	4.1.1 <i>La comunicazione del rischio sull'esposizione ai campi elettromagnetici</i>	»	52
4.2	Analisi delle agenzie giornalistiche	»	55

CAPITOLO 5

Analisi della normativa

5.1	La normativa internazionale	»	71
5.2	La normativa comunitaria	»	74
5.3	La normativa italiana	»	80
CONCLUSIONI			» 87

APPENDICE

Danni per la salute ed esposizione a radiofrequenze: analisi bibliografica	»	89
---	---	----

PRESENTAZIONE

Il tema dei rischi per la salute connessi con l'esposizione a campi elettromagnetici suscita grande interesse da parte dell'opinione pubblica e i policy maker insieme ai ricercatori sono chiamati a rispondere a richieste sempre più pressanti sulla loro pericolosità.

La valutazione dei rischi sanitari dei campi elettromagnetici è un processo estremamente complesso, sia per il grande numero di pubblicazioni scientifiche molto eterogenee e quasi sempre non esaustive, sia per il carattere multidisciplinare della tematica stessa. Rispetto alle valutazioni di singoli ricercatori o di gruppi specialistici assumono particolare rilevanza le valutazioni espresse da gruppi di lavoro interdisciplinari, che consentono di confrontare e temperare giudizi e competenza diverse, come quelle biologiche, mediche, epidemiologiche, fisiche e tecnologiche.

L'Istituto Italiano di Medicina Sociale, da oltre ottanta anni attento ai grandi temi della salute pubblica, ha promosso uno studio che fa il punto sulle evidenze scientifiche ad oggi note sul tema dei rischi per la salute connessi con l'esposizione lavorativa ed ambientale alle radiofrequenze, approfondendo in particolare il tema della comunicazione del rischio e gli aspetti normativi.

Il gruppo di lavoro che ha collaborato allo studio è costituito dai massimi esperti nel campo specifico dei rischi connessi all'esposizione a campi elettromagnetici ed ha fornito un contributo originale per la sua sintesi e, nel contempo, per la completezza dei temi trattati.

I contenuti di questo volume sono indirizzati principalmente ai decisori, che devono fronteggiare nello stesso tempo le controversie con il pubblico, l'incertezza scientifica, la necessità di garantire l'operatività degli impianti esistenti e l'esigenza di trovare siti appropriati per quelli nuovi.

*Dott. GIOVANNI MARIA PIRONE
Direttore Generale dell' I.I.M.S.*

INTRODUZIONE

Per secoli la presenza di campi elettromagnetici (CEM) nell'ambiente si è limitata sostanzialmente al campo magnetico terrestre. Con la rivoluzione industriale e l'avvento sempre più rapido di nuove tecnologie che hanno contribuito negli anni recenti ad un aumento senza precedenti, per numero e varietà, di sorgenti di CEM usati per scopi individuali, industriali e commerciali, i livelli d'esposizione hanno raggiunto valori sempre più elevati, tali da innescare una nutrita serie di studi e ricerche sui loro possibili effetti sulla salute. Alcuni esempi di sorgenti di CEM sono le linee di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, le apparecchiature elettriche per uso domestico, i personal computer (dispositivi operanti tutti, almeno nel nostro Paese, alla frequenza di 50 Hz), i telefoni cellulari con le relative stazioni radio base, i forni a microonde, i radar per uso civile e militare (sorgenti a radiofrequenza e microonde), nonché altre apparecchiature utilizzate in medicina, nell'industria e nel commercio.

I CEM sono, talvolta, definiti anche "radiazioni elettromagnetiche". Il nome può prestarsi a confusioni: i CEM sono delle radiazioni non ionizzanti (NIR), che vanno nettamente distinte dalle radiazioni ionizzanti (RI) generate ad esempio dalle sostanze radioattive o da alcune apparecchiature, come quelle per raggi X utilizzate in medicina. Sebbene il nome sia simile, la distinzione è molto importante perché le proprietà delle radiazioni ionizzanti, gli effetti che possono essere indotti sulla materia, e di conseguenza anche gli effetti biologici, sono del tutto differenti.

Questo volume tratta dei CEM, o NIR, e in particolare delle radiazioni elettromagnetiche definite come radiofrequenze e microonde (quelle che hanno uno spettro da 100 kHz a 300 GHz) e dei loro possibili effetti sulla salute. In termini di esposizione possiamo distinguere due ambiti sociali: l'ambiente lavorativo e la popolazione generale.

Mentre nei luoghi di lavoro si possono trovare, e sono comunque oggetto di attenzione, tutti i tipi di esposizioni da radiazione citati, per la popolazione generale l'ambito di studio è principalmente concentrato sui campi a bassa frequenza, che si trovano vicino alle linee elettriche o attorno gli apparecchi elettrici

domestici. Solo recentemente l'esposizione della popolazione alle radiofrequenze sta destando particolare attenzione sia nel mondo scientifico sia da parte dei media e dei movimenti ecologisti. Le radiofrequenze sono, infatti, sempre più diffuse, essendo utilizzate oltre che nelle trasmissioni radiotelevisive e nelle telecomunicazioni, anche in molti processi industriali ed, in medicina, a scopi diagnostici e terapeutici.

Nell'ambito della prevenzione sanitaria, l'esposizione a campi elettromagnetici costituisce un esempio delle nuove tipologie del rischio, caratterizzate da incertezza scientifica e da una complessità che richiede integrazione delle responsabilità sanitarie, giuridiche e amministrative. Il Piano Sanitario Nazionale (PSN) 2003-2005 tra gli obiettivi generali nel contesto "ambiente e salute" dà particolare rilievo ai rischi connessi all'esposizione ai campi elettromagnetici. In esso si afferma che, secondo la letteratura scientifica disponibile, *non sussistono prove convincenti del fatto che l'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza possa abbreviare la vita dell'uomo o favorire l'insorgenza del cancro*. Nel PSN si sottolinea, tuttavia, la necessità di effettuare ulteriori ricerche per ottenere un quadro più completo dei rischi per la salute.

Sono ormai molti gli studi e le ricerche sperimentali sui possibili effetti sanitari delle radiazioni elettromagnetiche, in particolare su quelli a lungo termine. Essi hanno consentito di creare una ampia base di dati epidemiologici, che è stata oggetto di analisi e valutazioni approfondite. Allo stato attuale, per quanto riguarda le radiofrequenze, gli studi a disposizione non sembrano arrivare a considerazioni conclusive. Un'analisi delle principali ricerche e studi scientifici effettuati in campo internazionale sull'esposizione a radiofrequenze (Bernardini, 2002) perviene alle seguenti considerazioni:

1. le uniche basi scientifiche a supporto della scelta di un criterio per la limitazione delle emissioni elettromagnetiche a radiofrequenza sono quelle indicate dall'ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection);
2. occorre che vengano proseguiti studi e ricerche atti a fornire elementi per la valutazione di eventuali rischi non ancora accertati che consentano di ridurre l'attuale grado di incertezza scientifica;
3. allo stato attuale, in assenza di risultati scientifici certi, è possibile fare ricorso a politiche cautelative a condizione che valutazioni di rischio e limiti di esposizione siano fondati su basi scientifiche e non su considerazioni improprie ed arbitrarie;
4. in base a quanto emerge dalla letteratura scientifica, non appare giustificato il ricorso alla definizione di nuovi valori rispetto ai limiti indicati dall'ICNIRP; l'unico approccio cautelativo attualmente applicabile consiste nell'imporre criteri di progettazione degli impianti volti a minimizzare i livelli di emissione.

Parallelamente allo sviluppo degli studi, non solo epidemiologici ma anche sperimentali e di validazione delle metodologie di indagine, si è aperto un acce-

so dibattito sull'opportunità di intraprendere misure preventive anche al di là del rispetto dei limiti di esposizione che tutelano dagli effetti avversi accertati. Tale dibattito ha interessato e coinvolto ampie parti della società, non solo la comunità scientifica, ma anche amministratori, associazioni ambientaliste e l'opinione pubblica in generale. Il dibattito negli ultimi anni ha assunto toni aspri, che sembrano avere portato ad una marcata polarizzazione tra due opinioni contrapposte: innocuità versus nocività dei campi elettromagnetici. Una delle conseguenze di tale contrapposizione è che si tende a trascurare la complessità del problema e le numerose necessarie distinzioni. A questo proposito, uno dei temi più delicati, ed ancora non affrontato in maniera compiuta, è quello della comunicazione verso le istituzioni e l'opinione pubblica delle evidenze scientifiche dei rischi connessi alla esposizione ai campi elettromagnetici. La comunità scientifica, probabilmente, non ha avuto immediato sentore, di fronte ad una esposizione così ubiquitaria ed ingravescente, che il dibattito non si sarebbe svolto esclusivamente attraverso i canali propri della comunicazione scientifica, ma soprattutto tramite i grandi mezzi di comunicazione, con le loro regole mediatiche. Questo oltre ad altri fattori, quali i grandi interessi legati all'enorme sviluppo di nuove tecnologie, hanno contribuito a provocare allarmismo e sfiducia verso alcune istituzioni e scetticismo nei confronti della ricerca scientifica e dei suoi metodi.

L'attività di ricerca e di controllo e l'acceso dibattito sviluppatosi attorno alle problematiche dei campi elettromagnetici hanno finalmente portato l'Italia a dotarsi di una normativa nazionale. In mancanza di risultati definitivi a livello scientifico, la normativa italiana si è ispirata a principi di cautela, prevedendo, in alcuni casi, limiti più prudenti di quelli suggeriti dagli organismi internazionali.

Con l'attuazione della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001 e l'emana-zione dei decreti attuativi riferiti alla protezione della popolazione, (mentre è ancora in corso di definizione quello relativo alla protezione dei lavoratori) viene fatto proprio dal legislatore il principio di cautela. In tutto il mondo si è creato un movimento, dentro e fuori le aree governative, per l'adozione del principio di precauzione, una politica di gestione del rischio da applicare in circostanze caratterizzate da un alto grado di incertezza nelle conoscenze scientifiche e che riflette la necessità di intervenire, nei confronti di un rischio sospetto, senza attendere i risultati conclusivi della ricerca scientifica (Botti, 2000; Boutonnet, 2000).

L'Organizzazione Mondiale della Sanità si sta adoperando per costruire un quadro comune che definisca il principio di precauzione e ne prospetti gli ambiti applicativi rispetto alla problematica dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, assicurando un terreno di collaborazione fra ricercatori, politici, amministratori, industrie e organizzazioni ambientaliste. Nella normativa italiana, per quanto attiene le radiofrequenze e microonde, i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità sono esplicitati in termini di prevenzione degli effetti a breve e lungo termine nella popolazione attribuibili alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz. Per tutte le sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle tele-

comunicazioni e radiotelevisivi, si applicano le restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999. La decisione di adottare tre livelli di protezione (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità), mutuando schemi maturati nell'ambito della tossicologia da agenti chimici, si allontana dalla tradizione della radioprotezione, e potrà rendere difficoltosa la futura applicazione della legge stessa.

I possibili rischi dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici generati da impianti quali gli elettrodotti o le stazioni radio base per la telefonia mobile pone una serie di difficili compiti per chi ha la responsabilità di scelte decisionali: stabilire se vi sia un pericolo nelle esposizioni a campi elettromagnetici e quale ne sia il potenziale impatto sanitario (valutazione del rischio), riconoscere le ragioni per cui la popolazione possa essere preoccupata (percezione del rischio), attuare politiche che proteggano la salute pubblica e rispondano alle preoccupazioni dei cittadini (gestione del rischio).

Il progetto di ricerca dal titolo "Inquinamento da radiofrequenze: conoscenze, iniziative e legislazione in ambito europeo", promosso dall'Istituto Italiano di Medicina Sociale si propone di analizzare il tema della esposizione ai CEM a radiofrequenza con particolare riguardo al tema della comunicazione del rischio. I risultati del progetto sono presentati nel presente volume in cui si tratterà delle attuali conoscenze scientifiche e delle evidenze epidemiologiche del fenomeno costruendo un quadro critico di esse, si farà una analisi di come viene trattato dai mass-media l'argomento, proponendo le possibili strategie comunicative per una informazione corretta. Infine, si analizzerà la normativa italiana nazionale ed internazionale sull'argomento, con particolare attenzione ai limiti di esposizione stabiliti e ai riferimenti scientifici a cui tali norme fanno riferimento.

Le informazioni contenute in questo rapporto sono indirizzate principalmente ai decisori, che devono contemporaneamente fronteggiare le controversie con il pubblico, l'incertezza scientifica, la necessità di garantire l'operatività degli impianti esistenti e l'esigenza di trovare siti appropriati per quelli nuovi. Il gruppo di lavoro che ha collaborato al progetto è costituito dai massimi esperti nazionali nel campo degli studi sugli effetti sanitari correlabili con le esposizioni ai campi elettromagnetici correlabili con la Organizzazione Mondiale della Sanità.

Riferimenti bibliografici

- Bernardini A. (a cura di). "L'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza", Ed. Freshfields Bruckhaus Deringer, 2002
- Botti C., Comba P. Ethical consideration concerning the regulation of human exposure to electromagnetic fields. *Epidemiology* 2000;11(2): 225-227.
- Boutonnet M., Guégan A. Historique du principe de précaution. In: Kourilsky P, Viney G. Le principe de précaution. Rapport au Premier Ministre. Odile Jacob Editions, Paris. 2000 pp. 253-276
- OMS. Come stabilire un dialogo sui rischi dei campi elettromagnetici. Ed. OMS, Bologna, 2002.

Capitolo 1

IL FENOMENO FISICO DELL'ELETTROMAGNETISMO

1.1 Descrizione del fenomeno

Data la natura dell'argomento trattato e gli obiettivi comunicativi che la ricerca si propone, sembra opportuno introdurre alcuni concetti fisici di base, utili per una migliore comprensione delle tematiche successivamente trattate (in particolare epidemiologia e normativa sulle radiofrequenze), esponendo in modo schematico e senza pretese di completezza le conoscenze attualmente disponibili sui due costituenti fondamentali dell'universo, cioè la materia e la radiazione. Una delle particelle fondamentali della materia è l'atomo. Esso è la più piccola parte di una sostanza capace di mantenerne le proprietà chimiche e fisiche. Nel contempo l'atomo è la principale sorgente di radiazioni sia elettromagnetiche che corpuscolari. In un modello semplificato della materia l'atomo è composto di un nucleo a carica positiva e di particelle molto più leggere, gli elettroni, di carica negativa, che gli ruotano intorno in orbite energeticamente ben definite. Col termine radiazione vengono descritti fenomeni apparentemente assai diversi tra loro. Caratteristica comune a tutti questi tipi di emissione è il trasporto di energia nello spazio e il suo possibile assorbimento da parte della materia incontrata lungo il suo cammino. Riguardo alla radiazione elettromagnetica osserviamo che quando interagisce con la materia possono realizzarsi due effetti:

- 1) la radiazione può essere in grado di trasferire agli elettroni presenti nella materia una energia superiore a quella che li lega al loro atomo di appartenenza. Ne consegue che l'elettrone abbandona l'atomo che, privato di una carica elettrica, non risulta più neutro ma carico positivamente, dato che l'elettrone ha carica elettrica negativa. Questo processo prende il nome di ionizzazione della materia. L'atomo divenuto positivamente carico viene indicato col nome di ione, la radiazione capace di produrre ioni prende il nome di radiazione ionizzante. Esempio di radiazioni ionizzanti sono i raggi X e i raggi gamma;
- 2) può accadere che la radiazione elettromagnetica non risulta in grado, dal

punto di vista energetico, di allontanare definitivamente un elettrone dalla sua orbita atomica. Non è quindi in grado di produrre ioni, pur essendo in grado di trasferire una certa quantità di energia che induce processi di eccitazione nell'atomo, legati a moti vibrazionali e rotazionali innescati nell'elettrone stesso durante l'interazione. In questo caso si adotta il termine di radiazione non ionizzante o NIR, dall'acronimo delle parole inglesi, *non ionizing radiation*.

Quindi, con NIR si individua questo caso caratterizzato da un meccanismo primario di interazione con la materia che non è quello della ionizzazione. Le radiazioni non ionizzanti comprendono campi elettrici e magnetici statici, quelli a frequenze estremamente basse (ELF), le radiofrequenze (RF), le microonde (MW), la radiazione infrarossa (IR), la luce (VIS) e la radiazione ultravioletta (UV). Una prima considerazione è che trattando nel documento le radiofrequenze, ci troviamo esclusivamente nell'ambito delle radiazioni non ionizzanti. L'azione lesiva delle radiazioni è la diretta conseguenza dei processi fisici di eccitazione e/o ionizzazione degli atomi e delle molecole che costituiscono i tessuti biologici, quindi l'organismo umano. La distinzione tra radiazioni ionizzanti e NIR riveste una grande importanza anche per quel che riguarda, allo stato attuale delle conoscenze, gli effetti biologici accertati e la loro gravità.

La soglia tra radiazioni ionizzanti e quelle non ionizzanti, non determinabile in termini precisi, si colloca comunque tra la radiazione ultravioletta e i raggi X di bassa energia. Abbiamo già introdotto in questa prima parte alcuni termini, quali radiazione elettromagnetica, campo elettrico, campo magnetico, e la relazione tra campo e radiazione, che meritano degli approfondimenti. In fisica, quando su un oggetto si esercita una forza, ma non solo in un certo istante ed in un certo punto dello spazio, ma sempre ed in qualunque punto della zona di spazio in cui esso venga a trovarsi, si parla non più genericamente di una forza, ma di un campo di forze. Una carica elettrica per la sua sola presenza nello spazio genera in esso un campo elettrico, e solo altre cariche elettriche sono in grado di risentirne l'azione, ovvero di risentire di una forza direttamente legata alla presenza della prima carica, definita sorgente del campo elettrico. Per definizione ogni carica può essere intesa come sorgente di un campo elettrico. Il ruolo di sorgente del campo o di chi ne subisce l'azione è solo legato a una convenzione o alla presenza di forti differenze esistenti tra le cariche in gioco, dove il più forte viene definito sorgente. Il campo elettrico ha una sua peculiarità dovuta al fatto che esistono cariche di due segni. Ciò comporta che le forze in gioco possono essere sia di natura attrattiva, quando le cariche sono di segno opposto, che repulsiva, quando le cariche sono di segno uguale. Il concetto di campo elettrico (E) è stato introdotto in fisica per descrivere la natura e la distribuzione nello spazio delle forze che, generate da cariche elettriche, fanno risentire la propria azione su altre cariche elettriche. Nel sistema internazionale delle unità di misura (SI), l'intensità del campo elettrico viene espressa in volt al metro (V/m) e i suoi multi-

pli, o sottomultipli. Per mezzo della forza che esercita sulle cariche, il campo elettrico è in grado di provocare correnti elettriche, cioè spostamenti di carica, in tutti i materiali dotati di una conducibilità elettrica non nulla (quindi anche nei tessuti biologici). Per questo motivo è necessario distinguere i due casi nei quali:

- a) quello in cui le cariche elettriche sorgenti del campo siano ferme nello spazio, precedentemente descritto;
- b) quello in cui le cariche elettriche sorgenti del campo si muovano nello spazio, a costruire una corrente elettrica.

Sarebbe possibile descrivere la corrente elettrica con il solo campo elettrico ma lo studio risulta notevolmente semplificato introducendo un nuovo tipo di campo. L'osservazione fondamentale è che una corrente elettrica, la cui unità di misura è l'ampere (A), fa risentire una forza su un'altra corrente che circoli nelle sue vicinanze. Il campo di forze così generato è quello che prende nome di campo magnetico. Poiché le correnti possono fluire secondo due versi tra loro opposti, anche per il campo magnetico possono generarsi forze attrattive o repulsive. Attraverso il concetto di campo magnetico descriviamo la perturbazione delle proprietà dello spazio determinata dalla presenza di una corrente elettrica, perturbazione che si manifesta con una forza che agisce su ogni altra corrente elettrica presente nel campo. Questo viene comunemente descritto o mediante il campo magnetico, H , che si misura in ampere al metro (A/M), oppure attraverso il vettore, B , detto densità di flusso magnetico o, più semplicemente, campo di induzione magnetica, la cui misura è il tesla (T). Nel vuoto e nell'aria, B ed H sono legati tra loro da una semplice relazione di proporzionalità e, quindi, per descrivere un campo magnetico in aria, o in materiali non magnetici (comprese le sostanze biologiche), è sufficiente specificare solo una di queste due grandezze fisiche. Affrontiamo ora un'altra interessante situazione. Abbiamo descritto che le cariche elettriche e le correnti elettriche sono le sorgenti rispettivamente del campo elettrico e del campo magnetico. Nella situazione in cui le cariche siano ferme nello spazio o si muovano di moto uniforme (corrente continua), a velocità e direzione costanti, la quantità di carica e la corrente sono stazionarie, costanti nel tempo. Da questa situazione si osserva che a cariche ferme si genera un campo elettrico la cui intensità, costante in ogni punto dello spazio, dipende dalla quantità di carica presente e dalla sua geometria. Nel caso di correnti continue si genera sia un campo elettrico sia un campo magnetico le cui intensità sono costanti nel tempo (campi statici). Può accadere che le cariche non siano ferme o si muovano a velocità non costante. Un metodo semplice che generalmente si utilizza per analizzare i fenomeni variabili nel tempo consiste nel considerare il moto di una carica che oscilla entro un segmento di materiale conduttore, di cui definiamo i due estremi con le lettere A e B e il punto intermedio con C. Questo sistema si chiama dipolo elettrico.

La prima considerazione che effettuiamo è sulla misura dell'intensità del campo elettrico (o del campo magnetico) nel tempo. Si osserva che l'andamento

nel tempo dell'intensità dei campi segue un andamento oscillatorio. Il tempo T necessario alla carica, nel dipolo, per compiere una oscillazione completa (partire da un'estremità A per arrivare all'altra estremità B e tornare indietro al punto iniziale passando per il punto centrale C) coincide con il tempo che intercorre fra due valori massimi del campo. Questo tempo prende il nome di periodo dell'onda ed è espresso in secondi (s), o suoi multipli o sottomultipli. L'inverso del suo valore corrisponde, per definizione, al numero di oscillazioni complete effettuate dalla carica in un secondo. Questa è una importante grandezza detta frequenza del campo variabile nel tempo ed è espressa in hertz (Hz), ed anche in questo caso sono molto usati i suoi multipli. La frequenza di $1 Hz$ corrisponde a una oscillazione completa al secondo; un battito cardiaco di 60 pulsazioni al minuto, pari ad una pulsazione al secondo, ha quindi proprio la frequenza di $1 Hz$. Spostiamo ora la nostra attenzione all'osservazione dell'intensità del campo elettrico (o del campo magnetico) nello spazio.

Se fotografassimo ad un certo istante i valori dell'intensità del campo nei diversi punti dello spazio e ne facessimo un grafico, otterremmo un andamento oscillatorio del tutto simile a quello precedentemente individuato al variare del tempo. In altre parole, i campi elettrici e magnetici prodotti dal dipolo presentano sia una periodicità temporale (in qualsiasi punto dello spazio), sia una periodicità spaziale (in qualsiasi istante preso in considerazione). La periodicità spaziale è caratterizzata dalla distanza intercorrente fra due valori massimi che, prendono il nome di lunghezza d'onda. Essa si esprime in metri (m) o mediante i suoi multipli o sottomultipli. È importante ricordare che la frequenza di un'onda e la sua lunghezza d'onda, rappresentano due aspetti complementari di una stessa realtà fisica, sono due grandezze fra loro correlate e nel caso della propagazione in aria o nel vuoto, nota una si può calcolare il valore dell'altra, e viceversa. Per completezza è però utile ricordare che la vera "targa" di un campo variabile nel tempo è la sua frequenza, perché la corrispondente lunghezza d'onda dipende anche dalla natura del mezzo in cui il campo stesso si propaga (aria, acqua, muscolo, ...). Quindi, facendo oscillare una carica lungo un conduttore, siamo in grado di generare, nello spazio circostante, un campo elettrico e un campo magnetico entrambi caratterizzati dalla frequenza, f , uguale a quella con cui oscilla la stessa carica sorgente, e da una lunghezza d'onda, C , a questa correlata mediante una semplice formula $f \times \lambda = C$, che ricorda il fatto che il prodotto di λ per f deve sempre essere uguale al valore della velocità con cui si propaga la luce nel mezzo preso in considerazione (aria, o tessuti ed organi del nostro corpo). Vediamo, infine, quanto descritto in precedenza dipenda dalla frequenza. La caratteristica più importante che si nota è che il campo magnetico variabile nel tempo provoca un fluire di correnti elettriche all'interno di oggetti conduttori (compresi i tessuti biologici) che vengano a trovarsi nel suo raggio d'azione, correnti che non si sarebbero generate in sua assenza, o in presenza di un campo magnetico statico. Poiché le correnti elettriche sono prodotte da un campo elettrico, se ne deve dedurre che un campo elettrico può essere generato,

oltre che da una distribuzione di carica elettrica, anche da un campo magnetico variabile nel tempo; analogamente, si dimostra che un campo magnetico può essere generato, oltre che da una distribuzione di corrente elettrica, anche da un campo elettrico variabile nel tempo. Quando si è in regime variabile nel tempo, il campo elettrico e il campo magnetico divengono, reciprocamente, uno sorgente (cioè causa) dell'altro. Grazie a questa interdipendenza, i campi non si mantengono più localizzati attorno alla loro sorgente (come i campi statici e quelli caratterizzati da frequenze relativamente basse) ma si propagano a distanza indefinita nello spazio, assumendo una struttura detta di tipo radioattivo. In questa situazione il campo elettrico e il campo magnetico risultano perpendicolari tra di loro e alla direzione di propagazione e tra le loro ampiezze esiste una relazione matematica che permette di determinarne una quando sia nota l'altra. Considerata la stretta relazione esistente in questa situazione, tra campo elettrico e campo magnetico, si introduce in questo caso una nuova grandezza, il campo elettromagnetico, caratterizzato dalla presenza contemporanea di un campo elettrico ed un campo magnetico variabili e mutuamente dipendenti. In molti casi importanti, le ampiezze dei campi radiativi variano in modo sinusoidale sia nel tempo sia nello spazio e si parla in questo caso di onde elettromagnetiche, cioè una delle modalità più comuni e importanti con cui è possibile descrivere la propagazione di un campo elettromagnetico. Un'onda elettromagnetica è caratterizzata da grandezze quali l'intensità (legata all'ampiezza dell'onda) e, come indicato in precedenza, la frequenza e la lunghezza d'onda. La frequenza delle onde elettromagnetiche può coprire un vastissimo intervallo di valori, definito come spettro elettromagnetico. Per motivi pratici, per semplificare i riferimenti e la terminologia, lo spettro (insieme delle onde di varia frequenza che accompagnano una data radiazione) delle onde elettromagnetiche è stato suddiviso in regioni che assumono denominazioni diverse in base alla frequenza e/o alla lunghezza d'onda, all'energia associata e all'utilizzo. Le diverse regioni che lo compongono sono: Campi statici, Campi ELF (campi a frequenze estremamente basse), Campi LF (a bassa frequenza), Onde a radiofrequenza, Microonde, Infrarosso, Luce, Raggi ultravioletti, Raggi X, Raggi Gamma. La frequenza non è solo il parametro più rappresentativo di un campo, ma è anche quello che principalmente influenza le sue modalità d'interazione con un sistema biologico e, quindi, ne condiziona gli effetti, al punto che un campo elettromagnetico di data intensità può essere pressoché innocuo, o molto pericoloso, a seconda della sua frequenza. L'intensità indica l'effettiva entità delle forze che un campo elettromagnetico può esercitare. Qualunque fenomeno di interazione, quindi, è normalmente tanto più evidente quanto più la radiazione è intensa. L'intensità è legata anche alla densità di potenza della radiazione, ovvero la quantità d'energia che investe, nell'unità di tempo, una superficie unitaria posta ortogonalmente alla direzione di propagazione. La densità di potenza viene espressa in watt al metro quadrato (W/m^2) e, a grandi distanze dalla sorgente, risulta uguale al prodotto delle ampiezza del campo elettrico e del campo

magnetico e decresce in misura proporzionale all'inverso del quadrato della distanza della sorgente.

1.2 Le sorgenti

Le radiazioni elettromagnetiche ionizzanti e non ionizzanti presentano nella società moderna una gamma di utilizzi estremamente ampia, che tocca i più svariati settori, molti dei quali di fondamentale importanza. Non sempre l'energia in gioco in tutte queste applicazioni, una volta emessa dai vari tipi di sorgente, viene completamente utilizzata nello svolgimento del compito assegnato e quindi, o per motivi intrinseci o per diverse altre ragioni, parte dell'energia si distribuisce nell'ambiente circostante, portando i livelli di esposizione ambientale a valori più alti di quelli riscontrabili in assenza delle sorgenti stesse.

Nel paragrafo 3.2.4 vengono presentati, solo per l'ambito lavorativo, le principali sorgenti e i livelli di esposizione da queste prodotti nelle loro vicinanze. Le frequenze comprese nelle radiofrequenze (100 kHz – 300 GHz), che costituiscono il principale oggetto dello studio, non hanno applicazioni che comportino un'esposizione apprezzabile della popolazione, anche se il settore è oggi oggetto di vari studi volti a colmare un evidente debito conoscitivo. In questa gamma sono di particolare interesse le frequenze classificate come microonde (300 MHz - 300 GHz) che vediamo essere un ampio intervallo di frequenze, molto eterogeneo anche per modalità di emissione e di esposizione. Rientrano in questo ambito le esposizioni connesse con la presenza di: impianti di emissione televisivi, apparecchiature industriali (saldatrici-incollatrici), impianti fissi per telefonia mobile, telefoni cellulari, radar, risonanza magnetica, marconiterapia, forni a microonde, radioterapia.

Riferimenti bibliografici

Grandolfo M. I concetti fisici di base, pp. 15-28. In: Lega Italiana per la Lotta contro i Tumori. Campi elettrici e magnetici statici e a frequenze estremamente basse (ELF). Rischio cancerogeno. Ed. LILT, 2004.

Capitolo 2

IL PRINCIPIO DI PRECAUZIONE

A cura di Aldo Rosano

2.1 Il principio di precauzione. Etimologia ed origini

Il termine “principio di precauzione” (precautionary principle) è stato introdotto nel vocabolario inglese come traduzione della parola tedesca *Vorsorgeprinzip*. Una traduzione alternativa potrebbe essere “principio di previsione” (foresight principle), che ha una connotazione anticipatoria - una idea attiva, positiva – mentre a molti il termine precauzione suona negativo. Nella politica ambientale tedesca, il *Vorsorgeprinzip* prefigura la ricerca sociale volta all’innovazione, alla sostenibilità ed alla creazione di nuovi impieghi (Boutonnet, 2000). Negli Stati Uniti, il principio di precauzione viene propugnato dagli ambientalisti e dai sostenitori della sanità pubblica. Questi giudicano la politica ambientale statunitense più votata alla minimizzazione del danno piuttosto che all’approccio precauzionale. Per l’adozione di azioni preventive si richiede un alto livello di certezza del danno, si privilegia quindi la gestione del rischio rispetto alla sua prevenzione. La scelta di una condotta politica cautelativa nei confronti dei possibili effetti negativi derivanti dall’esposizione prolungata ai campi elettromagnetici costituisce un serio problema di salute pubblica. Il principio di precauzione rappresenta una risposta ai rischi a cui viene esposto l’ambiente. Si tratta, infatti, di un principio che tende ad anticipare i fattori di incertezza relativi all’effettività dei danni prodotti da alcune forme di inquinamento promuovendo quelle strategie politiche che salvaguardino l’ambiente ed il complesso di equilibri tra esso e la collettività, al di là della conoscenza perfetta del rischio. Il principio di precauzione nella sua essenza supera non solo la logica della bonifica dei danni ambientali, ma va anche oltre la politica della prevenzione. Esso non mira soltanto a prevenire rischi prevedibili, calcolabili o quasi sicuri, bensì ad evitare anche quei rischi che sono solo probabili ed eventuali. Il principio di precauzione è stato al centro dell’attenzione del mondo scientifico così come del diritto internazionale. Nei paragrafi seguenti ne analizzeremo i fondamenti distintamente per l’ambito scientifico e quello normativo, che a sua volta basa i suoi dettami sulle evidenze scientifiche.

2.2 Il principio di precauzione e la comunità scientifica

Il principio di precauzione o principio cautelativo, è un insieme di regole adottate per evitare un possibile danno futuro legato a rischi non completamente accertati (Botti, 2000; Comba 2004). La precauzione è un aspetto della prudenza, riguarda soprattutto coloro che devono prendere decisioni ed è caratterizzata da tre aspetti principali: l'individuazione di procedure che determinano l'attribuzione di responsabilità specifiche; la codifica di prassi volte a valutare e gestire i rischi potenziali; lo sviluppo di iniziative di informazione e comunicazione tese a coinvolgere il pubblico nei processi di gestione del rischio. Il principio di precauzione, quindi, non è in se stesso un principio morale, ma piuttosto una procedura di supporto ai processi decisionali, che si applica quando sono insufficienti le informazioni riguardo un possibile effetto avverso che potrebbe manifestarsi nel futuro, di solito come risultato della diffusione di una determinata tecnologia.

A tal proposito è opportuno distinguere tra i concetti di *ignorance*, *precaution* e *prevention* in merito agli effetti prodotti dagli agenti presi in considerazione. All'*ignorance*, si ascrivono i casi in cui non si conoscono gli effetti di un agente conosciuto, tale situazione può essere fonte di sorprese o comunque di effetti imprevedibili. Alla *precaution* si riferiscono quelle situazioni in cui vi sono delle incertezze scientifiche, tali per cui si conoscono quali possono essere i possibili effetti di un determinato agente, ma non si conoscono le probabilità con cui tali effetti si verifichino. Oggetto della *prevention* sono quegli agenti i cui rischi sono sufficientemente ben caratterizzati e di essi sono conosciuti sia gli effetti che le probabilità con cui si verificano. Per i possibili effetti derivanti dall'esposizione a CEM, l'obiettivo difficoltà di creare politiche cautelative coerenti ed omogenee è data dall'ubiquità dell'esposizione e dalla ampia variabilità dei livelli e degli intervalli dei CEM negli ambienti urbani (Gee, 2003).

L'ICNIRP, proprio per la metodologia seguita nell'analisi dei risultati delle indagini scientifiche per la determinazione di livelli di intervento, non considera possibile l'applicabilità del principio di precauzione per tutte le frequenze dell'intero spettro elettromagnetico. Anche se non esclude tale possibilità, soprattutto dove sono più consistenti i risultati delle indagini epidemiologiche svolte, cioè le basse frequenze associate all'esposizione a campi magnetici in prossimità di linee elettriche ad alta tensione. Per le alte frequenze permane la perplessità dell'adozione di un principio cautelativo, proprio per lo stato di *ignorance* in cui per il momento ci si trova (ICNIRP, 2002).

Oltre al principio di precauzione, che rappresenta quindi una politica di gestione del rischio in presenza di un alto grado di incertezza scientifica, sono stati affermati altri principi per affrontare adeguatamente problemi di tutela della salute e dell'ambiente. La politica del *prudent avoidance* prescrive l'adozione di misure a basso costo per ridurre l'esposizione a campi elettromagnetici, anche in assenza di rischi dimostrati. Questa politica ha trovato attuazione soprattutto nei settori elettrici dell'Australia, Svezia, e in alcuni degli Stati Uniti. La politica

dell'ALARA (As Low As Reasonably Achievable) persegue invece l'obiettivo di minimizzare i rischi conosciuti, mantenendo l'esposizione *al più basso livello ragionevolmente raggiungibile* (ICRP, 1977). Attualmente è attuata solo riguardo alle radiazioni ionizzanti, mentre per le radiazioni non ionizzanti si parla, per il momento, di danno eventuale.

Di recente, l'organizzazione mondiale della sanità (OMS) e la Commissione Europea hanno convenuto di applicare il principio di precauzione, previsto dal trattato di Roma, ai campi elettromagnetici, limitatamente alle frequenze estremamente basse ed alle radiofrequenze. In particolare si è stabilito che il principio di precauzione "dovrebbe essere invocato quando vi è una buona ragione, basata sulle evidenze empiriche o su una plausibile ipotesi di causa, per credere che potrebbero determinarsi effetti negativi sulle persone, anche se la producibilità del danno è remota; e quando una scientifica valutazione delle conseguenze e delle probabilità rivela un'incertezza che non sia ancora possibile stabilire il rischio con sufficiente confidenza per informare chi deve prendere le decisioni". Ancora: "nel contesto dei campi elettromagnetici vi è sufficiente evidenza per invocare il principio di precauzione sia per i campi elettromagnetici a frequenza estremamente bassa che per quelli a radiofrequenza (WHO, 2003).

2.3 Il principio di precauzione nel diritto internazionale

Il primo riconoscimento, a livello internazionale, del principio di precauzione risale alla Carta Mondiale della Natura, adottata dall'Assemblea Generale delle Nazioni Unite nel 1982. Successivamente tale principio è stato richiamato in diverse convenzioni internazionali sulla protezione dell'ambiente. In realtà il principio di precauzione venne già invocato come raccomandazione generale 10 anni prima, nella dichiarazione finale della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente a Stoccolma nel 1972, per poi essere applicato nella Convenzione di Vienna nel 1985 e poi ancora negli atti scaturiti dalle conferenze internazionali sulla protezione del Mare del Nord, che si tengono periodicamente fin dal 1984.

Fino ad allora gli atti internazionali in tema di protezione dell'ambiente erano fondati sul principio della così detta *capacità di assimilazione*, secondo cui la quantità permessa di emissioni inquinanti era calcolata in base alla capacità presunta dell'ambiente di assorbire e neutralizzare gli effetti nocivi delle emissioni in questione. Tale principio aveva rilevato i propri limiti mano a mano che il progresso delle conoscenze scientifiche evidenziava la difficoltà di determinare con sufficiente precisione, da una parte, la quantità di agenti inquinanti che un dato ambiente è in grado di assorbire senza danno e, dall'altra, il legame di causalità tra le sostanze immesse e gli effetti della contaminazione ambientale. Hanno cominciato così ad affermarsi principi preventivi e prudenziali, che a loro volta hanno preparato il terreno alla formulazione del principio di precauzione accolta nelle dichiarazioni finali delle conferenze sul Mare del Nord.

In occasione della Conferenza delle Nazioni Unite sull'ambiente e lo sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro nel giugno del 1992, veniva sottoscritta la *Convenzione sulla diversità biologica* che, nel preambolo sanciva: "è di vitale importanza anticipare, prevenire, ed attaccare alla fonte le cause di significativa riduzione o perdita della diversità biologica" e aggiungeva "... ci sia una minaccia di riduzione rilevante o di perdita della diversità biologica, non si deve addurre la mancanza di una completa sicurezza scientifica come motivo per differire le misure che permetterebbero di evitare o di ridurre al minimo questa minaccia". La dichiarazione indicava, inoltre, le quattro componenti chiave del principio:

- assumere provvedimenti preventivi anche in presenza di incertezze;
- trasferire la responsabilità di raccogliere prove sul soggetto proponente l'attività;
- esplorare il più ampio range di alternative possibili ad un'azione potenzialmente dannosa;
- incrementare la partecipazione pubblica al processo decisionale.

L'applicazione del principio di precauzione nell'ambito della politica comunitaria è chiaramente enunciata nell'articolo 174, par. II, del Trattato Istitutivo dell'Unione Europea (UE) - oggi trasfuso nell'articolo III-129 del Progetto di Trattato che istituisce una Costituzione per l'Europa - che così recita: "la politica dell'Unione in materia ambientale mira ad un elevato livello di tutela, tenendo conto della diversità delle situazioni nelle varie regioni dell'Unione. Essa è fondata sui principi della precauzione e dell'azione preventiva, sul principio della correzione, in via prioritaria alla fonte dei danni causati all'ambiente, nonché sul principio *chi inquina paga*."

Il Trattato della UE contiene quindi un riferimento esplicito al principio di precauzione, in riferimento alla protezione ambientale. Tuttavia, nella pratica, il campo di applicazione del principio è molto più vasto e si estende anche alla politica dei consumatori e alla salute umana, animale e vegetale.

Con una risoluzione adottata il 13 aprile 1999 il Consiglio Europeo demandava alla Commissione Europea, fra l'altro, "di lasciarsi guidare ancor più, per il futuro, dal principio di precauzione nel preparare proposte legislative e nelle altre sue attività legate ai consumatori e di elaborare, in modo prioritario, delle linee guida chiare ed efficaci per l'applicazione di questo principio". Allo scopo di disciplinare il ricorso al principio di precauzione da parte degli stati membri, con quella risoluzione il consiglio europeo individuava le quattro componenti della valutazione del rischio:

- I) l'identificazione del danno, che consiste nello scoprire gli agenti biologici, chimici o fisici che potrebbero avere effetti negativi;
- II) la caratterizzazione del danno, che consiste nel determinare in termini quantitativi e/o qualitativi, la natura e la gravità degli effetti negativi legati agli agenti o all'attività in questione;
- III) la valutazione dell'esposizione, che consiste in una valutazione qualitativa/quantitativa della probabilità di esposizione dell'agente esaminato;

- IV) la caratterizzazione del rischio, che corrisponde ad una valutazione quantitativa e/o qualitativa, tenendo conto delle relative incertezze, della probabilità, frequenza e gravità degli effetti negativi, potenziali o conosciuti, che potrebbero verificarsi per l'ambiente o la salute.

La Commissione Europea ha risposto all'appello del Consiglio Europeo con una comunicazione COM(2000)1, del 2 febbraio 2000. Tra gli obiettivi indicati nel testo della comunicazione emergono due punti: il diritto all'informazione da parte di tutte le parti interessate; le modalità con cui la Commissione applica o intende applicare il principio di precauzione al momento di adottare decisioni collegate alla limitazione dei rischi. Un altro obiettivo enunciato è quello relativo ai criteri che mettono in atto il ricorso al principio di precauzione e che chiariscono il suo ruolo nell'adozione delle decisioni, individuando orientamenti per la sua applicazione sulla base di principi logici e coerenti. Tra gli atti politico-normativi dell'Unione Europea in tema di precauzione si ricordano: il parere del Comitato economico sociale del 12 luglio 2000, nel quale sono state espresse riserve in merito alle basi giuridiche e all'applicazione del principio di precauzione; la risoluzione del Consiglio del 4 dicembre 2000, che ha definito una serie di linee direttrici intese a chiarire le modalità di applicazione del principio, fornendo indicazioni sulle responsabilità delle autorità pubbliche e sulla partecipazione della società civile; infine, la risoluzione adottata il 14 dicembre 2000 dal Parlamento europeo nella quale si auspica l'elaborazione di linee chiare per l'applicazione del principio di precauzione e s'invita la Commissione a promuovere tale impostazione nelle sedi internazionali.

La Commissione Europea ha successivamente indicato i criteri di applicazione del principio di precauzione, distinguendo tra principio di precauzione, da intendersi come svolgimento di un processo valutativo, e adozione di misure precauzionali, da intraprendere nel caso il processo valutativo dia esito positivo. Vi è consenso sul fatto che le misure da adottare in base al principio di precauzione debbano essere proporzionate al livello di tutela che si intende garantire, non discriminatorie, coerenti con misure intraprese in situazioni analoghe, basate su un bilancio costo-beneficio determinato non solo in relazione a valutazioni economiche e soggette a revisione periodica. Tuttavia, il documento non esaurisce la relazione tra il valore dei beni materiali, che sono ben definiti, e valori non materiali, lasciata alla valutazione dei singoli soggetti decisorii.

2.3.1 Il principio di precauzione nel diritto dei paesi dell'Unione Europea

La Francia

Di recente la Francia si è resa promotrice di una importante iniziativa legislativa per la tutela dell'ambiente. Si tratta di una "Carta dell'ambiente", una legge di

rango costituzionale, approvata a larga maggioranza il 28 febbraio 2005 dal Congresso francese. La Carta sancisce che la difesa dell'ambiente deve essere perseguita allo stesso titolo degli altri interessi fondamentali della nazione e disciplina diritti e doveri fondamentali in materia ambientale. I dieci principi della Carta dell'ambiente vanno dal "diritto di vivere in un ambiente equilibrato e favorevole alla salute" fino alla promozione dello "sviluppo durevole", al "diritto all'accesso all'informazione e all'educazione e alla formazione". In particolare all'art. 5 recita "quando si teme il verificarsi di un danno, benché incerto secondo lo stato delle conoscenze scientifiche, che potrebbe colpire in modo grave e irreversibile l'ambiente, le autorità pubbliche vigilano, applicando il principio di precauzione nella loro sfera di competenza, perché siano messe in atto le procedure di valutazione dei rischi e l'adozione di misure provvisorie e proporzionali allo scopo di evitare il verificarsi del danno". Il principio di precauzione assurgerebbe, quindi, a principio costituzionale e sarebbe il principio aspiratore dell'azione dell'autorità pubblica in tema di prevenzione del danno ambientale.

La Germania

Come abbiamo visto in precedenza, il principio di precauzione viene formalizzato per la prima volta in questo paese e viene citato in diversi testi legislativi, in particolare nelle leggi federali del 15 luglio 1985 sull'energia nucleare, del 14 maggio 1990 sulla protezione dagli effetti nocivi sull'ambiente prodotti dall'inquinamento dell'aria, le piogge acide, e fenomeni simili, e nella legge federale del 16 dicembre 1993 sulle biotecnologie.

L'inserimento di questo principio nei testi normativi ha permesso alla giurisprudenza di forgiare un autentico principio giuridico, in particolare nel campo del nucleare, dove la legge dispone che l'autorizzazione ad un impianto nucleare può essere accordata solo se "vengono prese le precauzioni richieste, secondo lo stato delle conoscenze scientifiche e tecnologiche, contro i danni che possono essere causati dalla costruzione o dallo sfruttamento dell'installazione".

Così, in un importante decisione dell'8 agosto 1978 riguardante il reattore nucleare di Kalkar, la Corte costituzionale ha confermato l'obbligo d'adottare misure di precauzione sia contro i pericoli identificati sia contro i rischi non ancora identificati. Tuttavia, la Corte ha parimenti definito un livello di "rischio residuale" che la popolazione deve accettare, poiché "esigere dalla legislazione che possa escludere in modo certo qualsiasi danno come diritto fondamentale renderebbe impossibile la concessione d'una autorizzazione da parte delle autorità amministrative". Il giudice tedesco concede al potere esecutivo un margine di valutazione dei rischi relativamente importante. Il controllo giurisdizionale si limita a verificare che la decisione sul contenzioso poggi su notizie sufficienti e su presupposti non arbitrari.

La Svezia

Il principio di precauzione è ben radicato nel diritto svedese, ma le autorità sono assai restie a metterlo in atto. D'altronde, la Svezia ha sviluppato quello che può essere considerato come un succedaneo del principio di precauzione con l'istituzione, nel 1986, d'una amministrazione speciale incaricata di controllare i prodotti chimici e di mettere in opera il "principio di sostituzione", che obbliga i produttori o gli importatori di prodotti chimici a produrre o importare le sostanze meno pericolose tra quelle che sono disponibili sul mercato.

L'Olanda

In questo paese non esiste una legge che impone alle autorità di mettere in opera il principio di precauzione, anche se la legislazione ne assume qualche elemento implicito. Per esempio, la legge quadro sulla gestione dell'ambiente, entrata in vigore nel 1980, prevede che "tutte le persone che vengono a conoscenza, o che potrebbero ragionevolmente supporre, che i suoi atti od omissioni potrebbero generare delle conseguenze negative per l'ambiente, è obbligato a rinunciare ai suoi atti, nella misura in cui questa esigenza è ragionevole, allo scopo d'evitare tali conseguenze, o, nella misura in cui non è possibile evitare queste conseguenze, di limitarle il più possibile o di annullarli".

Inoltre, diversi testi normativi fanno menzione esplicita del principio di precauzione: il memorandum sul cambiamento climatico del 1991 o ancora il piano nazionale della politica ambientale del 2001. È, d'altronde, previsto che il principio sia contenuto nella legislazione nazionale, ma il Governo dovrà attendere l'entrata in vigore della direttiva europea sulla responsabilità ambientale. Ciò non impedisce che in un giudizio il principio di precauzione possa essere invocato e i giudici non sembrano esitare a prenderlo in considerazione.

Tuttavia, l'interpretazione data a questo principio varia da un tribunale all'altro. In un processo del 2002 riguardante la direttiva "habitats", la giustizia olandese ha posto una questione pregiudiziale alla Corte di Giustizia delle Comunità Europee, perché questa fornisca la sua interpretazione su questo principio.

Il Belgio

Il primo testo legislativo nazionale a riconoscere il principio di precauzione è stato la legge federale del 20 gennaio 1999 relativa alla protezione dell'ambiente marino nelle acque sottoposte alla giurisdizione belga. In precedenza, figurava già nel decreto del 5 aprile 1995 della regione fiamminga contenente disposi-

zioni generali riguardanti la politica ambientale (al contrario la regolamentazione della regione vallone e di Bruxelles capitale l'ignoravano).

Il Consiglio di Stato ha esteso il campo di applicazione del principio all'intero Belgio con la sua decisione *Venter*, del 20 agosto 1999, deliberando che il diritto costituzionale alla protezione della salute e ad un ambiente sano include tale principio.

La Gran Bretagna

Il principio di precauzione è un principio guida delle politiche relative all'ambiente secondo il "Libro bianco" sull'ambiente, dove però l'aspetto economico delle misure da prendere è fondamentale. La giurisprudenza sembra reticente riguardo al principio di precauzione. Nella celebre causa *Duddridge*, in cui si decideva dell'infossamento, richiesto in ragione del rischio di leucemia per la popolazione scolare, d'un cavo elettrico ad alta tensione che passava davanti una scuola, i giudici inglesi hanno rifiutato, in due sentenze del 3 ottobre 1994 e del 6 ottobre 1995, di applicare il principio di precauzione poiché né il "Libro bianco", né il trattato istitutivo dell'Unione Europea ne permettono una applicazione diretta in Inghilterra: il primo perché non rimette in causa il potere discrezionale del ministro, il secondo perché l'attuale articolo 174 del trattato non può – secondo la giurisprudenza della Corte di Giustizia delle Comunità Europee – fornire criteri per l'azione degli Stati membri in tema d'ambiente.

L'Italia

Il principio di precauzione non trova origine nel nostro ordinamento, ma in questi ultimi anni sta via via prendendo sempre più importanza non solo a livello legislativo ma anche giurisprudenziale. Il principio di precauzione si è sviluppato nel contesto delle normative a protezione dell'ambiente e in particolare viene invocato proprio in tema di rischi per la salute connessi alla esposizione a CEM nella nel D.M. 381/1998 e nella legge quadro 36/2001. L'art. 1 della legge 36/2001 accoglie l'approccio precauzionale citando espressamente, e per la prima volta, il principio di precauzione. Tra le finalità della legge compare la promozione della ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine delle esposizioni e l'attivazione delle misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione. Un primo implicito riconoscimento del principio in realtà si può comunque già rinvenire nel decreto 381 del 10 settembre 1998 che regolava i limiti dei CEM a radiofrequenza compatibili con la salute umana.

Nel campo giurisprudenziale un primo richiamo al principio di precauzione è venuto dalla Corte Suprema di Cassazione, che, nella sentenza n. 9893/2000,

afferma: “La tutela giudiziaria del diritto alla salute in confronto della pubblica amministrazione può essere preventiva e dare luogo a pronunce inibitorie se, prima ancora che l’opera pubblica sia messa in esercizio nei modi previsti, sia possibile accertare - considerando la situazione che si avrà una volta iniziato l’esercizio - che nella medesima situazione è insito un pericolo a compromettere la salute di chi agisce in giudizio”. Pertanto, ove sussista una “possibilità di effetti nocivi per la salute” - sia pur nel rispetto dei limiti di legge - si applica il principio indicato che consente, in via precauzionale, un’interpretazione restrittiva dei criteri di esposizione al fine di tutelare il bene salute costituzionalmente prevalente. Successivamente in una sentenza del 19 giugno 2002, n. 282, la Corte Costituzionale ha per la prima volta menzionato il principio di precauzione. In tale sentenza la Corte ha dichiarato l’illegittimità costituzionale di una legge della Regione Marche, che, anche sul presupposto del principio di precauzione, disponeva la sospensione di alcune terapie applicate in in psicoturgia che presenterebbero, secondo la Regione Marche, ampi margini di incertezza. Secondo la Corte però, non competeva alla Regione la valutazione di conoscenze tecnico-scientifiche e l’emanazione di una legge conseguente. Seppure la sopra citata sentenza n.282/02 costituisca la prima circostanza in cui la Corte Costituzionale abbia espressamente menzionato il principio di precauzione, è possibile rinvenire in numerose sentenze antecedenti il ricorso implicito a tale principio e ciò, per esempio, quando essa ha dovuto affrontare il bilanciamento tra diritti costituzionale configgenti e, in modo particolare, tra diritto all’iniziativa economica, da un lato, e il diritto alla salute, dall’altro.

Nel campo dei rischi connessi all’esposizione ai CEM l’applicazione del principio di precauzione passa attraverso la previsione di misure e prescrizioni e la definizione di strumenti regolamentari idonei ad imporre agli operatori del settore - ferma la necessità di non compromettere l’efficienza tecnica delle reti - l’adozione delle soluzioni tecnologiche e localizzative di minor impatto per la salute, l’ambiente ed il territorio. L’effettività del principio di precauzione è, di fatto, affidata all’azione delle Regioni e dei Comuni, titolari, in concreto, del potere di incidere sulle scelte tecnologiche e realizzative dei gestori.

Riferimenti bibliografici

- Botti C, Comba P. Ethical consideration concerning the regulation of human exposure to electromagnetic fields. *Epidemiology* 2000;11(2): 225-227.
- Boutonnet M., Guégan A. Historique du principe de précaution. In: Kourilsky P, Viney G. Le principe de précaution. Rapport au Premier Ministre. Odile Jacob Editions, Paris. 2000 pp. 253-276.
- Comba P, Pasetto R. “Il principio di precauzione: evidenze scientifiche e processi decisionali”, *Epidemiologia e Prevenzione*, 2004, 28: 41-5.
- Gee D, Martuzzi M. Power and principles. The relationship between exposure to EMF and health

- is controversial. Can the precautionary principle be used to minimize the possible health effects on the public? *European Bulletin on Environment and Health* 2003; 10:8-9.
- ICNIRP. General approach to protection against non-ionizing radiation. *Health Physics* 2002; 82:540-48.
- ICRP. "Recommendations of the International Commission on Radiation Protection.", Publication 26, 1977.
- WHO. Precautionary framework for public health protection. Presentation at the meeting "Application of the Precautionary Principle to EMF". Luxembourg, 2003.
http://www.euro.who.int/eprise/main/WHO/Progs/HMS/NewsEvents/20030127_1

Capitolo 3

EPIDEMIOLOGIA

3.1 Premessa

(a cura del Dott. Aldo Rosano)

Negli ultimi anni, a seguito del numero sempre crescente delle loro applicazioni, s'è andato sviluppando a livello scientifico e, in misura sempre maggiore anche a livello d'opinione pubblica, un ampio dibattito sui possibili effetti sanitari dell'esposizione a radiazioni non ionizzanti. Ciò ha portato ad un'intensa attività di ricerca, già iniziata nei primi anni '40, volta ad una più approfondita conoscenza dei loro effetti biologici ed alla valutazione del rischio associato all'esposizione a tale tipo d'energia.

Volendo analizzare le modalità d'esposizione e gli effetti sanitari dei campi elettromagnetici, vanno considerati in modo del tutto distinto i campi elettrici e magnetici a bassa frequenza, quali quelli prodotti dagli elettrodotti, dai campi elettromagnetici a radiofrequenza (RF), anche se questa distinzione netta è in qualche misura arbitraria, perché tutte le caratteristiche dei campi (generazione, propagazione, interazione con la materia) variano, in realtà, in modo continuo con la frequenza. La schematizzazione, necessaria per motivi pratici, è comunque rilevante perché le basse frequenze, comprese tra quella di rete (50 Hz) e le radiofrequenze (100 kHz-300 GHz), non hanno applicazioni che comportino un'esposizione apprezzabile della popolazione, a differenza di quanto avviene per i campi a microonde (300 MHz-300 GHz) tra cui rientrano, come detto, le esposizioni connesse con la presenza di impianti per emittenza radiotelevisiva, apparecchiature industriali quali saldatrici e incollatrici, impianti fissi per la telefonia mobile e telefoni cellulari, radar.

Attorno ai possibili rischi per la salute derivabili dell'esposizione a campi elettromagnetici sono sorte controversie e polemiche, che continuano a svilupparsi trovando alimento, oltre che in una diffusa disinformazione, in numerosi equivoci e fraintendimenti, non solo dei risultati, ma delle regole e dei principi stessi della ricerca scientifica.

Il primo, e probabilmente più grave, equivoco riguarda la *prova di innocuità* che si pretende la scienza possa fornire per un agente fisico. Chiunque abbia

qualche rudimento di cultura scientifica sa bene che la ricerca non potrà mai fornire tale prova, in quanto l'assenza di un effetto, a differenza della sua presenza, non può essere accertata per principio.

Un secondo aspetto generalmente frainteso è quello dell'incertezza, intrinseca a qualunque ricerca scientifica, ma che assume particolare importanza nel caso di studi statistici (come quelli epidemiologici) o su sistemi biologici. L'incomprensione del fatto che il dubbio, la provvisorietà del dato, la disponibilità (o meglio la propensione) a rimettere continuamente in discussione il proprio giudizio siano valori della scienza, e non suoi limiti, crea una barriera filosofica non facilmente superabile tra il ricercatore e chi non abbia invece dimestichezza con i metodi propri della ricerca scientifica.

Passando ad aspetti più operativi, i rischi sanitari delle radiofrequenze sono divisi in due categorie: a breve termine (anche detti *termici* o *acuti*) ed a lungo termine (altrimenti detti *non termici*). I primi sono dovuti ad esposizioni di natura acuta, deterministica, per i quali è possibile individuare valori di soglia, mentre si ipotizza che i secondi possano verificarsi a seguito di esposizioni di natura cronica, di intensità anche molto inferiori ai valori di soglia suddetti.

Gli effetti acuti sono tipici effetti *a soglia*: essi si manifestano infatti solo in seguito ad un forte aumento delle correnti indotte nel corpo o in un prolungato aumento della temperatura, aumenti entrambi superiori alle normali variazioni fisiologiche. Studi dosimetrici ormai consolidati ed affidabili consentono di stabilire una corrispondenza tra questi aumenti di corrente indotta e di temperatura e l'intensità dei campi elettromagnetici esterni, attraverso due grandezze fisiche dette, rispettivamente, densità di corrente e tasso d'assorbimento specifico, o SAR (dal corrispondente in lingua inglese *Specific Absorption Rate*). La densità di corrente, la cui unità di misura è l'ampere al metro quadro (A/m^2), permette di valutare i possibili effetti sulle funzioni del sistema nervoso, mentre il SAR quantifica l'assorbimento d'energia elettromagnetica per chilogrammo di massa, espresso in watt al chilogrammo (W/kg).

I campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde d'elevata intensità possono dar luogo ad effetti acuti chiaramente documentati e ben compresi, ma i normali livelli d'esposizione cui la popolazione è soggetta, negli ambienti di vita, sono molto inferiori ai livelli di soglia per questo genere di effetti. Per esempio, nel caso delle stazioni radio base utilizzate per la telefonia mobile, le basse potenze irraggiate e le caratteristiche direzionali dell'emissione, che lasciano relativamente in ombra le aree accessibili in vicinanza delle antenne, portano senz'altro ad escludere qualunque tipo di effetto nei tessuti in qualsiasi condizione di esposizione. Queste considerazioni valgono, a maggior ragione, all'interno degli edifici, dove l'intensità dei campi elettromagnetici è fortemente ridotta per l'effetto schermante delle strutture murarie.

Più complesso appare il problema dei possibili effetti a lungo termine. Questo tipo di effetti non può infatti, per nessun tipo di agente, essere definitivamente escluso per principio; un'analisi approfondita ed obiettiva dei dati della

ricerca epidemiologica e biologica può, al massimo, condurre a delle valutazioni sulla ragionevolezza e la credibilità di una loro ipotesi.

Le principali difficoltà negli studi volti ad individuare eventuali effetti a lungo termine delle radiofrequenze e delle microonde risiedono proprio nella valutazione delle esposizioni. Poiché le antenne trasmettenti sono spesso direzionali (questa è, ad esempio, una caratteristica fondamentale delle stazioni radio base di telefonia cellulare), l'intensità del campo elettromagnetico varia sensibilmente da punto a punto, anche a parità di distanza dalla sorgente. A differenza di quanto avviene per le linee ad alta tensione, la semplice distanza dalle emittenti non è quindi un buon indicatore dell'esposizione. Un ulteriore fattore difficilmente controllabile è l'effetto di schermatura da parte delle pareti e dei solai, che determina sostanziali abbattimenti dell'intensità dei campi all'interno degli edifici, ed anche differenze tra un locale e l'altro di una stessa abitazione.

In questo tipo d'analisi alcune volte si riscontra, però, anche un uso improprio dei termini *interazione*, *effetto biologico* e *danno*, che sembra riflettere un certo livello di confusione concettuale. Quando un organismo interagisce con un campo elettromagnetico, il suo equilibrio viene perturbato, ma ciò non si traduce automaticamente in un effetto biologico apprezzabile e ancor meno in un danno. Si parla infatti di effetto biologico solo in presenza di variazioni morfologiche o funzionali a carico di strutture di livello superiore, dal punto di vista organizzativo, a quello molecolare. Inoltre, le informazioni fornite da studi sui sistemi molecolari, sebbene fondamentali per la comprensione dei meccanismi di interazione o patogenetici, non autorizzano in generale estrapolazioni a livelli organizzativi più complessi, come tessuti, organi e sistemi.

L'induzione di un effetto biologico, d'altra parte, non comporta necessariamente un danno alla salute. Per poter parlare di danno occorre infatti che l'effetto biologico sia negativo e, inoltre, che esso superi i limiti di efficacia dei meccanismi di adattamento dell'organismo, meccanismi le cui caratteristiche variano con l'età, il sesso, lo stato di salute, il tipo e grado di attività del soggetto, nonché con le condizioni ambientali esterne, come temperatura e umidità o la contemporanea presenza di altri agenti nocivi.

È opportuno, infine, sottolineare come sia fondamentale riferirsi, nel formulare giudizi di merito, all'insieme degli studi piuttosto che a singole ricerche, che possono avere anche un notevole significato come indicazioni scientifiche per successivi approfondimenti, ma non valore conclusivo.

Le valutazioni precedenti si riferiscono all'interazione diretta dei campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde con l'organismo umano. Vi è però anche un'interazione indiretta che non può essere sottovalutata, legata alla compatibilità elettromagnetica con dispositivi impiantati (ad esempio i pace makers), che possono vedere inficiato il loro corretto funzionamento dai campi a radiofrequenza e microonde. Un altro aspetto di potenziale pericolosità è quello connesso alla compatibilità elettromagnetica con apparati elettromedicali, particolarmente in ambiente ospedaliero.

3.2 Effetti sull'uomo delle esposizioni residenziali e alla telefonia cellulare *(a cura del dott. Pietro Comba e della dott.ssa Adele Senori Costantini)*

Lo studio degli effetti dell'esposizione a radiofrequenze - tra 100 kHz e 300 GHz - è un ambito di ricerca recente e alcuni importanti studi sono attualmente in corso. Non sono pochi, tuttavia, gli studi già pubblicati che hanno riguardato sia le esposizioni dei residenti nelle vicinanze di radiotrasmittitori (radio-televisioni, microonde e telefonia cellulare) sia gli esposti per motivi hobbistici (radio-amatori), sia gli utilizzatori di telefoni cellulari. Un'ampia rassegna degli effetti sulla salute è stata recentemente condotta dall'ICNIRP; tale rassegna offre, oltre alla lettura dei principali risultati, anche notevoli spunti di riflessione sia sugli aspetti metodologici, in particolare sui limiti nello studio delle esposizioni, sia sui possibili meccanismi di azione delle radiofrequenze (ICNIRP, 2004).

3.2.1 Esposizioni residenziali

Sono stati condotti cinque studi geografici sulla frequenza di neoplasie tra i residenti in prossimità di antenne radiotelevisive. Anche in questo caso è da osservare che in nessuno di questi l'esposizione è stata misurata in modo adeguato e che, pertanto, mancano indicazioni adeguate sulla intensità di esposizione in termini quantitativi.

Selvin et al. (1992) analizzano le distribuzioni spaziali di leucemia e altre patologie neoplastiche nella popolazione di San Francisco di età inferiore a 21 anni senza trovare correlazioni con un impianto di trasmissione che utilizzava campi a microonde.

Maskarinec et al. (1994) hanno riferito un aumento di leucemie infantili (non significativo statisticamente) tra i residenti entro 2,6 miglia da un'antenna TV alle Hawaii.

Simili risultati sono stati riferiti da Hocking et al. (1996) in Australia (Rischio Relativo per le leucemie infantili 1,58; int. conf. 95% = 1,07-2,34)* ma il loro studio non è stato confermato da un'analisi successiva (McKenzie et al. 1998).

Dolk et al. hanno studiato dapprima un cluster di leucemie e linfomi intorno ad un'antenna TV in Inghilterra, confermandolo dal punto di vista statistico (1997a). Successivamente (Dolk, 1997b) hanno valutato la mortalità per leucemia e linfoma tra i residenti intorno alle 20 maggiori antenne TV della stessa nazione, senza trovare alcun aumento di rischio.

* Il Rischio Relativo, come l'Odds Ratio (OR), è una misura epidemiologica di associazione che indica di quante volte l'esposizione al fattore di rischio aumenta (quando è >1) o diminuisce (quando è <1) il rischio di contrarre la malattia.

In Italia un primo studio svolto su questa materia ha riguardato la mortalità per leucemia nella popolazione adulta residente in prossimità della stazione Radio Vaticana di Roma (OER, 1998): è stato osservato un significativo incremento della mortalità per leucemia nella popolazione maschile residente entro 4 km dall'emittente (OR 4,50 int. conf. 95% = 1,32-15,60) , mentre nelle donne non c'è stato un significativo aumento del rischio (OR 1,40; int. conf. 95% = 0,24-8,25). Un secondo studio è stato svolto dall'Agenzia di Sanità Pubblica del Lazio (precedentemente Osservatorio Epidemiologico) in relazione all'incidenza della leucemia infantile nell'area in esame (Michelozzi et al. 2002). I risultati dello studio mostrano una correlazione fra incidenza della leucemia infantile e distanza delle abitazioni da Radio Vaticana: il test per il trend evidenzia una significativa diminuzione del rischio all'aumentare della distanza dalla stazione radio ($p=0,006$). Il rischio passa da 6,06 entro i 2 km (1 caso osservato), a 2,32 nell'area a 2-4 km (2 casi osservati), a 1,88 nell'area a 4-6 km (5 casi osservati), mentre non si osservano casi tra 6 e 10 km. L'eccesso osservato risulta pari a circa tre volte l'incidenza dei casi attesi entro 0-4 km della stazione radio (Rapporto Standardizzato di Incidenza: 2,92, int. conf. 95% 0,60-8,55, 3 casi osservati) e più alto dell'atteso fino a 6 km di distanza (Rapporto Standardizzato di Incidenza: 2,17, int. conf. 95% 0,94-4,28, 8 casi osservati). Il rischio può forse essere stato sottostimato a causa del fatto che la popolazione di riferimento comprende Roma con i suoi noti problemi di inquinamento. Va ora in particolare raccomandata la replicazione di questo approccio metodologico con riferimento alla popolazione residente in prossimità di altri siti in cui si concentrino gli impianti di radiodiffusione sonora e televisiva. Nella scelta dei territori in cui svolgere gli studi, un criterio di priorità può essere rappresentato dal superamento dei limiti previsti dal DM 381/98. I nuovi studi dovranno essere pianificati ed effettuati da gruppi di lavoro nei quali operino in modo integrato esperti in questioni sanitarie ed epidemiologiche e responsabili del monitoraggio ambientale. E' paradossale che in un caso come quello in esame, a fronte di un dettagliato studio epidemiologico, non si disponga di adeguate stime dell'esposizione a radiofrequenze, ma solo dei risultati di campagne di misura effettuate con tecniche e procedure diverse, finalizzate soltanto ad accertare il superamento o il rispetto dei limiti di legge.

Per quanto riguarda altri effetti a lungo termine, alcuni studi suggeriscono possibili effetti ad esempio a carico della funzione cardiovascolare, quali modeste variazioni della frequenza cardiaca e della pressione arteriosa (Szmigielski et al. 1998; Zhao, 1994), mentre a carico del Sistema Nervoso Centrale (SNC) sono state rilevate modificazioni dell'attività EEGrafica o disturbi del sonno (Repacholi, 1998); tali osservazioni sono in attesa di adeguate conferme e, comunque, il loro preciso significato clinico è certamente ancora da definire.

In Corea, Park et al (2004) esaminarono i tassi di mortalità in dieci aree nelle quali si trovano siti di telecomunicazioni con radiotrasmettitori a modulazione di ampiezza di potenza superiore a 100 kW, e in aree di controllo situate ad alme-

no 2 km dagli impianti, con riferimento al biennio 1994-95. La mortalità per tutti i tumori era significativamente più elevata nelle aree “esposte”, e così pure la mortalità per leucemie sotto i trenta anni.

3.2.2 Esposizione alla telefonia cellulare

Pochi anni dopo la diffusione su larga scala della telefonia cellulare, sono iniziati a comparire studi epidemiologici tesi a valutare soprattutto l'eventuale rischio cancerogeno per gli organi per i quali può essere ipotizzata una particolare esposizione al campo elettromagnetico generato dall'antenna: encefalo, nervo acustico e ghiandole salivari.

Sul piano metodologico, soprattutto in una fase iniziale, alcuni autori hanno optato per l'effettuazione di studi di coorte. Negli USA Dreyer et al. (1999) studiano la mortalità di 285.000 utilizzatori di telefoni analogici nell'anno 1994. Confrontando i tassi di mortalità per categorie di durata giornaliera dall'uso del telefono cellulare, si osserva un incremento del rischio di incidenti stradali, spiegabile dall'interferenza fra la conversazione telefonica e la guida. In Danimarca, Johansen et al. (2001) costruiscono la coorte dei 420.000 abbonati alle due società che gestivano la telefonia cellulare nazionale, con riferimento agli anni 1982-1995. Nella coorte è risultata inferiore alle attese la mortalità per tutti i tumori (Rapporto Standardizzato di Incidenza (SIR) 0,89, int. conf. 95% 0,86-0,92, 3391 osservati), per i tumori cerebrali (SIR 0,95, int. conf. 95% 0,81-1,12, 154 osservati), e per i tumori delle ghiandole salivari (SIR 0,72 int. conf. 95% 0,29-1,49, 7 osservati). Il rischio non variava in funzione della durata dell'uso del cellulare o del tipo di apparecchio impiegato (analogico o digitale).

Negli anni seguenti lo studio epidemiologico dei possibili eventi avversi della telefonia cellulare si sviluppa essenzialmente attraverso studi caso-controllo. Questi ultimi sono infatti particolarmente idonei per lo studio di patologie rare e eziologia multifattoriale. Inizialmente vengono pubblicati studi che seguono protocolli definiti volta per volta, quindi non del tutto comparabili e soprattutto non idonei a essere oggetto di meta-analisi ovvero di analisi pooled. Nella seconda metà degli anni novanta la IARC propone l'avvio di uno studio caso-controllo multicentrico internazionale relativo al rischio di tumori cerebrali, del nervo acustico e delle ghiandole salivari in relazione all'utilizzo dei telefoni cellulari (www.iarc.fr/ENG/Units/RCAAd.html). Il protocollo di tale studio, che pone particolare attenzione agli aspetti di definizione dell'esposizione, denominato “Interphone”, viene pubblicato nel 1999 (Cardis & Kilkenny 1999).

Negli Stati Uniti, Muscat et al (2000) effettuano uno studio su 469 casi di tumore cerebrale e 422 controlli. Non si osserva alcun incremento di rischio associato all'uso del cellulare (OR 0,85, int. conf. 95% 0,6-1,2). Poiché la durata media dell'uso del cellulare era inferiore a 3 anni, gli autori raccomandano di proseguire gli studi per avere tempi di latenza più lunghi.

Inskip et al. (2001) intervistarono sull'uso del cellulare 782 casi di tumore cerebrale e 799 controlli ricoverati in alcuni ospedali degli Stati Uniti nel periodo 1994-98: non si osservò alcun rischio associato alla telefonia mobile (Odds Ratio 0,9 int. conf. 95% 0,7-1,1).

Muscat et al. (2002) effettuarono uno studio relativo ai soli neurinomi del nervo acustico (90 casi e un campione di pari numerosità di controlli), senza osservare alcun incremento di rischio.

In Finlandia, Auvinen et al. (2002) effettuarono uno studio su 398 casi di tumore cerebrale, 34 casi di tumore delle ghiandole salivari e un campione di controlli cinque volte più numeroso del campione dei casi. In base ai dati relativi agli abbonamenti ai sistemi di telefonia mobile, il rischio associato all'uso del cellulare non risultò significativamente accresciuto per il tumore cerebrale (Odds Ratio: 1,3, int. conf. 95% 0,9-1,8) né per il tumore delle ghiandole salivari (Odds Ratio: 1,3, int. conf. 95% 0,4-4,7). Si osservò tuttavia un'associazione significativa fra il glioma e l'uso di telefoni analogici (Odds Ratio: 2,1, int. Conf. 95% 1,3-3,4), con un trend significativo per durata di esposizione.

Hardell et al (2003b) studiarono il neurinoma del nervo acustico, sulla base di 177 casi diagnosticati fra il 1997 e il 2000 nella Svezia centrale, e un campione di pari numerosità di controlli. L'informazione sull'uso del cellulare fu desunta da questionario. L'uso di telefoni analogici risultò significativamente associato al rischio di neurinoma (Odds Ratio: 3,45, int. conf. 95% 1,77-6,76).

Gli stessi autori (Hardell et al 2000a) considerando tutti i casi di tumore cerebrale diagnosticati nella Svezia centrale fra il 1997 e il 2000, con un campione di pari numerosità di controlli, osservarono un'associazione significativa con l'uso dei telefoni analogici (Odds Ratio: 1,3, int. conf. 95% 1,04-1,6), ma non con i telefoni digitali e cordless. Per tutti i tipi di telefono c'era tuttavia un'associazione con l'astrocitoma – una forma di glioma cerebrale - insorto sullo stesso lato dove veniva poggiato solitamente il telefono.

Alcuni autori hanno indagato il possibile rischio di melanoma dell'occhio, non trovando alcun incremento dell'incidenza di questa neoplasia, in una coorte di utilizzatori di telefoni cellulari (Johansen, 2001).

Lo studio "Interphone" è stato condotto in 13 paesi: Australia, Canada, Danimarca, Finlandia, Francia, Germania, Israele, Italia, Giappone, Nuova Zelanda, Norvegia, Svezia e Regno Unito. Di tale progetto sono al momento disponibili solamente i risultati relativi alla componente svedese e danese.

I dati relativi alla Danimarca per quanto attiene il neurinoma dell'acustico, sono stati pubblicati da Christensen et al. (2004). Lo studio esamina 106 casi diagnosticati fra il 2000 e il 2002 e 212 controlli di popolazione. Le modalità di uso del cellulare sono state indagate con un questionario. Non si osserva alcun rischio associato all'uso del cellulare (Odds Ratio 0,90 int. conf. 95% 0,51-1,57), né in funzione del tipo di telefono e della durata cumulativa dell'esposizione.

I dati svedesi di Interphone relativi al neurinoma dell'acustico riguardano 148 casi diagnosticati fra il 1999 e il 2002 in alcune regioni della Svezia e 604 controlli di popolazione (Lönn et al. 2004). Non si osservano aumenti di rischio associati all'uso del cellulare nella casistica complessiva (Odds Ratio: 1,0, int. conf. 95% 0,6-1,5), mentre c'è un incremento di rischio non significativo dopo 10 anni dall'inizio dell'esposizione (Odds Ratio: 1,9, int. conf. 95% 0,9-4,1). Se si considerano i tumori insorti sullo stesso lato della testa dove si appoggia solitamente il telefono, si osserva invece una associazione significativa (Odds Ratio 3,9 int. conf. 95% 1,6-9,5).

Nel 2005 sono stati pubblicati i risultati degli studi svedese e danese relativi ai tumori cerebrali. Lönn et al. (2005), hanno esaminato 371 casi di glioma e 274 di meningioma diagnosticati in alcune regioni della Svezia nel 2000-2002, e un campione di 674 controlli di popolazione. Non si osserva alcun rischio associato all'uso regolare del telefono cellulare per i gliomi (Odds Ratio: 0,8 int. conf. 95% 0,6-1,0) né per i meningiomi (Odds Ratio: 0,7 int. conf. 95% 0,5-0,9). Non si osservano incrementi di rischio per durata di esposizione superiori ai dieci anni, per lateralità, tipo di telefono e entità dell'utilizzo. Christensen et al. (2005) studiano 252 casi di glioma e 175 di meningioma diagnosticati in Danimarca nel triennio 2000-2002, e 822 controlli di popolazione, senza trovare alcuna correlazione significativa con l'uso del telefono cellulare.

Alcune considerazioni sugli studi epidemiologici concernenti gli effetti sull'uomo di esposizioni residenziale o da telefonia cellulare.

L'interpretazione complessiva delle evidenze epidemiologiche e sperimentali relative allo studio dell'associazione fra esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenze e microonde ed insorgenza di effetti a lungo termine è resa problematica da diverse questioni.

In primo luogo vanno sottolineati, in questo settore, il grande intervallo di frequenze considerate e l'eterogeneità delle modalità di emissione e di esposizione a differenza di quanto avviene per i campi a frequenze estremamente basse.

Un secondo aspetto è rappresentato dall'eterogeneità degli effetti sanitari che sono stati posti in relazione con le esposizioni in esame, trattandosi spesso di dati forniti da isolati studi esplorativi: da un lato incrementi del rischio di leucemia tra gli esposti a radiofrequenze per ragioni professionali e/o ambientali, dall'altro segnalazioni di possibili alterazioni ematologiche, effetti cromosomici ed esiti riproduttivi sfavorevoli in particolari gruppi ad alta esposizione, oppure di altri effetti, principalmente a carico del sistema nervoso centrale e del sistema cardiovascolare, o di quadri sintomatologici aspecifici in gruppi di lavoratori o singoli soggetti della popolazione generale. Inoltre, si può osservare che i protocolli impiegati sono caratterizzati da metodologie di valutazione dell'esposizione relativamente grossolane (ad esempio, solo il titolo professionale o la sola

residenza), da assenza di procedure per la valutazione di fattori di confondimento e da dimensioni campionarie inadeguate.

Un terzo problema riguarda l'esiguità numerica complessiva degli studi disponibili. Va, infine, osservato che vi è scarsa riproducibilità dei risultati anche nei (pochi) casi in cui si confrontano studi che hanno affrontato con protocolli comparabili situazioni sostanzialmente analoghe.

Alla luce dei problemi suddetti, gli studi epidemiologici disponibili sono da considerare di numero, qualità, consistenza e potenza statistica insufficienti per permettere conclusioni relativamente alla presenza o assenza di un'associazione causale tra l'esposizione ai tipici livelli delle radiofrequenze e microonde presenti negli ambienti di vita e l'insorgenza di effetti sanitari a lungo termine. Rappresentano, tuttavia una base di dati sufficienti per giustificare l'adozione di politiche cautelative.

Per quanto riguarda in particolare la telefonia cellulare, una valutazione complessiva delle evidenze disponibili potrà aversi verosimilmente alla pubblicazione dei risultati complessivi dello studio Interphone, ancorché tutto lo studio consentirà di valutare il rischio in funzione di tempi di latenza comunque inferiori a vent'anni dato che la telefonia cellulare si è sviluppata essenzialmente a partire dalla fine degli anni ottanta.

3.2.3 Gli effetti della esposizione ambientale a campi elettromagnetici a RF a carico del Sistema Nervoso

(a cura del Prof. Fabriziomaria Gobba)

Il Sistema Nervoso (SN), per le sue modalità di funzionamento che si basano su segnali elettrici, è sempre stato considerato il più probabile organo-bersaglio per gli effetti dei CEM e, più in particolare, delle RF. In realtà non vi sono dubbi sul fatto che elevati livelli di RF possano indurre vari effetti sul SN, principalmente legati ad effetti termici, mentre i dati sui possibili effetti dei bassi livelli di campo, definibili anche "effetti non termici", sono molto discordanti. Nella parte che segue ci occuperemo specificamente delle conoscenze attuali sui possibili effetti delle basse esposizioni.

E' necessario in primo luogo tenere separati due aspetti: la percezione del campo e gli effetti propriamente detti.

Percezione sensoriale

I campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ed in particolare quelli relativi alle radiofrequenze, possono essere percepiti dalle persone, ma solo per livelli molto più elevati di quelli che, comunemente, sono presenti negli ambienti di vita. In questi casi la percezione può manifestarsi come sensazioni visive (fosfe-

ni) o uditive (Elder e Chou, 2003), ovvero percezione cutanee, oppure, per livelli molto più elevati, come percezione termica (effetto termico), o varie altre manifestazioni. Le basse esposizioni, nell'ordine di quelle che possono comunemente essere presenti nella popolazione, si ritiene che non possano essere percepite mediante gli organi di senso. Tuttavia, almeno per le basse frequenze, alcuni dati molto recenti dimostrano che la soglia della percezione ha un'elevata variabilità interindividuale. In particolare sarebbero le persone di sesso femminile ad essere maggiormente sensibili (Leitgeb and Schroettner, 2002). Non sono purtroppo disponibili studi analoghi per le RF, comunque si può concludere che i bassi livelli di CEM non sono normalmente percepibili, ma che alcune persone, specialmente di sesso femminile, potrebbero avere una soglia di percezione molto più bassa rispetto al resto della popolazione. Il preciso significato di tale maggiore percezione, e la sua eventuale correlazione con gli effetti biologici dei campi, ammesso che esista, non è chiaro.

Effetti

In modo schematico è possibile distinguere due grandi gruppi di studi sugli effetti avversi delle RF, quelli sperimentali (condotti *in vivo* ed *in vitro*, nell'animale o nell'uomo) e quelli osservazionali. Qui di seguito verranno riassunti i più significativi risultati, con particolare riferimento agli studi sugli effetti delle esposizioni ambientali alle RF nell'uomo.

Studi sperimentali

I principali ambiti di ricerca sugli effetti dei campi elettromagnetici a RF sul SNC (Sistema Nervoso Centrale) affrontati dagli studi sperimentali sono essenzialmente le possibili variazioni della permeabilità della barriera emato-encefalica, ed i possibili effetti sull'attività del SNC in particolare, sull'attività elettrica cerebrale, su funzioni cognitive, quali la memoria, e sul sonno.

Una modifica nella permeabilità della barriera emato-encefalica può certamente essere indotta dall'effetto termico delle RF (e, quindi, da esposizioni elevate), tuttavia per i bassi livelli la possibilità di questo effetto è molto discussa, dato che i risultati degli studi scientifici sono contrastanti tra loro, e non coerenti con altri dati sperimentali; inoltre mancano conoscenze sui possibili meccanismi patogenetici (Repacholi, 1998; Schirmacher et al, 2000). Al momento attuale, dal confronto dei dati dei numerosi studi condotti sulla permeabilità della barriera emato-encefalica si può giungere alla conclusione che solo livelli di esposizione in grado di causare variazioni (anche solo locali) della temperatura inducono alterazioni, mentre per livelli inferiori non vi sono dimostrazioni (D'Andrea et al, 2003).

Per quanto riguarda i dati sui possibili effetti a carico dell'attività del cervello, modificazioni nell'attività elettrica cerebrale, analizzata mediante studio dei

tracciati EEGrafici, sono state osservate in alcuni studi (Kubinyi, 1996; Reiser 1995; Freude, 2000; Krause, 2000) ma non in altri (Bak et al. 2003; Hietanen, 2000). Purtroppo, anche in ragione di differenze nei protocolli applicati, i risultati degli studi sono poco comparabili e, comunque, il significato clinico delle modifiche osservate non è affatto chiaro. Dall'insieme dei dati non sembra che, attualmente, possano essere tratte delle conclusioni sui possibili effetti delle RF sull'attività EEG, e ulteriori studi sono da considerarsi giustificati ed, anzi, necessari (D'Andrea et al, 2003; Hietanen et al, 2000). A questo filone di ricerca va affiancato quello su variazioni causate dalle RF a carico di funzioni cognitive superiori, come ad esempio riduzioni dell'apprendimento o di altri compiti cognitivi, indagati con vari tipi di test neurocomportamentali. Anche in questo caso, però, sia i dati sugli animali sia quelli nell'uomo sono scarsamente coerenti e, pertanto, non possono essere considerati conclusivi (D'Andrea et al, 2003).

Effetti sul sonno: gli studi sperimentali in questo campo sono stati condotti sulla base di alcuni dati epidemiologici, come i risultati dello studio condotto sui cittadini di Schwarzenburg in Svizzera, che suggerivano che le RF potessero causare un aumento di insonnia (Altpeter, 1995). E' da osservare, comunque, che tali dati sono stati criticati, e certamente necessitano di ulteriori verifiche. Anche gli studi sperimentali, peraltro, sono poco conclusivi: alcuni risultati suggeriscono, infatti, una riduzione del tempo per l'addormentamento che, però, non è stata rilevata da altri, mentre in altri studi ancora sono stati osservati effetti di tipo negativo, come un aumento del tempo per l'addormentamento, oppure una peggiore qualità del sonno (Mann, 1996; Wagner, 1998). Questi ultimi risultati sono stati criticati per alcuni possibili difetti nella conduzione, come ad esempio un insufficiente adattamento dei soggetti alle condizioni sperimentali. Non sembra inutile segnalare che alcuni ricercatori hanno proposto l'applicazione di bassi livelli di RF per la terapia dell'insonnia (Lebet et al, 1996; Pasche et al, 1996).

Studi osservazionali

In questo ambito, i dati di maggiore interesse riguardano il possibile effetto cancerogeno per il SNC, principalmente correlato all'uso di telefoni cellulari, la correlazione con alcuni sintomi quali la cefalea, e la cosiddetta "ipersensibilità ai campi elettromagnetici" o, meglio, "ipersuscettibilità ai CEM".

Un aumentato rischio di tumori del SNC, principalmente neurinomi dell'acustico, ma anche gliomi, è stato segnalato in alcuni studi epidemiologici in relazione all'utilizzo di telefoni cellulari, come visto nel paragrafo precedente. Alcuni studi condotti principalmente nei paesi scandinavi e negli Stati Uniti suggeriscono modesto aumento del rischio di alcune malattie neurodegenerative (Sclerosi Laterale Amiotrofica e Malattia di Alzheimer) in lavoratori esposti a campi elettromagnetici a bassissima frequenza (ELF) (IARC, 2002; ICNIRP, 2001), ma non vi sono osservazioni simili per le RF (ICNIRP, 2004; Feychting et al 2005).

Alcune ricerche suggeriscono poi che una esposizione, specie ambientale, a RF, ma anche esposizioni a CEM a bassa frequenza, possano indurre la comparsa di vari disturbi soggettivi, tra i quali i più frequenti sembrano essere cefalea, astenia, affaticamento, nervosismo, depressione, disturbi del sonno, difficoltà di concentrazione, bruciori cutanei, eritema cutaneo, dolori mal localizzati, vertigini (Bergqvist and Vogel, 1997; Gobba, 2002). Le persone che lamentano questi disturbi ritengono che la causa sia la vicinanza con telefoni cellulari, stazioni radio base della telefonia cellulare, impianti per le trasmissioni radiotelevisive, ma anche apparecchiature elettriche, linee elettriche ecc. Per questi disturbi è stato suggerito il termine di “ipersensibilità ai campi elettromagnetici”, o, meglio, “ipersuscettibilità ai CEM”. E’, tuttavia, da rilevare che l’esistenza di un rapporto causa-effetto diretto con l’esposizione ai CEM non è stata dimostrata in studi condotti in condizioni rigorose (ad es. Flodin et al, 2000, Hietanen et al, 2002), e che manca del tutto la conoscenza sul possibile meccanismo patogenetico. Per tutte queste ragioni, la “ipersuscettibilità ai CEM” non è, attualmente, una patologia ufficialmente ammessa in ambito medico (Bergqvist and Vogel, 1997; Gobba, 2002; Lavallois, 2002), anche se approfondimenti sono invocati da varie parti (Vanacore et al, 2004). Purtroppo, i sintomi della ipersuscettibilità ai CEM sono, frequentemente, ingravescenti; ad esempio, in un follow-up ripetuto a 3-5 anni da una prima indagine, una tendenza al peggioramento è stata segnalata in più del 50% dei casi riesaminati (Linden et al, 2000). La creazione di una rete di competenze per la gestione dei casi di questo tipo, attualmente del tutto inesistente nel nostro Paese, sarebbe altamente ed urgentemente auspicabile (Gobba, 2002, Vanacore et al, 2004).

3.2.4 I rischi da esposizione professionale a campi elettromagnetici a RF

a cura del dott. Roberto Moccaldi

Introduzione

L’esposizione occupazionale a campi a radiofrequenza interessa diverse categorie di lavoratori. La tipologia di esposizione è di fatto molto eterogenea. A seconda delle applicazioni, variano non solo le frequenze impiegate, ma anche i valori ed i tempi di esposizione. Un’ulteriore distinzione va fatta tra le emissioni in continuo, quali quelle che caratterizzano applicazioni industriali o di terapia fisica, e le emissioni modulate (in frequenza o in ampiezza), come nel caso delle telecomunicazioni. Alcune delle principali applicazioni in ambito lavorativo dei campi elettromagnetici alle frequenze considerate (RF) sono riportate nelle tabelle 1-4.

Tab. 1 - Applicazioni mediche e di ricerca (frequenze variabili da 3 MHz a 300 GHz)

Diatermia (Radarterapia e Marconiterapia)
Applicazioni correnti elettriche, attraverso elettrodi conduttori, per stimolazioni e riabilitazione
Diagnostica e monitoraggio elettronico in sala operatoria e terapia intensiva
Terapia chirurgica (radiobisturi)
Terapia ipertermica di alcune forme tumorali

Tab. 2 - Applicazioni nella ricerca (frequenze variabili da 3 MHz a 300 GHz)

Laboratori di ricerca (degassaggio, fusione prodotti diversi, creazione di plasma, HF risonanza magnetica, accelerazione di ciclotroni, accelerazione lineare di protoni, spettroscopia a microonde)
Radiometereologia, radioastronomia

Tab. 3 - Applicazioni per sistemi di comunicazioni radiotelevisive

SISTEMI	FREQUENZE
Emissione radio MA, radionavigazione, telecomunicazioni professionali	600 KHz-3 MHz
Emissioni radio CB	3 MHz-30 MHz
Emissioni radio MF e TV, radar per traffico aereo, radar meteorologici, telemetria, telefoni cellulari	30 MHz-3 GHz
Radar per navigazione marittima e aerea, comunicazioni via satellite, ponti radio a microonde, altimetria	3 GHz-30 GHz

Tab. 4 - Applicazioni industriali

PROCESSI LAVORATIVI	FREQUENZE
Saldatura, tempera, fusione, sterilizzazione	100 KHz-3 MHz
Essiccamento, polimerizzazione, riscaldamento, incollaggio, sterilizzazione di dielettrici	3 MHz-300 MHz
Processi utilizzati in industrie alimentari; processi utilizzati in industrie elettroniche	300 MHz-3 GHz

Livelli di esposizione

Le conoscenze, derivanti dalla letteratura, relative ad indagini e misurazioni dell'esposizione fanno ritenere che le attività professionali ad esposizione più elevate si riscontrino nella saldatura e stampaggio della plastica, nell'incollaggio rapido del legno e nella saldatura, tempera e fusione di materiali metallici. In alcune di queste lavorazioni era stata misurata in passato un'esposizione degli addetti a centinaia di volt al metro (V/m), a fronte di livelli considerati accettabili nella comunità internazionale di 60 V/m (ICNIRP, 2001).

Anche i lavoratori addetti alle apparecchiature per radar e marconiterapia impiegate in diatermia (terapia fisica) sono da considerare a possibile elevata esposizione, a causa della intensità dei campi elettromagnetici irradiati; numerose indagini hanno evidenziato un'esposizione per i lavoratori addetti alla marconiterapia variabile fino a 150 V/m di intensità del campo elettrico e per quelli addetti alla radarterapia fino a 180 V/m.

La valutazione della esposizione e del relativo rischio per la salute deve sempre tenere conto, oltre che della intensità della esposizione predetta, della frequenza dell'onda in gioco nonché dei tempi e delle modalità di esposizione.

Un quadro riassuntivo dei livelli occupazionali di esposizione più rilevanti, in comparazione a quelli tipici dei comuni ambienti di vita, è riportato in tabella 5. I valori sono espressi in termini dell'intorno di campo elettrico (V/m).

Tab. 5 - Livelli orientativi di esposizione a radiofrequenze in relazione ai principali ambienti di lavoro, comparati con quelli di vita (sono evidenziate le applicazioni occupazionali)

Sorgente, contesto ambientale o ambito occupazionale	Intervallo di frequenza	Esposizione tipica in termini di intensità di campo elettrico (V/m)	Distanze tipiche cui corrispondono i livelli di esposizione indicati	Modalità di esposizione
Radar per il controllo del traffico aereo	1 - 10 GHz	10 - 60 V/m	100 m	pulsata
Apparecchi per riscaldamento a induzione	0.1 - 10 MHz	0.2 - 10 A/m	30 - 200 cm	continua
Apparecchi per saldatura della plastica	27.12 MHz	100 - 1000 V/m	30 - 200 cm	continua
Trattamento del legno	27.12 MHz	100 - 150 V/m	50 cm	continua
Diatermia (<i>marconiterapia</i>)	27.12 MHz	10 - 500 V/m	50 cm	continua
Diatermia (<i>radarterapia</i>)	2.45 GHz	5 - 200 V/m	30 cm	continua
Trasmettitori radio AM	0.4 - 1.6 MHz	100 - 400 V/m	50 m	modulata in ampiezza

(segue tab. 5)

Sorgente, contesto ambientale o ambito occupazionale	Intervallo di frequenza	Esposizione tipica in termini di intensità di campo elettrico (V/m)	Distanze tipiche cui corrispondono i livelli di esposizione indicati	Modalità di esposizione
Trasmettitori radio FM	88 - 108 MHz	0.1 - 2 V/m	1.5 km	modulata in frequenza
Trasmettitori televisivi UHF	470 - 870 MHz	0.1 - 2 V/m	1.5 km	modulata in ampiezza
Stazioni radio base GSM	890 - 960 MHz	0.01 - 1 V/m	50 m	modulata in ampiezza
Stazioni radio base DCS	1800 MHz	0.01 - 0.5 V/m	50 m	modulata in ampiezza
Sistemi antiintrusione	1 - 10 GHz	~ 1 V/m	30 cm	pulsata
Fondo urbano per le radiofrequenze	Fino a 1 GHz	0.1 - 2 V/m	Ubiquitario	modulata in frequenza e/o in ampiezza

Effetti sull'uomo

Prima di descrivere brevemente i principali effetti osservati sull'uomo in ambito lavorativo nelle indagini epidemiologiche effettuate, è necessario ricordare che tali effetti sono condizionati, oltre che dalle caratteristiche intrinseche della esposizione alle RF (intensità, frequenza, tempi e modalità) anche dalle caratteristiche del substrato biologico esposto, come evidenziato da numerosi studi sperimentali, in particolare dal contenuto d'acqua e lipidi nei tessuti (comportanti variazioni di assorbimento e di penetrazione), dai meccanismi di termoregolazione, dal grado di vascolarizzazione (condizionante gli scambi con l'ambiente), dalla sensibilità particolare dei tessuti dipendente dalla frequenza delle mitosi e dal grado di differenziazione cellulare.

Come già detto, gli effetti sanitari sull'uomo studiati possono essere in effetti acuti di natura termica ed effetti cronici per bassi livelli di esposizione, definiti anche non termici; sono stati inoltre valutati presunti effetti ritardati di natura tumorale.

Effetti acuti di natura termica

Si verificano per aumento della temperatura interna all'organismo e sono del tutto simili a quelli provocati dall'ipertermia. Sono dovuti quindi ad un innalzamento misurabile della temperatura all'interno dell'organismo umano, potendosi determinare per elevate e prolungate esposizioni danni localizzati agli organi più sensibili al calore come il cristallino (cataratta) e i testicoli (sterilità).

Affinché si verificino danni di questo genere sono necessarie esposizioni e dosi rilevanti agli organi bersaglio (densità di potenza di almeno 500-600 W/m²) per tempi di esposizione piuttosto prolungati. Condizioni di esposizione di tale

intensità sono state ipotizzate in passato soltanto in alcune categorie di lavoratori e/o per esposizioni accidentali acute, sempre in ambito lavorativo.

Effetti cronici per bassi livelli di esposizione

Un tempo definiti non termici; sono caratterizzati da alterazioni biologiche, da modificazioni transitorie di proprietà elettriche e magnetiche delle molecole e delle cellule senza effetti dimostrabili o collegabili ai fenomeni biofisici. Sono stati descritti in alcune categorie di lavoratori addetti ai radar e alle radio e telecomunicazioni (quasi sempre in occasione di sovraesposizioni accidentali), a carico del sistema nervoso centrale, del sistema neurovegetativo e del sistema cardiocircolatorio, soltanto per esposizioni prolungate nel tempo (molti anni) ad intensità di campo elettromagnetico di decine/centinaia di volt per metro.

Sebbene alcuni studi sperimentali abbiano evidenziato effetti sul sistema neuroendocrino (ipofisi-surrene e tiroide) per livelli di esposizione al campo elettromagnetico di ridotta intensità, studi epidemiologici programmati nel rispetto di metodologie rigorose non hanno fornito risultati concordi e definitivi.

Nella tabella 6 sono comunque indicate le patologie comunemente accettate (effetti termici quali cataratta, oligo e azoospermia), ma anche quelle di non univoca accettazione. Va, infatti, tenuto presente che gli effetti cronici per basse dosi non sono comunemente accettati da tutta la comunità scientifica; in particolare le alterazioni a carico del sistema nervoso centrale e del sistema neurovegetativo, studiate e riconosciute dagli autori russi e dell'Europa orientale in genere, sono state messe in discussione da autori occidentali, in quanto gli studi epidemiologici nel merito risultavano carenti di adeguati gruppi di controllo e di sufficienti informazioni circa i livelli di esposizione.

Tab. 6 - Manifestazioni patologiche nell'uomo attribuite a RF

<p><i>Occhio</i> Cataratta; accelerata opacizzazione del cristallino; opacità corneali; congiuntivite; lesioni retiniche; aumento della pressione endoculare</p>
<p><i>Cuore e circolazione</i> Bradicardia; ipotensione; ipertensione; labilità pressoria; labilità del ritmo cardiaco; alterazione dei test funzionali; alterazioni ECG; allungamento del tratto P-Q e del complesso QRS; acrocianosi</p>
<p><i>Sangue</i> Linfocitosi assoluta; "labilità" dei leucociti; monocitosi; modificazioni delle proteine plasmatiche; riduzione dell'istaminemia</p>
<p><i>Varie</i> Iperattività tiroidea; aumentata iodocaptazione; diminuzione della portata latte; diminuita risposta in 17-chetosteroidi dopo stimolazione con ACTH; oligo-e azoospermia; rusch cutanei fugaci; iperidrosi; sudorazione notturna; caduta dei capelli; fragilità ungueale</p>

Sistema nervoso

Alterazioni EEG; onde lente e diminuita ampiezza delle onde a; comparsa di onde u e d; comparsa di "spikes"; diminuita risposta alla fotostimolazione; aumentata sensibilità al cardiazolo; vagotonia; tremori alle estremità, alle palpebre; innalzamento della soglia uditiva, visiva (notturna), tattile; dermografismo rosso o bianco

Sintomi soggettivi

Cefalea; nausea, vertigini; insonnia; irritabilità; stancabilità, debolezza; diminuzione della libido; riduzione dell'attività sessuale; dolori toracici; senso di malessere; disturbi della memoria; riduzione della ideazione

Sindromi complesse

Sindrome "astenica" (debolezza, stancabilità, insonnia); sindrome "da microonde" (vagotonia, bradicardia, ipotensione)

Nel paragrafo 3.2.3 di questo testo viene più dettagliatamente descritto il fenomeno della "ipersuscettibilità individuale" o anche "ipersensibilità all'elettricità" come riportato da alcuni autori scandinavi, alla cui individuazione (con gli importanti limiti che hanno reso tale sindrome non solo non attribuibile causalmente, ma neanche associabile alle RF) hanno contribuito studi osservazionali relativi a lavoratori esposti.

Presunti effetti ritardati di natura tumorale

In un limitato numero di studi epidemiologici, è stata suggerita una associazione tra l'esposizione a campi elettromagnetici a RF in ambienti di vita e di lavoro ed un aumento del rischio di cancro e di leucemia. Gli studi epidemiologici sui lavoratori hanno indagato alcuni gruppi di lavoratori potenzialmente esposti a radiofrequenze quali i dipendenti di una grande industria di telecomunicazioni svedese, gli addetti alla sperimentazione di un programma di difesa da campi elettromagnetici pulsati ad alta intensità (Radar), tecnici di Marina, Aviazione ed Esercito negli USA ed in Polonia, il personale di ambasciate USA in diversi paesi dell'est europeo, le operaie di un'azienda manifatturiera di prodotti in plastica, gruppi di radioamatori, poliziotti che utilizzavano apparecchiature emittenti in RF. Sono spesso state prese in considerazione situazioni di esposizione a frequenze multiple, sovente in assenza di valutazioni quantitative dell'esposizione.

Questi studi, sebbene suggeriscano nel complesso una assenza di associazione causale, non consentono di formulare valutazioni conclusive, a causa dell'eterogeneità dei disegni di indagine, delle carenze nelle valutazioni dell'esposizione, della carente valutazione dei confondenti, delle insufficienti dimensioni campionarie delle popolazioni in studio.

Effetti sul sistema riproduttivo

Gli studi relativi a gruppi professionalmente esposti hanno considerato per lo più, anche se non esclusivamente, il personale addetto all'utilizzo di disposi-

tivi a radiofrequenze per marconiterapia e radarterapia, focalizzando l'attenzione sugli esiti di gravidanza (abortività, alterato rapporto dei sessi alla nascita, incidenza di malformazioni). I risultati sono stati contraddittori, essendo quasi equamente divisi tra riscontri positivi e negativi. Inoltre, questi studi hanno sempre fatto uso di valutazioni indirette dell'esposizione (quali l'anzianità lavorativa ed il carico di lavoro). Anche in questo caso si può concludere che le attuali conoscenze scientifiche non sono in grado di dimostrare una correlazione tra alterazioni della gravidanza ed esposizione alle radiofrequenze.

Riferimenti bibliografici

- Ahlbom A, Green A, Kheifets L, Savitz D, Swerdlow A. Epidemiology of health effects of radio-frequency exposure, ICNIRP, *Environ Health Perspect*, 2004, 112: 1741-1754.
- Altpeter ES, Krebs TH, Pfluger DH, von Känel J, Blattmann R, Emmenegger D, Cloetta B, Rogger U, Gerber H, Manz B, Coray R, Baumann R, Staerk K, Criot CH, Abelin TH. Study on health effects of the shortwave transmitter station of Schwarzenburg, Berne, Switzerland (major Report)". *BEW Publication Series Study*, 1995, 55: 7-20.
- Auvinen A, Hietanen M, Luukkonene R, Koskela RS. Brain tumors and salivary gland cancers among cellular telephone users. *Epidemiology* 2002; 13:356-59.
- Bak M, Sliwinska Kovalska M, Dudarewicz A. No effects of acute exposure to the electromagnetic field emitted by mobile phones on brainstem auditory potentials in young volunteers. *Int J Occup Environ Health* 2003;16:201-8.
- Berqvist U, Vogel E. Possible health implications of subjective symptoms and electromagnetic fields *Arbete Och Hals*, 1997: 19.
- Cardis E, Kilkenny M. International case-control study of adult brain, head and neck tumours: results of the feasibility study. *Radiat Prot Dosim* 1999;83:179-83.
- Christensen HC, Schuz J, Kosteljanetz M, Poulsen HS, Thomsen J, Johansen C. Cellular telephone use and risk of acoustic neuroma. *Am J Epidemiol*. 2004 Feb 1;159(3):277-83.
- Christensen HC, Schuz J, Kosteljanetz M, Skovgaard Poulsen H, Boice JD, McLaughlin JK, Johansen C. Cellular telephones and risk for brain tumors. A population-based, incident case-control study. *Neurol* 2005; 64: 1189-1195.
- D'Andrea JA, Chou CK, Johnston SA, Adair ER. Microwave effects on the nervous system. *Bioelectromagnetics*. 2003; Supplement 6: S107-S147.
- Dolk H, Elliott P, Shaddick G, Walls P, Thakrar B. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. II. All high power transmitters. *American Journal of Epidemiology*, 1997;145: 10-17.
- Dolk H, Shaddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt I, Elliott P. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain. I. Sutton Coldfield Transmitter. *American Journal of Epidemiology*, 1997, 145: 1-9.
- Dreyer NA, Loughlin JE, Rothman KJ. Cause-specific mortality in cellular telephone users. *JAMA* 1999;282:1814-1816.
- Elder JA, Chou CK. Auditory response to pulsed radiofrequency energy. *Bioelectromagnetics* 2003; supplement 6: S162-S173.
- Feychting M, Ahlbom A, Kheifets L. EMF and Health. *Annu Rev Public Health*, 2005;26:165-89.
- Flodin U, Seneby A, Tegenfeldt C. Provocation of electric hypersensitivity under everyday conditions. *Scand J Work Environ Health* 2000;26:93-98.

- Freude G, Ullsperger P, Eggert S, Ruppe I. Microwaves emitted by cellular telephones affect human slow brain potentials *Eur J Appl Physiol* 2000, 81(1-2): 18-27.
- Gobba F, "Gli effetti sulla salute della esposizione a bassi livelli di campi elettromagnetici nell'uomo", *Urbania - Città e ambiente urbano*, Maggioli Editore 2001.
- Gobba F, "Sintomatologia soggettiva aspecifica riferita ai campi elettromagnetici: descrizione di due casi", *Epidemiologia e Prevenzione*, 2002, 26 (4): 171-5
- Hardell L, Hallquist A, Mild KH, Carlberg M, Pahlson A, Lilja A. Cellular and cordless telephones and the risk for brain tumours. *Eur J Cancer Prev* 2002;11:377-86.
- Hardell L, Mild KH, Carlberg M. Further aspects on cellular and cordless telephones and brain tumours. *Int J Oncol.* 2003;22(2):399-407.
- Hardell L, Mild KH, Sandström M, et al. Vestibular schwannoma, tinnitus and cellular telephones. *Neuroepidemiology* 2003b);22:124-129.
- Hietanen M, Hamalainen AM, Husman T. Hypersensitivity symptoms associated with exposure to cellular telephones: No causal link. *Bioelectromagnetics* 2002;23:264-70.
- Hietanen M, Kovala T, Hamalainen AM. Human brain activity during exposure to radiofrequency fields emitted by cellular phones. *Scand J Work Environ Health*, 2000, 26(2): 87-92.
- Hocking B, Gordon IR, Grain HL, and Hatfield GH. Cancer incidence and mortality and proximity to TV towers. *Med J Aust.* 1996; 165: 601-605.
- IARC - International Agency for Research on Cancer. Non-ionizing radiation, "Part 1: static and extremely low-frequency (ELF) electric and magnetic fields" Lyon, 2002. (IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, vol. 20).
- ICNIRP. International Commission for Non Ionizing Radiation Protection. Standing Committee on Epidemiology: Review of the Epidemiologic Literature on EMF and Health. *Environ Health Perspect* 2001; 109: 911-33.
- Johansen C, Boice JD, McLaughlin J, Christensen HC, Olsen JH. Mobile phones and malignant melanoma of the eye. *Brit J Cancer* 2002; 86:348-49.
- Johansen C, Boice JD, McLaughlin JK, et al. Cellular telephones and cancer a nationwide cohort study in Denmark. *J Natl Cancer Inst* 2001;93:203-7.
- Krause CM, Sillanmaki L, Koivisto M, Haggqvist A, Saarela C, Revonsuo A, Laine M, Hamalainen H. Effects of electromagnetic fields emitted by cellular phones on the electroencephalogram during a visual working memory task. *Int J Radiat Biol* 2000, 76 (12): 1659-67.
- Kubinyi G, Thuroczy G, Bakos J, Boloni E, Sinay H, Szabo LD. Effect of continuous-wave and amplitude-modulated 2.45 GHz microwave radiation on the liver and brain aminoacyl-transfer RNA synthetases of in utero exposed mice. *Bioelectromagnetics*, 1996, 17: 497-503.
- Lebet JP, Barbault A, Rossel C, Tomic Z, Reite M, Higgs L, Dafni U, Amato D, Pasche B. Electroencephalographic changes following low energy emission therapy. *Ann Biomed Eng* 1996; 24: 424-29.
- Leitgeb N, Schroettner J. Electric current perception study challenges electric safety limits. *J Med Eng Technol* 2002, 26 (4): 168-72.
- Levallois P. Hypersensitivity of human subjects to environmental electric and magnetic field exposure: a review of the literature *Environ Health Perspect*, 2002, 110 Suppl 4: 613-8.
- Linden G, Bergdahl J, Eriksson N, Stenberg B, Widman L. A follow-up study of 344 patients with "Electrical hypersensitivity". In: *Scientific Programme and Abstracts of the 26th International Congress on Occupational Health*. 2000, Aug 27-Sept.1, Singapore: 693.
- Lönn S, Ahlbom A, Hall P, et al. Long-term mobile phone use and brain tumor risk. *American Journal of Epidemiology* 2005;161:526-535.
- Lönn S, Ahlbom A, Hall P, et al. Mobile phone use and the risk of acoustic neuroma. *Epidemiology* 2004;15:653-659.
- Mann K, Roschke J. Effects of pulsed high frequency electromagnetic fields on human sleep.

- Neuropsychobiology*, 1996, 33 (1): 41-7.
- Maskarinec G, Cooper J, Swygert L. Investigation of increased incidence in childhood leukemia near radio towers in Hawaii: preliminary observation *J Environm Pthol, Toxicol Oncol* 1994, 13 (1): 33-7.
- McKenzie DR, Yin Y, Morell S. Childhood incidence of acute lymphoblastic leukaemia and exposure to broadcast radiation in Sydney – a second look. *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 1998, 22 (suppl. 3): 360-7.
- Michelozzi P, Capon A, Kirchmayer U, Forastiere F, Biggeri A, Barca A, Perucci CA. Adult and childhood leukemia near a high-power radio station in Rome, Italy. *Am J Epidemiol*, 2002, 155 (12): 1-8.
- Muscat JE, Malkin MG, Thompson S, et al. Handheld cellular telephone use and risk of brain cancer. *JAMA* 2000;284:3001-3007.
- NRPB - National Radiological Protection Board, “Electromagnetic Fields and the Risk of Cancer”, 2001.
- Osservatorio Epidemiologico Regione Lazio. Indagine Epidemiologica tra i Residenti in Prossimità della Stazione Radio Vaticana di Roma. 1998: 1-19.
- Park SK, Ha M, Im HJ. Ecological study on residences in the vicinity of AM radio broadcasting towers and cancer death: preliminary observations in Korea. *Int Arch Occup Environ Health* 2004 77:387-394.
- Pasche B, Erman M, Hayduk R, Mitler MM, Reite M, Higgs L, Dafni U, Amato D, Barbault A, Lebet JP. Effects of low energy emission therapy in chronic psychophysiological insomnia. *Sleep* 1996; 19: 327-36.
- Reiser HP, Dimpfel W, Schober F. The influence of electromagnetic fields on human brain activity. *Eur J Med Res* 1995;1:27-32.
- Repacholi MH. Low-Level exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields: Health effects and research needs *Bioelectromagnetics*, 1998, 19: 1-19.
- Repacholi MH. Do we know enough about EMF-induced health effects? *J Radiol Prot*, 1998, 18 (3): 161-2.
- Schirmacher A, Winters S, Fischer S, et al. Electromagnetic fields (1.8 GHz) increase the permeability to sucrose of the blood-brain barrier in vitro *Bioelectromagnetics*, 2000, 21: 338-45.
- Selvin S, Schulman J, Merrill DW. Distance and risk measures for the analysis of spatial data: a study of childhood cancers. *Soc Sci Med*. 1992;34(7):769-77.
- Stang A, Anastassiou G, Ahrens W, Bromen K, Bornfeld N, Jockey KH. The possible role of radio-frequency radiation in the development of uveal melanoma. *Epidemiology* 2001;12: 7-12.
- Szmigielski S, Bortkiewicz A, Gadzicka E, Zmyslony M, Kubacki R. Alteration of diurnal rhythms of blood and pressure and hearth rate to workers exposed to radiofrequency electromagnetic fields *Blood Press Monit.*, 1998, 3 (6): 323-30.
- Vanacore N, Benedetti M, Conte D, De Nardo P, Fabrizio E, Giovani A, Gobba F, Isidori A, Lorenzi F, Massimi E, Mastracola C, Meco G, Napolitani, Nordio M, Pacifici R, Polichetti A, Raucci U, Tubani L, Comba P. Approccio metodologico multidisciplinare allo studio degli effetti neurocomportamentali associati all’esposizione al campo magnetico a 50 Hz”, *Rapporti ISTISAN* 04/01, 2004.
- Wagner P, Roschkle J, Mann K, Hiller W, Frank C. Human sleep under the influence of pulsed radiofrequency electromagnetic fields: A polysomnographic study using standardized conditions. *Bioelectromagnetics*. 1998; 19: 199-202.
- Zhao Z, Zhang S, Zho H, Zhang S, Su J, Li L. The effects of radiofrequency (< 30 MHz) radiation in humans *Review of Environmental Health*, 1994, 10 (3-4): 213-5.

Capitolo 4

CAMPI ELETTROMAGNETICI E COMUNICAZIONE

A cura del dott. Aldo Rosano e del dott. Amedeo Spagnolo

4.1 Il problema della comunicazione del rischio

Nelle società politicamente aperte, come quella italiana, la comunicazione con il pubblico sui rischi ambientali associati all'utilizzo di tecnologia riveste un ruolo importante, di cui i decisori dovrebbero adeguatamente tenere conto nella loro attività. Infatti, l'evoluzione di queste società ha portato a riscontrare:

- a) la crescita di consapevolezza dei rischi ambientali da parte del pubblico, accompagnata da un parallelo e progressivo calo di fiducia nelle autorità pubbliche e negli esperti tecnico-scientifici;
- b) che larghi settori della società ritengono i mutamenti in campo scientifico e tecnologico così rapidi che i governi non possono farvi fronte con azioni tempestive ed adeguate;
- c) che le persone sono pronte ad agire e capaci di inserirsi nei processi in atto. I singoli, i gruppi interni alla società, le organizzazioni non governative vogliono essere parte in atto nel processo decisionale, arrivando persino in taluni casi ad atti di dura contestazione delle attività in cui vengono esclusi dal tale processo.

Queste considerazioni evidenziano come sia necessaria una buona comunicazione sui rischi tra tutte le parti della società. La percezione e la comunicazione del rischio costituiscono aspetti di rilievo anche nella problematica dei rischi correlati ai campi elettromagnetici. Nonostante siano state adottate normative cautelative, l'allarme verso i possibili rischi per la salute connessi con l'esposizione a campi elettromagnetici risulta diffuso fra la popolazione e ciò non può essere ignorato. La comunicazione del rischio è un processo interattivo di scambio di informazioni e di opinioni tra individui, gruppi e istituzioni. Questo processo comporta molteplici messaggi sulla natura del rischio, assieme ad altri messaggi che non riguardano strettamente i rischi, ma che esprimono preoccupazioni, opinioni, reazioni nei confronti dei messaggi di rischio o delle procedure legali e istituzionali messe in atto per gestire il rischio.

I ricercatori devono saper comunicare chiaramente le evidenze scientifiche, gli enti governativi devono informare i cittadini sulle norme di sicurezza e sulle politiche sanitarie, i cittadini interessati devono decidere fino a quale punto vogliano accettare il rischio. In questo processo, è importante che la comunicazione tra le parti si svolga in modo chiaro ed efficace. In questo senso si è sviluppata la *risk communication*, con studiosi che hanno approfondito e studiato l'argomento, ottenendo conoscenze di cui diamo brevi cenni, relativamente alla percezione e alla comunicazione del rischio. La percezione del rischio è un fenomeno cognitivo complesso. Esso richiede l'integrazione di componenti psicologiche sia personali sia di gruppo, ed è significativamente influenzato da fattori sociali. Inoltre, ognuna di queste variabili è mediata dalla efficacia sia formale che effettiva dei processi di comunicazione.

Il processo di percezione avviene – in grandi linee – in quattro fasi:

1. la raccolta di informazioni;
2. la loro integrazione con le pregresse conoscenze del soggetto percettore;
3. una prima elaborazione con il confronto con modelli cognitivi personali preesistenti;
4. una successiva rielaborazione, che viene posta in opera sulla base di dinamiche psicologiche e sociali di gruppo, dipendenti dall'assetto culturale della società di cui l'individuo fa parte.

La percezione è anche un processo selettivo: prima di interpretare le informazioni ricevute dall'ambiente i soggetti operano una selezione inconscia basata sulla base delle proprie attitudini e delle proprie credenze individuali, privilegiando in qualche modo le "informazioni attese" a scapito delle informazioni che non appartengono al mondo cognitivo soggetto, ossia che non vengono riconosciute. Ad esempio l'esclusione delle informazioni che sono nuove rispetto alla pregressa esperienza del soggetto, soprattutto in situazioni che il soggetto considera già codificate. Vi può essere, inoltre, la selezione privilegiata delle informazioni in base al proprio specifico campo di interesse lavorativo, o a personali interessi culturali. La selezione delle informazioni avviene anche in base al gruppo culturale e sociale a cui appartiene la persona ricevente. In questa fase è significativa la distorsione percettiva che può derivare dalla visione che tutta quella società ha (o ha creato, o ha interesse a mantenere) in relazione allo specifico rischio considerato. Le suggestioni di gruppo, le preferenze culturali in relazione ai costi/benefici legati ai rischi esaminati, criteri socialmente codificati di accettabilità sociale, possono rimodellare anche marcatamente la percezione soggettiva. Ne consegue che gruppi di popolazioni differenti percepiscono in maniera anche molto difforme lo stesso rischio.

Gli studiosi sono in accordo nel definire il rischio come "la probabilità che si verifichi un evento dannoso", mentre nella popolazione generale il termine di

rischio non viene percepito in termini probabilistici, ma viene usato come sinonimo di pericolo. Il concetto di rischio varia tra diversi gruppi di persone anche a seconda di quale tipo di danno è considerato rilevante. Se nelle valutazioni tecniche si tiene conto, in genere, soltanto degli aspetti misurabili (o comunque qualitativamente descrivibili) relativi al danno biologico ad esseri umani, ad alterazioni all'ecosistema (ivi compresi danni ad altre specie viventi), oppure danni alla proprietà, nella percezione popolare invece vengono considerati rilevanti un numero maggiore di fattori e conseguenze, e spesso con immagini mentali – personali o collettive – in cui non vi sono quantificazioni. Inoltre, un grosso problema è rappresentato dal fatto che praticamente tutti i rischi di cui si parla nella società moderna non sono evidenti ai sensi, e per di più spesso si riferiscono a possibili conseguenze negative che potranno manifestarsi nel futuro, ovvero a qualcosa che non si può percepire direttamente. Una conseguenza importante di questa intangibilità è che la percezione del rischio sia soprattutto costruita su immagini e convinzioni.

Nell'ambito dei compiti che possono spettare agli addetti ai lavori in ambiti (industrie, enti governativi e/o autorità locali) che devono gestire il rischio c'è il processo di stima del rischio. In molti studi si conclude, in virtù del fatto che anche gli specialisti dell'analisi del rischio possono sbagliare e che le conclusioni possono essere diverse da quelle attese o di senso comune, che la percezione della gente comune può dare un contributo al reale processo di stima del rischio. A conforto di tale conclusione si consideri che anche e quando si presume che la percezione del rischio sia distorta e non basata su informazioni, essa rappresenta comunque un fattore sociale che inevitabilmente influenza le scelte politiche ed economiche.

Il rischio percepito è esso stesso un rischio, in quanto riduce lo stato di benessere, indipendentemente dal fatto che il rischio sia reale o meno. Le differenze tra le necessità espresse di individui a rischio per motivi reali e quelle di coloro che si ritengono a rischio senza ragioni effettive possono apparire sociologicamente non significative e, cosa ancora più importante, di incongruo peso sociale. La comunicazione ha un ruolo importante e fondamentale per modificare i processi di percezione e la risposta soggettiva. Dalle ricerche risulta l'evidente aumento nella società moderna di contrasti e disparità (sociali, culturali) che influenzano il processo comunicativo. In presenza di tale situazione il ruolo della comunicazione dovrebbe essere quello di uniformare i linguaggi, di portare ad un livello condivisibile di percezione. Si previene in tal modo un livello di comunicazione corretta tra i diversi attori sociali interessati, in modo di avere consenso generale e reciproca comprensione.

Negli studi sulla comunicazione del rischio oltre a trattare lo scambio delle informazioni e delle opinioni su rischi e pericoli, ci si interroga, con finalità applicative, su come questo scambio debba essere effettuato per essere quanto più efficace possibile, nel senso di avere una alta possibilità di determinare ricadute attese sulla popolazione bersaglio. Sono state rilevate alcune criticità legate

ancora al concetto di rischio. Si comunica di rischi che sono caratterizzati da aumenti nelle (esposizioni) croniche per basse e bassissime dosi di esposizione ed è aumentato il potenziale di effetti dannosi o catastrofici di diverse attività umane. Sono stati introdotti “nuovi” rischi indotti da nuove tecnologie (oltre ai campi elettromagnetici, ad esempio gli organismi geneticamente modificati, l’ozono, ecc..). Su molti di questi argomenti gli esperti hanno delle opinioni diverse, e nel contempo la società moderna prevede un sempre maggiore coinvolgimento dell’opinione pubblica.

Le caratteristiche peculiari della comunicazione del rischio derivano essenzialmente dal fatto che gli “esperti” percepiscono il rischio in modo differente dal resto della popolazione. Né consegue che i “non esperti” non rispondono necessariamente alle informazioni sui rischi nel modo in cui gli “esperti” si aspettano, e gli “esperti” non sempre rispondono alle domande per le quali i “non esperti” (o popolazione) vorrebbero delle risposte. Da ciò nascono ampi disaccordi sul modo di affrontare i rischi. Inoltre, i rischi per la salute sono spesso intrinsecamente controversi, implicano un coinvolgimento emotivo, introducono problemi di etica, democrazia e di indennizzi la cui valenza sociale e politica prevarica spesso i dati scientifici o amministrativi gestionali. Va detto poi che il linguaggio utilizzato solitamente dagli esperti non è in genere adatto alla comunicazione con il pubblico.

4.1.1 La comunicazione del rischio sull’esposizione ai campi elettromagnetici

Nel precedente paragrafo si è descritta la teoria generale della *risk communication* con particolare attenzione alle fasi di percezione, rischio e comunicazione, evidenziandone alcune peculiarità e criticità. Restringiamo il campo teorico riferendoci ora ai rischi connessi con l’esposizione alle radiazioni elettromagnetiche. Le sorgenti di campi elettromagnetici, anche a causa della loro sempre maggiore presenza nella vita quotidiana, sollevano, in una sempre più attenta opinione pubblica, un intenso dibattito sui possibili rischi sanitari ad esse correlate. Il rischio tecnologico è certamente meno individuabile di quello naturale e, pertanto, la reazione del cittadino comune di fronte ad esso coincide talvolta con un atteggiamento di completa indifferenza, oppure con una sovrastima o sottostima del rischio. Il livello di comprensione e adattamento ad una nuova tecnologia nella società sono funzione del modo in cui questa viene presentata e dell’interpretazione che ne viene data.

Come si è visto, diversi fattori influenzano la percezione individuale o di gruppo di un rischio. Così anche per l’esposizione a campi elettromagnetici la risposta del pubblico dipenderà dalla percezione di quel rischio, basata su fattori esterni, come l’informazione scientifica disponibile, i mezzi e le forme di comunicazione, la situazione economica individuale e collettiva, i movimenti di opinione e la struttura dei processi che regolano le decisioni politiche in seno alla

collettività. Quindi è cruciale il ruolo della “comunicazione” e, qualora non si realizzi un efficace sistema di informazione al pubblico e di comunicazione tra esperti, governi, industria e popolazione, le nuove tecnologie possono diventare oggetto di sfiducia e di paura nell’opinione pubblica.

La preoccupazione del pubblico nei confronti di nuove tecnologie nasce spesso da una mancanza di familiarità e da una sensazione di pericolosità di forze che non si possono controllare. Una conseguenza della preoccupazione è che le collettività chiedono in maniera pressante di conoscere proposte e progetti di impianti che generano campi elettromagnetici, con il timore che questi possano avere effetti sulla loro salute. Queste comunità vogliono avere un certo grado di controllo e partecipare ai processi decisionali.

Il rischio riguardante l’esposizione ai campi elettromagnetici può essere inserito, al di là delle divisioni interne alla comunità scientifica, nel novero dei nuovi rischi, elemento caratterizzante di quella che un’accreditata parte della sociologia definisce “late modernity”. Sono sempre più evidenti le profonde differenze tra le valutazioni scientifiche dei rischi e la percezione che invece ha di questi la popolazione. La comunicazione fra i cittadini e gli esperti in merito ai possibili rischi dovuti alle esposizioni ai campi elettromagnetici risulta particolarmente difficile, viziata da allarmismi, spesso frutto di una cattiva interpretazione dell’incertezza scientifica.

E’ noto che le risultanze delle ricerche sulle esposizioni CEM non presentano (o così sembra al pubblico) omogeneità nei risultati e che ancora non è stata pronunciata una parola definitiva su eventuali rischi per la salute umana. Il pubblico in questa situazione interpreta le informazioni che riceve come poco esauritive e contrastanti una con l’altra. Si deve, anche, lamentare una mancanza di attenzione verso i diversi modi possibili di percepire il rischio, che non sono adeguatamente considerati nella comunicazione tra scienziati, governi, industria e pubblico.

Per cercare di comprendere come le persone percepiscano il rischio, è importante distinguere tra un pericolo per la salute e un rischio per la salute. Un pericolo può essere un oggetto o un insieme di circostanze in grado, potenzialmente, di danneggiare la salute di una persona. Il rischio è la verosimiglianza, o la probabilità, che una persona subisca un danno per effetto di un particolare pericolo. Ad ogni attività è associato un rischio. I rischi possono essere ridotti evitando particolari attività, ma non possono essere completamente aboliti. Nel mondo reale l’assenza di rischio è una situazione non prefigurabile.

Nei processi attraverso i quali si forma l’opinione pubblica e i mezzi attraverso i quali viene veicolata l’informazione, si constata come sia preponderante il peso delle informazioni trasmesse dai mass-media e il loro ruolo nel processo comunicativo. Le criticità note di tali mezzi sono quelle che l’atteggiamento di tendenza dei mezzi di comunicazione di massa è spesso orientato alla trattazione di eventi sensazionali e particolarmente drammatici, talvolta anche semplificando, distorcendo la realtà e omettendo fattori importanti.

Il cittadino comune molto spesso viene colpito da immagini ad effetto piuttosto che dalle evidenze comunicate dalla comunità scientifica. L'aspetto della divulgazione scientifica tramite mass-media diviene fondamentale. Una corretta informazione sui rischi correlati ai campi elettromagnetici dovrebbe avere come principale punto di riferimento le evidenze prodotte dal mondo scientifico sull'argomento. Nella realtà sembra che la percezione del rischio rispetto ai problemi ambientali da parte dei cittadini non coincide sovente con la gravità dei problemi indicata in sede scientifica e accademica. In particolare, si nota come la preoccupazione per i possibili effetti sulla salute per esposizione ai campi elettromagnetici va molto oltre quella che si ha per i rischi ben stabiliti. Quindi l'ipotesi è che vi siano problemi nella comunicazione di argomenti scientifici con un forte impatto emotivo e vi siano evidenti distorsioni riportate dai mass media di notizie scientifiche.

Tra gli aspetti più evidenti notiamo che:

1. qualsiasi annuncio di uno studio scientifico arriva sui giornali fortemente distorto, nel senso di una risposta definitiva, assolutoria o, più frequentemente, di condanna non ambigua;
2. per i mass media il terreno scientifico sia considerato infido. Non è possibile argomentare una tesi su dati che magari finiscono dimostrare l'opposto di quello che si vuole sostenere, e si sceglie di spostare quindi il discorso su terreni più familiari, come quello politico o giuridico, in cui la dialettica è più importante;
3. il dato scientifico sembra solo funzionale ad una particolare tesi oppure messo radicalmente in discussione, adducendo che la scienza è asservita al potere e quindi inaffidabile.

Gli studi che mostrano assenza di effetti sono spesso visti con diffidenza. Tale fenomeno può spiegarsi grazie alle considerazioni teoriche precedentemente fatte sulla percezione dei rischi. Anche i processi che sottostanno alla pubblicazione di notizie scientifiche sui media non sono diversi da quelli che regolano altri campi della società, con l'aggravante che assai raramente il giornalista è in grado di percepire e trasmettere correttamente il messaggio scientifico. Da un punto di vista sociologico, sottolineiamo ancora, che un rischio percepito è interpretato dalla società come un pericolo. In qualità di esperti è compito degli scienziati colmare tale gap, mettendo in atto delle buone tecniche di comunicazione.

Il rilevante ruolo assunto dai mass media nella determinazione di atteggiamenti e comportamenti dei cittadini giustifica il tentativo di analisi sui contenuti da essi veicolati. I mass media contribuiscono, infatti, alla formazione dell'opinione pubblica e alla costruzione di una certa rappresentazione della realtà veicolandone, interpretando le informazioni che provengono dalla comunità scientifica.

4.2 Analisi delle agenzie giornalistiche

(a cura di Valentina Valeriano)

Metodologia

Abbiamo condotto un'analisi sui contenuti dei dispacci lanciati dalla agenzia di stampa ANSA, allo scopo di descrivere alcuni aspetti relativi all'informazione sui campi elettromagnetici, e per verificare alcune delle ipotesi precedentemente formulate sulla difficoltà di comunicazione dei mass media sull'argomento.

L'agenzia di stampa è un'impresa specializzata predisposta alla raccolta di informazioni sugli eventi che si traducono in notizie. Tali informazioni vengono raccolte da corrispondenti dislocati in diversi luoghi di una determinata area di attività, oppure da fonti istituzionali o tramite accordi con le altre Agenzie, che agiscono su raggio mondiale o locale. Essa fornisce un servizio di informazione nazionale e internazionale alle testate giornalistiche che sottoscrivono un abbonamento. Tale servizio consta di notizie (dispaccio) selezionate ed elaborate dalla redazione dell'agenzia di stampa, che si dice vengono "lanciate". Il linguaggio dell'agenzia è sintetico, puntualizza in poche frasi l'essenziale della notizia da trasmettere. La regola di stile è in perfetta concordanza con la funzione svolta dall'agenzia stessa: la notizia è uno strumento di lavoro per un altro giornalista, non un prodotto finito. Talvolta le agenzie forniscono anche elementi di contenuto come articoli già redatti, dati statistici ecc., sul modello dei "sindacate" statunitensi. Le agenzie possono fornire i loro servizi anche ad enti, partiti e privati.

La nostra fonte dei dispacci è stato il sito on-line dell'ANSA- Sanità. La ricerca nel sito è avvenuta utilizzando le parole chiave (per il testo): cellulari, elettrosmog¹, elettromagnetici. Sono stati considerati i dispacci lanciati dal 1993 al 2003, un arco sufficientemente ampio per raccogliere un numero di agenzie adeguato all'analisi quantitativa, e tale da potersi considerare rappresentativo dei diversi fattori che influenzano la comunicazione sull'argomento.

Tra i dispacci così selezionati, abbiamo considerato solo quelli il cui contenuto fosse stato attinente all'argomento della ricerca. Alla fine di questa procedura abbiamo estratto 243 dispacci, su cui abbiamo eseguito l'analisi. La selezione ha tenuto conto del fatto che alcuni dispacci trattavano un'unica notizia ma erano suddivisi in diverse parti e sono stati quindi ricongiunti. È stata condotta un'analisi descrittiva dei dispacci di agenzia utilizzando i classici metodi delle distribuzioni di frequenze e delle tabelle di contingenza. I testi dei dispacci sono

¹ La parola elettrosmog viene coniata negli anni 70 dagli ambientalisti svedesi e subito ripresa dalla stampa. Fino alla metà degli anni 90 non compare sulla stampa con grande frequenza, mentre in seguito viene citata di frequente, intendendo con questo termine l'inquinamento ambientale da campi elettrici ed elettromagnetici.

stati classificati sia in base ai diversi contesti, e quindi per il senso che assumevano, sia sulla base di alcune singole espressioni in esse contenute.

Sono stati quindi classificati nel modo seguente:

1. per il tono che si percepisce leggendo il testo del dispaccio (Tono generale);
2. per la fonte, intesa come gruppo sociale, da cui deriva la notizia (Contesto).

Le espressioni presenti nel testo sono state classificate:

1. per l'atto o azione riportata nel dispaccio (Azione);
2. per l'oggetto, ritenuto preponderante, del dispaccio (Contenuto);
3. per le sorgenti di emissioni elettromagnetiche citate nei dispacci e classificati per grandi categorie (Sorgente elettromagnetica);
4. per il relatore (persona o ente o associazione) classificato secondo il settore di appartenenza (Relatore);
5. per l'evento nel o dal quale si tratta di elettromagnetismo (Evento);
6. per la patologia eventualmente citata nel dispaccio (Patologia).

Analisi dei risultati

Tab. 1 – Agenzie per anno di pubblicazione

Anno	N	%
1993	18	7,4
1994	7	2,9
1995	36	14,8
1996	29	11,9
1997	36	14,8
1998	30	12,3
1999	42	17,3
2000	10	4,1
2001	25	10,3
2002	5	2,1
2003 (febbraio)	5	2,1
Totale	243	100,0

Se consideriamo la frequenza dei dispacci come indicatore dell'interesse suscitato dall'argomento, vediamo (tab. 1) che il periodo dal 1995 al 1999 è il più prolifico, mentre negli ultimi anni sembra diminuire costantemente la frequenza di dispacci.

Tab. 2 – Agenzie per tipo di “contenuto”

Contenuto	N	%
Studi scientifici	120	49,4
Intervento istituzionale	84	34,6
Denuncia civile	34	14,0
Rischi Lavorativi	4	1,6
Non classificato	1	0,4
Totale	243	100,0

L'oggetto di cui si occupavano i dispacci era prevalentemente quello degli studi scientifici (tab. 2) con ben il 49,4 %. Seguono quelli che abbiamo classificato come intervento istituzionale, cioè legato a normative o alla politica, con il 34,6 %. Infine oltre a segnalare il 14,0% delle denunce civili, ci sembra interessante sottolineare la bassa percentuale (1,6 %) di dispacci riguardanti i rischi lavorativi. Il mondo del lavoro non fa notizia.

Tab. 3 – Agenzie per “sorgente elettromagnetica”

Sorgente	N	%
CEM ed Elettrosmog	112	46,1
Cellulari	66	27,2
Antenne	26	10,7
Elettrodotto	26	10,7
Strumenti vari	13	5,3
Totale	243	100,0

La maggioranza dei dispacci (tab. 3) riguardano genericamente “CEM (Campi elettromagnetici) ed elettrosmog”, con il 46,1%. Questo aspetto sembra stridere con il dato precedente in cui si faceva spesso riferimento agli studi scientifici, in cui le sorgenti sono solitamente ben dettagliate. Troviamo una buona quota di agenzie che riferiscono notizie sui cellulari (27,2%). Sono ben rappresentati le antenne e gli elettrodotti, spesso oggetto di molte dispute tra popolazione e amministratori, e gli strumenti vari, con il 5,3%, che non è un termine generico, ma raccoglie anche quelle strumentazioni di uso comune (ad esempio gli elettrodomestici) dei quali si discute raramente.

Tab. 4 – Agenzie per “tono generale”

Tono	N	%
Attendista	97	39,9
Allarmistico	88	36,2
Tranquillizzante	53	21,8
Non esattamente classificabile	5	2,0
Totale	243	100,0

Per ciò che riguarda il tono delle agenzie (tab. 4), la maggior parte è definibile come attendista (39,9%), quasi allo stesso livello il tono allarmistico (36,2%). Ciò sembra confermare la natura dei mass-media di dare molto spazio a toni sensazionalistici. Il tono tranquillizzante, riportato dal 21,8% delle agenzie, deve essere approfondito per darne un giudizio più definito e chiaro.

Tab. 5 – Agenzie per tipo di “evento”

Evento	N	%
Scientifico	108	44,4
Politico-istituzionale	81	33,3
Stampa	21	8,6
Ass. ambientaliste,cittadini	21	8,6
Giudiziario	9	3,7
Produttori	3	1,2
Totale	243	100,0

La notizia nasce (tab. 5) per lo più da eventi di natura scientifica, 44,4%. Segue l’ambiente politico-istituzionale al 33,3%. Desti particolare curiosità l’elevata percentuale del riferimento scientifico, anche in relazione ad alcune considerazioni precedenti, sul tono delle notizie.

Tab. 6 – Agenzie per “relatore”

Relatore	N	%
Studiosi	131	53,9
Politica	79	32,5
Utenti	23	9,5
Costruttori	4	1,6
Giudiziario	4	1,6
Stampa	2	0,8
Totale	243	100,0

Anche l'ambiente di provenienza dell'intervistato (tab. 6) conferma e rafforza la predominanza dell'ambiente di studio (53,9%) e della politica (32,5%) rispetto a tutti gli altri, con gli utenti al 9,5%.

Tab. 7 – Agenzie per “patologie”

Patologie	N	%
Tumori	41	16,9
Tumori specifici	31	12,8
Salute pubblica	26	10,7
Patologia	13	6,6
Tumori infantili	16	6,6
Ipersuscettibilità	12	4,9
Genetica	9	3,7
Nessuna patologia	92	37,9
Totale	243	100,0

Non tutti gli articoli trattano di patologie. Tra quelli che ne trattano (tab. 7) il tema dell'ipersuscettibilità è argomento recente e riguarda circa il 5% delle agenzie. Considerando che i dispacci non sono stampa specializzata, potremmo ipotizzare che le patologie siano menzionate correttamente, pur considerando il taglio sensazionalistico e la scarsa precisione di molte delle notizie divulgate dalle agenzie.

Tab. 8 – Agenzie per “contenuto” e “sorgente elettromagnetica” (percentuali di riga).

Contenuto	Sorgente					Totale
	Antenne	Cellulari	Elettrodotta	CEM/elettrosmog	Strumenti vari	
Denuncia civile	7 (20,6 %)	11 (32,4%)	6 (17,6%)	5 (14,7%)	5 (14,7%)	34
Intervento istituzionale	12 (14,3%)	10 (11,9%)	8 (9,5%)	52 (61,9%)	2 (2,4%)	84
Studio	7 (5,8%)	45 (37,5%)	12 (10,0%)	51 (42,5%)	5 (4,2%)	120
Totale	26 (10,9%)	66 (27,7%)	26 (10,9%)	108 (45,4%)	12 (5,0%)	238

Approfondiamo alcuni aspetti combinando alcune delle caratteristiche delle agenzie che abbiamo riportato sopra. Analizzando la distribuzione delle agenzie per contenuto e tipo di fonte trattata è evidente come le denunce civili sono discre-

tamente eterogenee rispetto alla fonte (tab. 8), con un picco per i cellulari (32,4%) e per le antenne (20,6%). L'intervento istituzionale appare invece concentrarsi su CEM/elettrosmog (61,9%), quindi su un generico argomento. Infine gli studi, che si riferiscono principalmente a CEM/elettrosmog (42,5%) e cellulari (37,5%). Quindi gli studi scientifici hanno la doppia natura di essere utilizzati sia per fonti generiche, forse per dare attendibilità o sostanza a discorsi vaghi, o per l'argomento d'attualità, come lo è stato o lo è l'uso del telefono cellulare.

Tab. 9 – Agenzie per “contenuto” e “tono generale” (percentuali di riga).

Contenuto	Tono generale			Totale
	Allarmistico	Attendista	Tranquillizzante	
Denuncia civile	21 (63,6%)	9 (27,3%)	3 (9,1%)	33
Intervento istituzionale	9 (11,3%)	55 (68,7%)	16 (20,0%)	80
Studio	57 (47,5%)	29 (24,2%)	34 (28,3%)	120
Totale	87 (37,3%)	93 (39,9%)	53 (22,8%)	233

Si osserva (tab. 9), in modo prevedibile, come la denuncia civile abbia prevalentemente un tono allarmistico (63,6%). Come atteso l'intervento istituzionale si configura soprattutto attendista (68,7%) e tranquillizzante (20,0%). Quando il contenuto del dispaccio riporta uno studio, questo si configura in modo più eterogeneo con un tono soprattutto allarmistico (47,5%), e percentuali simili per i toni attendisti (24,2%) o tranquillizzanti (28,3%).

Tab. 10 – Agenzie per “contenuto” e per tipo di “evento” (percentuali di riga).

Contenuto	Tipo di evento						Totale
	Giudiziario	Politico-istituzionale	Promosso da produttori	Scientifico	Stampa	Ambientalisti o utenti	
Denuncia civile	6 (17,6%)	6 (17,6%)	-	5 (14,7%)	4 (11,8%)	13 (38,2%)	34
Intervento istituzionale	3 (3,6%)	56 (66,7%)	2 (2,4%)	13 (15,5%)	6 (7,1%)	4 (4,8%)	84
Studio scientifico	-	17 (14,2%)	1 (0,8%)	89 (74,2%)	10 (8,3%)	3 (2,5%)	120
Totale	9 (3,8%)	79 (33,2%)	3 (1,3%)	107 (45,0%)	20 (8,4%)	20 (8,4%)	238

Si osserva, inoltre, che (tab. 10) la denuncia civile viene per lo più da ambientalisti o utenti (38,2%) e poi in modo abbastanza costante nelle altre modalità, esclusi i produttori. L'intervento istituzionale viene prevalentemente dall'ambito politico istituzionale (66,7%) e per buona parte anche da quello scientifico (15,5%). Gli studi scientifici hanno naturalmente una forte associazione con gli eventi di tipo scientifico (74,2%) e in parte con quelli politico istituzionali (14,2%).

Tab. 11 – Agenzie per “oggetto” e tipologia di “relatore” (percentuali di riga).

Oggetto	Tipologia di relatore						Totale
	Costruttore	Giudiziario	Politica	Studiosi	Stampa	Utenti	
Comunicazione mass media	2 (5,3%)	1 (2,6%)	9 (23,7%)	19 (50 %)	2 (5,3 %)	5 (13,2%)	38
Denunce e opinioni di assoc. e utenti	-	-	-	-	- (100%)	11	
Giurisprudenza	1 (16,7%)	3 (50,0%)	1 (16,7%)	-	-	1 (16,7%)	6
Interrogazioni istituzionali	-	-	15 (100%)	-	-	-	15
Istituzionale legislativo	-	-	14 (73,7%)	4 (21,1%)	-	1 (5,3%)	19
Lavoro scientifico	1 (1,5%)	-	2 (2,9%)	64 (94,1%)	-	1 (1,5%)	68
Relazioni e azioni istituzionali	-	-	37 (80,4%)	5 (10,9%)	-	4 (8,7%)	46
Riunioni scientifiche	-	-	1 (2,5%)	39 (97,5%)	-	-	40
Totale	4 (1,6%)	4 (1,6%)	799 (32,5%)	131 (53,9%)	2 (0,8%)	23 (9,5%)	243

Negli “oggetti” delle agenzie (tab. 11) si denota una frequente presenza di caratteri omogenei rispetto ai “relatori”, secondo una prevedibile relazione logica. Solo quando l'oggetto dell'agenzia è genericamente una “comunicazione mass media” questa modalità si distribuisce omogeneamente con tutte le tipologie di relatore.

Tab. 12 – Agenzie per “patologia” e “contenuto” (percentuali di riga)

Patologia	Contenuto			Totale
	Denuncia civile	Intervento Istituzionale	Studio scientifico	
Genetica	-	-	9 (100,0%)	9
Altre patologie	3 (20,0%)	1 (6,7%)	11 (73,3%)	15
Salute pubblica	6 (23,1%)	8 (30,8%)	12 (46,1%)	26
Ipersensibilità	1 (8,3%)	1 (8,3%)	10 (83,4%)	12
Tumori	4 (10,0%)	10 (25,0%)	26 (65,0%)	40
Tumori infantili	2 (12,5%)	3 (18,8%)	11 (68,7%)	16
Tumori specifici	8 (25,8%)	2 (6,5%)	21 (67,7%)	31
Totale	24 (16,1%)	25 (17,6%)	100 (67,1%)	149

Le “patologie” si presentano come argomento delle agenzie (tab. 12) tutte con maggior frequenza in corrispondenza della modalità di contenuto riferibile ad uno studio. Si può osservare con interesse come le patologie di natura “genetica” siano citate solo in “studi scientifici” (100%). Le agenzie che trattano di “salute pubblica” sono le più eterogenee rispetto al “contenuto”. La “sensibilità” è quasi esclusivamente citata negli “studi scientifici” (83,4%). Relativamente ai tumori notiamo che nelle loro tre classificazioni sono simili le percentuali rispetto alla modalità “studio scientifico” con tumori (65,0%), tumori infantili (68,7%), tumori specifici (67,7%). È interessante notare come vi siano percentuali rilevanti per tumori rispetto ad agenzie con contenuto “intervento istituzionale” (25,0%) e per i tumori specifici rispetto alla denuncia civile (25,8%).

Tab. 13 – Agenzie per “patologia” e per “sorgente elettromagnetica” (percentuali di riga)

Patologia	Sorgente elettromagnetica					Totale
	Antenne	Cellulari	Elettrodotti	CEM/ Elettrosmog	Strumenti vari	
Genetica	-	7 (77,8%)	-	2 (22,2%)	-	9
Altre patologie	1 (6,3%)	10 (62,5%)	-	2 (12,5%)	3 (18,8%)	16
Salute pubblica	8 (30,8%)	6 (23,1%)	2 (7,7%)	8 (30,8%)	2 (2,2%)	26
Ipersensibilità	1 (8,3%)	8 (66,7%)	-	2 (16,7%)	1 (8,3%)	12
Tumori	-	9 (22,0%)	9 (22,0%)	21 (51,2%)	2 (4,9%)	41
Tumori infantili	2 (12,5%)	-	4 (25,0%)	10 (62,5%)	-	16
Tumori specifici	3 (9,7%)	11 (35,5%)	4 (12,9%)	13 (41,9%)	-	31
Totale	15 (9,9%)	51 (33,8%)	19 (12,6%)	58 (38,4%)	8 (5,3%)	151

Le patologie riportate dalle agenzie rispetto al tipo di “sorgente elettromagnetica” citata (tab. 13) vede quelle di natura genetica associate ai cellulari (77,8%) e CEM/elettrosmog (22,2%). Prevedibile anche l’associazione tra i dispacci che citano problemi di salute pubblica con diverse voci: antenne (30,8%), CEM/elettrosmog (30,8%), cellulari (23,1%).

La “ipersensibilità” è soprattutto legata ancora ai cellulari (66,7%). Più eterogenea la voce tumori associata a: CEM/elettrosmog (51,2%), cellulari (22,0%) ed elettrodotti (22,0%). Per i tumori infantili abbiamo una forte associazione con CEM/elettrosmog (62,5%), e anche con gli elettrodotti (25,0%). I tumori specifici sono soprattutto associati a CEM/elettrosmog (41,9%) e cellulari (35,5%).

Tab. 14 – Agenzie per “patologia” e “tono generale” (percentuali di riga).

Patologia	Tono generale			Totale
	Allarmistico	Tranquillizzante	Attendista	
Genetica	6 (66,7%)	2 (22,2%)	1 (11,1%)	9
Altre patologie	5 (35,7%)	4 (28,6%)	5 (35,7%)	14
Salute pubblica	8 (30,8%)	9 (34,6%)	9 (34,6%)	26
Ipersensibilità	8 (72,7%)	2 (18,2%)	1 (9,1%)	11
Tumori	16 (39,0%)	12 (29,3%)	13 (31,7%)	41
Tumori infantili	12 (75,0%)	-	4 (25,0%)	16
Tumori specifici	17 (54,8%)	8 (25,8%)	6 (19,4%)	31
Totale	72 (48,6%)	37 (25,0%)	39 (26,4%)	148

Le patologie rispetto al tono espresso dai dispacci (tab. 14) si presentano per le patologie di natura genetica soprattutto in chiave allarmistica (66,6%) così come per la ipersensibilità (72,7%) e i tumori infantili (75,0%). Ancora in prevalenza di tono allarmistico, ma con percentuale più bassa, le agenzie sui tumori specifici (54,8%). Le altre patologie, la salute pubblica e i tumori, si distribuiscono in modo omogeneo tra le agenzie con tono allarmistico, tranquillizzante e attendista.

Tab. 15 – Agenzie per “patologie” e tipologia di “relatore” (percentuali di riga)

Patologie	Tipo di relatori						Totale
	Costruttore	Giudiziario	Politica	Studiosi	Stampa	Utenti	
Genetica	-	-	-	9 (100,0%)	-	-	9
Altre patologie	-	-	8 (50,0%)	6 (37,5%)	-	2 (12,5%)	18
Salute pubblica	1 (3,8%)	2 (7,7%)	7 (26,9%)	11 (42,3%)	-	5 (19,2%)	26
Ipersensibilità	-	-	1 (8,3%)	10 (83,3%)	1 (8,3%)	-	12
Tumori	-	-	8 (19,5%)	33 (80,5%)	-	-	41
Tumori infantili	-	-	5 (31,3%)	8 (50,0%)	-	3 (18,8%)	16
Tumori specifici	1 (3,2%)	2 (6,5%)	4 (12,9%)	19 (61,3%)	1 (3,2%)	4 (12,9%)	31
Totale	2 (1,3%)	4 (2,6%)	33 (21,6%)	96 (62,7%)	2 (1,3%)	14 (9,1%)	153

Sono soprattutto (tab. 15) gli studiosi a parlare del tema delle patologie associate all'esposizione a campi elettromagnetici. Il relatore politico si interessa soprattutto delle “altre patologie” (50,0%), modalità comprende genericamente un evento patologico connesso con l'esposizione.

Tab. 16 – Agenzie per patologia ed evento (percentuali di riga)

Patologie	Eventi								Totale
	Comunicazione mass media	Denunce opinioni di assoc. e utenti	Giurisprudenza	Interrogazioni istituzionali	Istituzionale legislativo	Lavoro scientifico	Relaz. e azioni istituzionali	Riunioni scientifiche	
Genetica	2 (22,2%)	-	-	-	-	5 (55,6%)	-	2 (22,2%)	9
Patologia	1 (6,3%)	2 (12,5%)	-	3 (18,8%)	1 (6,3%)	4 (25,0%)	3 (18,8%)	2 (12,5%)	16
Salute pubblica	5 (19,2%)	3 (11,5%)	2 (7,7%)	4 (15,4%)	-	3 (11,5%)	5 (19,2%)	4 (15,4%)	26
Ipersensibilità	1 (8,3%)	-	-	-	-	10 (83,3%)	1 (8,3%)	-	12
Tumori	4 (9,8%)	-	-	2 (4,9%)	2 (4,9%)	15 (36,6%)	5 (12,2%)	13 (31,7%)	41
Tumori infantili	1 (6,3%)	1 (6,3%)	-	2 (12,5%)	-	7 (43,8%)	4 (25,0%)	1 (6,3%)	16
Tumori specifici	3 (9,7%)	2 (6,5%)	4 (12,9%)	-	1 (3,2%)	15 (48,4%)	2 (6,5%)	4 (12,9%)	31
Totale	17 (11,3%)	8 (5,3%)	6 (4,0%)	11 (7,3%)	4 (2,6%)	59 (39,1%)	20 (13,2%)	26 (17,2%)	151

Infine, le patologie rispetto all'evento citato nell'agenzia (tab. 16) si presentano con le malattie genetiche più frequentemente citate negli eventi scientifici (55,6%), "riunioni scientifiche" (22,2%) e "comunicazione e mass media" (22,2%). Assolutamente omogeneo il tema della salute pubblica che non trova relazione solo con eventi "istituzionale legislativo" e scientifici.

L'ipersensibilità risulta fortemente associata alle "comunicazioni scientifiche" (83,3%). Infine, si osserva che i tumori sono citati in connessione con eventi "istituzionale legislativi" per il 4,9% e con riunioni scientifiche per il 31,7%. I tumori infantili sono citati poco spesso in eventi di "denuncia degli utenti" (6,3%) e nelle "interrogazioni istituzionali" (12,5%), mentre più di frequente sono menzionati in "lavori scientifici" (43,8%), e "relazioni istituzionali" (25,0%). I tumori specifici trovano associazione raramente con eventi di carattere "istituzionale legislativo" (3,2%), più spesso con "lavori scientifici" (48,4%).

Conclusioni

La sorgente elettromagnetica più citata nelle agenzie analizzate è "CEM ed elettrosmog", termine nel quale abbiamo classificato l'utilizzo di termini generici o la difficoltà nel dispaccio di definire esattamente una sorgente. Ancora da sottolineare come sia scarsa l'attenzione per alcuni strumenti di uso comune, classificati in "strumenti vari", ma che dovrebbero destare altrettanto interesse di altri più citati. Sembrerebbero quindi convivere un continuo informare su determinati argomenti, anche in parte già stabilizzati in termini di conoscenza, e una presenza minore di informazione che segue lo sviluppo della ricerca.

Nei dispacci il ricorso a trattare l'aspetto scientifico è molto evidente. Il "relatore" è classificabile come studioso nel 53,9% dei dispacci, l'"oggetto" è scientifico nel 44,5%, e l'"azione" è scientifica nel 44,4% dei casi. Le patologie di cui si parla nei dispacci sono per il 39,1% definite in modo preciso.

Gli studi scientifici citati riguardano principalmente i telefoni cellulari, in cui il tono è prevalentemente allarmistico. Le patologie citate sono soprattutto di natura genetica, o tumorale (tumori infantili e tumori specifici) oltre che la cosiddetta ipersuscettibilità. Negli interventi istituzionali ci si occupa per lo più di CEM/elettrosmog e antenne, il tono è attendista, e conseguono azioni politiche istituzionali, e dei prodotti.

La denuncia civile riguarda soprattutto antenne, cellulari, elettrodotti, strumenti vari, con tono prevalentemente allarmistico. Gli eventi che accolgono questi interventi sono eventi mediatici, denunce od opinioni consumatori. Le patologie principalmente trattate sono temi di salute pubblica e tumori specifici.

Questa è la tendenza del contenuto dei dispacci, ed è poi probabilmente ciò che rimane nelle coscienze degli utilizzatori dei mass-media. Vi sono agenzie ben costruite così come poco attendibili da un punto di vista scientifico. Il problema è a di proporzione tra le due, spesso sbilanciata verso l'inattendibilità.

In conclusione, la maggioranza dei dispacci fa riferimento ad uno studio scientifico, seguono gli interventi istituzionali e le denunce civili, mentre il tema dei rischi lavorativi è quasi completamente ignorato. Nello studio abbiamo considerato tutte le sorgenti, e non solo quelle relative alle radiofrequenze che, pur considerando alcune imprecisioni di classificazione, sono circa il 37,9%. Il tono dei dispacci appare ben equilibrato nelle tre modalità proposte (allarmistico, tranquillizzante, allarmista).

Per questi due aspetti è possibile, pur con le dovute cautele, un confronto con uno studio precedente svolto nel 2000 dall'EURISPES dal titolo "Indagine conoscitiva sull'inquinamento elettromagnetico in relazione ai sistemi di telecomunicazione mobile". Le cautele sono dovute al diverso contesto nel quale si svolgeva quello studio, dedicato sostanzialmente alla telefonia mobile, e al fatto che l'analisi dei mass media era effettuata sulla carta stampata. La tipologia dei titoli delle notizie è stato classificato dall'EURISPES in "informativo-attualità" (48,8%), "denunce" (29,8%) e "allarmistico" (21,4%). Le percentuali non sono dissimili da quelle rilevate dall'analisi delle agenzie ANSA. Altra variabile confrontabile con lo studio EURISPES era l'argomento principale degli articoli: *allarme sociale* 25,0%, *ricerche scientifiche* 22,6%, *legislazioni e politiche* (voci distinte) insieme al 35,7%. In questo caso non troviamo una corrispondenza con risultati dell'indagine sulle ANSA. La relazione tra le due indagini è evidente, le notizie riportate dai giornali, analizzate dallo studio EURISPES, derivano spesso dai dispacci delle agenzie. Le agenzie rivelano un tono allarmistico più di frequente che i giornali, ma ciò potrebbe discendere semplicemente dal linguaggio utilizzato, senz'altro stringato e lapidario nelle agenzie, e dalla esigenza di attirare in poche righe l'attenzione dei fruitori.

Bibliografia

- EURISPES. Indagine conoscitiva sull'inquinamento elettromagnetico in relazione ai sistemi di telecomunicazione mobile. Roma, novembre, 2000.
- Fishoff B, Slovic P, Lichtstein et al.. How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risk and benefits. *Policy Sciences*, 1978; 9:127-152.
- Gray PCR, Stern RM, Biocca M (eds). *Communicating about risk to environment and health in Europe*. OMS, Ginevra, 1998.
- Hance B, Chess C, Sandman P. *Improving dialogue with communities: a risk communication manual for government*. Department of Environmental Protection and Energy, Division of Science and Research, Trenton, NJ, 1988.
- Kotler P, Roberto EL. *Social marketing: strategies for changing public behaviour*. The Free Press, New York, 1989.
- Kasperson RE, Renn O, Slovic P. The social amplification of risk: a conceptual framework. *Risk analysis*; 1988, 8, 177-187.
- Krimsky S, Plough A. *Environmental Hazards: Communicating risks as a social process*. Auburn House Publishing Company, Dover, Mass., 1988.
- Magnavita N. (a cura di) *Applicazione di modelli organizzativi originali per la prevenzione del*

- rischio chimico in aziende di diverse dimensioni. Metodo A.S.I.A., Istituto Italiano di Medicina Sociale - Collana studi e ricerche, Roma, cap. 5: 100-167.
- National Research Council. Improving risk communication. National Academy Press, Washington DC, 1989.
- Neidhart F. The public as a communication system. *Public understanding of science*, 1993; 2: 339-350.
- Organizzazione Mondiale della Sanità. Come stabilire un dialogo sui rischi dei campi elettromagnetici. Ed. OMS, Ginevra, 2002.
- Rohrmann B. The evaluation of risk communication effectiveness. *Acta Psychologica*, 1992; 81:169-192.
- Rokeach M. Beliefs, attitude & values. Jossey-Bass, San Francisco, 1968.
- US National Research Council, Committee on risk perception and communication. Improving risk communication. Washington DC: NAS Press, 1989: p. 332.
- Weinstein ND, Sandman PM, Roberts NC. Communicating effectively about risk magnitudes. Risk communication service, US Environmental Protection Agency, Office of Public Planning and Evaluation, Washington DC, 1989.

Capitolo 5

ANALISI DELLA NORMATIVA

5.1 La normativa internazionale

L'ampio dibattito in corso da diversi anni nella comunità scientifica sui possibili effetti sanitari dell'esposizione a campi elettromagnetici, argomento ormai di grande interesse anche presso l'opinione pubblica, ha portato varie istituzioni internazionali come l'Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), l'Unione Europea (UE), la Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP), a svolgere un'analisi critica dei dati scientifici a disposizione e a formulare raccomandazioni e linee guida circa i limiti di esposizione da adottare per la salvaguardia della salute.

Molte ricerche sono state effettuate e sono in corso da parte della comunità scientifica internazionale e, a prescindere dai risultati ottenuti, è comunque cresciuta la richiesta della società per l'adozione di norme di sicurezza rigide e con l'introduzione di standard di tutela (più severi di quelli in vigore).

Al di là di alcune differenze nei valori numerici, di alcuni limiti e di qualche aspetto metodologico di un certo rilievo, le normative internazionali presentano importanti aspetti in comune dal punto di vista delle basi scientifiche e razionali. In particolare:

1. sono basate sulla stessa letteratura scientifica;
2. prendono in considerazione soltanto effetti chiaramente documentati;
3. prevedono ampi margini di sicurezza rispetto ai livelli di soglia che caratterizzano gli effetti sanitari accertati.

L'esposizione della popolazione generale e dei lavoratori a campi elettromagnetici è regolamentata da una grande varietà di norme, che in genere sono ispirate alle linee guida internazionali elaborate dalla ICNIRP. Questa organizzazione non governativa valuta i risultati scientifici che provengono da tutto il mondo e produce linee guida che raccomandano limiti di esposizione. Tali linee guida vengono periodicamente riesaminate e se necessario, aggiornate. In particolare l'ICNIRP (1994) ha pubblicato linee guida sulla protezione dalle esposizioni a campi magnetici statici e a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici con fre-

quenza compresa tra 1 Hz e 300 GHz (ICNIRP, 1998), a cui faremo riferimento nel prosieguo. Attorno a queste linee guida si è creato un vasto consenso e sono numerosi i paesi che hanno adottato a livello nazionale, con leggi o regolamenti, le raccomandazioni dell'ICNIRP.

I limiti di esposizione si basano su effetti legati alle esposizioni acute a breve termine. Facendo riferimento agli effetti acuti a breve termine, le linee guida fanno riferimento a un livello di approssimazione di esposizione, o livello soglia, che corrispondono a effetti biologici potenzialmente nocivi. Relativamente alle radiofrequenze comprese fra 1Hz e 300 GHz, la definizione dei limiti di esposizione prevede due fasi.

La prima fase prende in considerazione gli effetti sanitari che si intende prevenire, la loro entità ed il loro andamento con la frequenza. I cosiddetti limiti di base, che sono gli unici veri limiti per la salvaguardia della salute, vengono espressi mediante grandezze fisiche, grandezze dosimetriche come la densità di corrente (A/m^2), la SAR (W/kg), la SA (J/kg) e la densità di potenza (W/m^2). Il valore delle grandezze dosimetriche, strettamente correlato agli effetti sanitari, è quello presente all'interno del corpo e per questo motivo non è valutabile se non mediante esperimenti di laboratorio o simulazioni al computer ottenute con l'applicazione di opportuni modelli matematici. Il limite raccomandato viene determinato in base ai livelli di soglia relativi alle risposte acute che si evidenziano nei vari intervalli di frequenza presi in considerazione (stress indotto dall'aumento della temperatura corporea, effetti comportamentali, stimolazione di struttura e tessuti eccitabili) e ai fattori di sicurezza che si è deciso di adottare.

La seconda fase del processo di protezione dalle esposizioni prevede la scelta dei livelli di riferimento. I livelli di riferimento sono espressi in termini di grandezze "esterne", note come grandezze radiometriche, quali campo elettrico (E), campo magnetico (H) e densità di potenza (S), che caratterizzano l'ambiente in cui avviene l'esposizione in assenza del soggetto esposto. Esse sono facilmente misurabili con una strumentazione relativamente poco costosa e largamente diffusa sul mercato.

L'idea di base del concetto di "protezione" dell'ICNIRP è che, data le frequenze di interesse, se in un ambiente si misurano valori inferiori ai livelli di riferimento raccomandati, in nessuna circostanza l'esposizione determinerà il superamento dei limiti di base. Non è però necessariamente vero il contrario. Infatti, in molte situazioni espositive può accadere che, pur in presenza di valori di campo elettromagnetico superiori ai livelli di riferimento, i limiti di base non vengano superati. Quindi nel caso di superamento dei livelli di riferimento sono necessarie analisi più approfondite e complesse per verificare il rispetto, o meno, dei limiti di base, che costituiscono i veri limiti di esposizione. I limiti proposti dall'ICNIRP sono basati, al variare delle frequenze, su effetti sperimentali accertati, quali la stimolazione di muscoli e nervi periferici, scosse e ustioni derivanti dal contatto con conduttori e un aumento della temperatura dei tessuti dovuto all'assorbimento di energia. Nello specifico i limiti di base fra 100 kHz e 10 GHz

sono definiti in termini di tasso di assorbimento specifico (SAR), atti a prevenire sia stress termici in grado di interessare l'intero organismo sia eccessivi depositi localizzati di calore nei tessuti. Si nota che fra 100 kHz e 10 MHz i limiti di base limitano contemporaneamente sia la densità di corrente indotta che il SAR. Fra 10 MHz e 300 GHz i limiti di base, dato il piccolo spessore di penetrazione delle microonde a questa frequenza, sono definiti in termini di densità di potenza, una grandezza che alle frequenze più basse è utilizzata come grandezza radiometrica. Questa limitazione tende a prevenire l'eccessivo riscaldamento della pelle e dei tessuti superficiali del corpo.

Tabella 1 - Limiti di base raccomandati dall'ICNIRP per campi elettrici e magnetici variabili nel tempo con frequenza fino a 10 GHz.

Tipo di esposizione	Intervallo di frequenza	Densità di corrente per la testa e il torace (mA/m ²) (valore efficace)	SAR mediato sul corpo intero (W/kg)	SAR locale (testa e torace) (W/kg)	SAR locale (arti) (W/kg)
Esposizione lavorativa	fino a 1 Hz	40	-	-	-
	1-4 Hz	40/f	-	-	-
	4 Hz-1 kHz	10	-	-	-
	1-100 kHz	f/100	-	-	-
	100kHz-10 MHz	f/100	0,4	10	20
	10 MHz-10 GHz	-	0,4	10	20
Esposizione della popolazione	fino a 1 Hz	8	-	-	-
	1-4 Hz	8/f	-	-	-
	4 Hz-1 kHz	2	-	-	-
	1-100 kHz	f/500	-	-	-
	100kHz-10 MHz	F/500	0,08	2	4
	10 MHz-10 GHz	-	0,08	2	4

Tabella 2 - Livelli di riferimento ICNIRP per l'esposizione lavorativa a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (valori efficaci dei campi non perturbati)

Intervallo di frequenza	Intensità del campo elettrico (V/m)	Intensità del campo magnetico (A/m)	Induzione magnetica (microtesla)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente Peq (W/m ²)
Fino a 1 Hz	-	1,63x10 ⁵	2x10 ⁵	-
1-8 Hz	20000	1,63x10 ⁵ /f ²	2x10 ⁵ /f ²	-
8-25 Hz	20000	2x10 ⁴ /f	2,5x10 ⁴ /f	-
0,025-0,82 kHz	500/f	20/f	25/f	-
0,82-65 kHz	610	24,4	30,7	-
0,065-1 MHz	610	1,6/f	2,0/f	-
1-10 MHz	610/f	1,6/f	2,0/f	-
10-400 MHz	61	0,16	0,2	10
400-2000 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	0,01f ^{1/2}	F/40
2-300 GHz	137	0,36	0,45	50

Tabella 3 - Livelli di riferimento ICNIRP per l'esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo (valori efficaci dei campi non perturbati)

Intervallo di frequenza	Intensità del campo elettrico (V/m)	Intensità del campo magnetico (A/m)	Induzione magnetica (microtesla)	Densità di potenza dell'onda piana equivalente Peq (W/m ²)
fino a 1 Hz	-	3,2x10 ⁴	4x10 ⁴	-
1-8 Hz	10000	3,2x10 ⁵ /f ²	4x10 ⁴ /f ²	-
8-25 Hz	10000	4000/f	5000/f	-
0,025-0,82 kHz	250/f	4/f	5/f	-
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	-
3-150 kHz	87	5	6,28	-
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	-
1-10 MHz	87/f ^{1/2}	0,73/f	0,92/f	-
10-400 MHz	28	0,073	0,092	2
400-2000 MHz	1,375f ^{1/2}	0,0037f ^{1/2}	0,0046f ^{1/2}	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

I livelli di riferimento raccomandati dall'ICNIRP sono stati definiti assumendo condizioni di massimo accoppiamento del campo con gli individui esposti, in modo da fornire il massimo grado di protezione, e sono indicati, per le varie tipologie di esposizione. Per completezza di informazione si fa presente che l'ICNIRP, indipendentemente dalla limitazione vera e propria dei livelli di esposizione, raccomanda anche l'adozione di ulteriori misure protettive a carattere amministrativo, oltre che tecnico, per prevenire:

- l'interferenza con apparati elettronici medicali;
- il possibile innesco di elettrodetonatori;
- possibili incendi e detonazioni causati da scintille prodotte da campi indotti e da correnti di contatto.

Per tenere conto delle incertezze dei dati scientifici, nello stabilire i valori limite per l'esposizione umana, il livello minimo di soglia viene ridotto di un fattore di sicurezza. L'ICNIRP introduce un fattore di sicurezza 10 per ricavare i limiti di esposizione per i lavoratori ed un fattore 50 per quelli della popolazione generale come si nota dalle tabelle sopra riportate, i limiti variano con la frequenza e sono quindi diversi per i campi a bassa frequenza, rispetto a quelli ad alta frequenza.

5.2 La normativa comunitaria

A livello sopranazionale, la Commissione Europea (CE) ha seguito con interesse, fin dagli anni '70, la problematica della protezione dalle NIR, intraprendendo a varie riprese azioni per giungere all'emanazione di raccomandazioni o

direttive in questo settore. Nel 1989, la CE avviò un programma per uno statuto dei diritti sociali fondamentali dei lavoratori, nel cui ambito incluse la presentazione di una proposta di direttiva per la sicurezza e la protezione sanitaria dei lavoratori dall'esposizione agli agenti fisici (COM-89-568 final, action 10), cioè il rumore, le vibrazioni meccaniche e le radiazioni non ionizzanti. Nel novembre 1994 sono state approvate due norme sperimentali (pubblicate dal Comitato Elettrotecnico Italiano come CEI-ENV 50166-1 e CEI-ENV 50166-2) riguardanti rispettivamente l'esposizione umana ai campi elettromagnetici a bassa frequenza (0-10 kHz) e ad alta frequenza (10 kHz-300GHz), ad opera del CENELEC (Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica), i cui membri sono i Comitati elettrotecnici nazionali di alcuni paesi europei, non tutti aderenti all'UE. Nel caso dell'Italia tali comitati comprendono il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), il Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI), l'Associazione Elettrotecnica ed Elettronica Italiana (AEI). Nella norma sperimentale è chiaramente esplicitato che questa si fonda su effetti a breve termine e ben accertati dell'interazione di campi elettrici e magnetici con i sistemi biologici. In particolare si tiene conto dell'induzione di correnti nel corpo, che possono stimolare i tessuti nervosi e muscolari, dell'induzione di una carica superficiale da parte di campi elettrici, che può provocare fastidio e stress, e delle correnti che possono scorrere nel corpo quando esso entra in contatto con oggetti immersi in un campo e causare una scossa. Anche in questo caso viene effettuata una distinzione tra livelli di esposizione dei lavoratori e della popolazione, poiché per la popolazione generale bisogna tener conto di tutte le possibili attività e delle persone di tutte le età e condizioni di salute. Queste persone possono non essere consapevoli di alcuni degli effetti di esposizione ai campi elettrici e magnetici, mentre i lavoratori possono essere addestrati ed informati adeguatamente. Per quanto riguarda i campi elettromagnetici, la Commissione decise di invitare un gruppo di esperti di tre istituzioni di altrettanti paesi dell'Unione Europea a formulare proposte per i limiti primari di esposizione. Questi erano l'Istituto Superiore di Sanità per l'Italia, National Radiological Protection Board per la Gran Bretagna e Institut für Strahlenhygiene/Bundesamt für Strahlenschutz per la Germania, che operano nei rispettivi paesi nel campo della protezione da radiazioni non ionizzanti. Il lavoro del gruppo di esperti si concluse con un rapporto (Allen e coll.,1991) che ha costituito la base per l'allegato tecnico alla direttiva emanata ad aprile 2004. Il documento contiene suggerimenti in merito alla individuazione di limiti per l'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici. In particolare vengono proposte "restrizioni di base" sulle grandezze primarie che, a seconda della gamma di frequenze considerate, caratterizzano l'interazione dei campi elettromagnetici con esseri viventi.

Per le basse frequenze (da 1 Hz fino a 100 kHz) la grandezza primaria è identificata con la densità di corrente indotta ai corpi. Le restrizioni di base relative alle frequenze d'uso degli elettrodomesti individuano un limite di 4 mA/mq e, al fine di eliminare effetti dovuti alla percezione delle cariche elettriche, viene

suggerito un limite per il campo elettrico di 5 kV/m. Per il resto, salvo qualche modesta differenza anche nella filosofia con cui è stato affrontato il problema, nella sostanza i suggerimenti contenuti nel rapporto appaiono allineati con quelli dell'INIRC/IRPA (oggi ICNIRP).

Il Consiglio dell'Unione Europea ha emanato nel 1999 una Raccomandazione agli Stati membri (UE, 1999) che ha fatto proprie le indicazioni fornite dall'ICNIRP per la protezione della popolazione. La Raccomandazione è stata approvata da tutti i Paesi dell'Unione, ad esclusione dell'Italia, coerentemente con l'adozione, nel nostro Paese, come esposto oltre, di normative più restrittive. I dati presentati nelle tabelle precedenti (Tabelle 1-3), limitatamente a quanto raccomandato per la popolazione, corrispondono a quanto attualmente raccomandato dall'UE. Per quanto riguarda i lavoratori è stata emanata la Direttiva (2004/2/CE) che, per sua natura, dovrà essere recepita dagli Stati membri. In essa "si comunica sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)". Nelle tabelle che seguono (Tabelle 4 e 5) vengono riportati i valori limite di esposizione e i valori di azione. Si nota che per specificare i valori limite di esposizione relativi ai campi elettromagnetici, a seconda delle frequenze, sono utilizzate le grandezze fisiche densità di corrente per l'intervallo sino a 1 Hz, al fine di prevenire effetti sul sistema cardiovascolare e sul sistema nervoso centrale, per l'intervallo 1 Hz-10 MHz, inerenti la prevenzione degli effetti sulle funzioni del sistema nervoso. Sono prese in considerazione le grandezze fisiche SAR per le frequenze 100 kHz-10 GHz, tali da prevenire stress termico sul corpo intero ed eccessivo riscaldamento dei tessuti. Si nota che per l'intervallo di frequenza 100 kHz-10 MHz i valori limite di esposizione previsti si riferiscono sia alla densità di corrente che al SAR. Nell'intervallo di frequenza 10 GHz-300 GHz viene indicata in termini di densità di potenza il valore soglia individuato al fine di prevenire l'eccessivo riscaldamento dei tessuti della superficie del corpo o in prossimità della stessa.

Tabella 4 – Valori limite di esposizione ex Direttiva 2004/2/CE. (Tutte le condizioni devono essere rispettate).

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	-	-	-	-
4-1000 Hz	10	-	-	-	-
1000Hz-100 kHz	f/100	-	-	-	-
100kHz-10 MHz	f/100	0,4	10	20	-
10 MHz-10 GHz	-	0,4	10	20	-
10-300 GHz	-	-	-	-	50

Le tabelle sono accompagnate da interessanti note tecniche per la cui lettura si rimanda al documento ufficiale. Per un migliore lettura della tabella si segnala che con f si intende la frequenza in Hertz.

Per quanto riguarda la tabella dei valori di azione, si fa notare nel documento stesso che essi sono ottenuti a partire dai valori di esposizione secondo le basi razionali utilizzate dalla Commissione internazionale, per la protezione delle radiazioni non ionizzanti (ICNIRP) nelle sue linee guida sulla limitazione dell'esposizione alle radiazioni non ionizzanti.

Come nel caso precedente la tabella è accompagnata da interessanti note tecniche per la cui lettura si rimanda al documento ufficiale. Segnaliamo soltanto che in questo caso con f si intende la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.

Tabella 5 – Valori di azione ex Direttiva 2004/2/CE (valori efficaci (rms) imperturbati)

Intervallo di frequenza	Intensità di campo elettrico E (V/m)	Intensità di campo magnetico H (A/m)	Intruduzione magnetica B (μT)	Densità di potenza di onda piana equivalente Seq (W/m ²)	Corrente di contatto I _c (mA)	Corrente indotta attraverso gli arti I _L (mA)
0-1 Hz	-	1,63x10 ⁵	2x10 ⁵	-	1,0	-
1-8 Hz	20000	1,63x10 ⁵ /f ²	2x10 ⁵ /f ²	-	1,0	-
8-25 Hz	20000	2x10 ⁴ /f	2,5x10 ⁴ /f	-	1,0	-
0,025-0,82 kHz	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	1600/f	2000/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	-	-
400-2000 MHz	3f ^{1/2}	0,008f ^{1/2}	0,01 f ^{1/2}	f/40	-	-
2-300 GHz	137	0,36	0,45	50	-	-

Per quanto riguarda la protezione dei lavoratori, nel 2004 è stata pubblicata la Direttiva 2004/40/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 29 aprile 2004, sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici).

La Direttiva stabilisce prescrizioni minime di protezione dei lavoratori contro i rischi per la loro salute e la loro sicurezza che derivano, o possono derivare, durante l'attività lavorativa, dall'esposizione a campi elettromagnetici aventi frequenze comprese fra 0 Hz (campi statici) e 300 GHz.

Nella Direttiva viene esplicitato che essa non riguarda gli effetti a lungo termine, inclusi gli eventuali effetti cancerogeni dell'esposizione ai campi elettrici,

magnetici ed elettromagnetici variabili nel tempo, in quanto mancano dati scientifici conclusivi che comprovino un nesso di causalità. Le misure indicate mirano non solo ad assicurare la salute e la sicurezza di ciascun lavoratore considerato individualmente, ma anche a creare per tutti i lavoratori della Comunità Europea un livello minimo di protezione in grado di evitare possibili distorsioni nella concorrenza.

La Direttiva stabilisce requisiti minimi e lascia, quindi, agli Stati membri la facoltà di mantenere, o adottare, disposizioni più favorevoli per la protezione dei lavoratori, in particolare fissando valori inferiori per i limiti d'esposizione. Nello spirito del legislatore l'attuazione della Direttiva non dovrebbe servire, quindi, per giustificare un eventuale regresso rispetto alla situazione esistente in ciascuno Stato membro.

Viene, comunque, sottolineato il fatto che la riduzione dell'esposizione ai campi elettromagnetici può essere realizzata in maniera anche più efficace attraverso l'applicazione di misure preventive fin dalla progettazione dei posti di lavoro, nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e dei metodi di lavoro, allo scopo di ridurre in via prioritaria i rischi alla fonte. I datori di lavoro dovrebbero seguire il progresso tecnico e tenere conto delle nuove conoscenze scientifiche in vista del miglioramento della sicurezza e della protezione della salute dei lavoratori.

L'aderenza ai valori limite previsti nella Direttiva dovrebbe fornire un elevato livello di protezione rispetto agli effetti oggi accertati sulla salute derivanti dall'esposizione a campi elettromagnetici, ma essa non evita necessariamente i problemi di interferenza o effetti sul funzionamento di dispositivi medici quali protesi metalliche, stimolatori cardiaci e defibrillatori, impianti cocleari e di altro tipo. Problemi di interferenza, specialmente con gli stimolatori cardiaci, esigono quindi appropriate precauzioni e misure protettive.

La Direttiva fa sostanzialmente proprie le linee guida emanate per i lavoratori dall'ICNIRP, anche se con qualche variazione lessicale. Nella Direttiva vengono definiti i valori limite d'esposizione e i valori d'azione. I limiti d'esposizione sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche e coincidono con quanto veniva indicato dall'ICNIRP come limiti di base. Il rispetto di questi limiti garantisce, infatti, che i lavoratori esposti ai campi elettromagnetici siano protetti da tutti gli effetti nocivi per la salute attualmente conosciuti. I valori d'azione si riferiscono a parametri direttamente misurabili, individuati nelle linee guida ICNIRP come livelli di riferimento, e sono espressi in termini di intensità di campo elettrico, intensità di campo magnetico, induzione magnetica e densità di potenza. Il rispetto di questi valori assicura quello dei corrispondenti valori limite d'esposizione. Ai fini della valutazione, della misurazione e/o del calcolo dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici, gli Stati membri possono usare norme o linee guida oggi esistenti e scientificamente fondate finché non saranno disponibili specifiche norme europee standardizzate del Comitato Europeo di Normalizzazione Elettrotecnica (CENELEC). A

norma dell'articolo 6, paragrafo 3, della Direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro, in occasione della valutazione dei rischi, deve prestare particolare attenzione ai seguenti elementi:

- a) il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo dell'esposizione;
- b) i valori limite d'esposizione e i valori d'azione previsti dalla Direttiva;
- c) tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente a rischio;
- d) qualsiasi effetto indiretto, quale:
 - 1) interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);
 - 2) rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 mT;
 - 3) innesco di dispositivi elettroesplosivi (detonatori);
 - 4) incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
- e) l'esistenza di attrezzature di lavoro alternative atte a ridurre i livelli d'esposizione ai campi elettromagnetici;
- f) per quanto possibile, informazioni rilevanti raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria o presenti nella letteratura scientifica;
- g) sorgenti multiple d'esposizione;
- h) esposizione simultanea a campi di frequenza diversa.

Sulla base della valutazione dei rischi, se i valori d'azione risultassero superati il datore di lavoro, a meno che una valutazione più approfondita non dimostri che i valori limite d'esposizione non sono invece superati, deve definire e attuare un programma d'azione che comprenda misure tecniche e/o organizzative intese a prevenire le esposizioni superiori ai valori limite d'esposizione, tenendo conto in particolare:

- a) di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- b) della scelta di attrezzature che emettano meno campi elettromagnetici, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- c) delle misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermatura o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- d) di opportuni programmi di manutenzione delle attrezzature, dei sistemi, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- e) della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- f) della limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- g) della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuale.

In base alla valutazione del rischio, i luoghi di lavoro in cui i lavoratori pos-

sono essere esposti a campi elettromagnetici che superino i valori d'azione devono essere indicati mediante apposita segnaletica, a norma della Direttiva 92/58/CEE del Consiglio del 24 giugno 1992, a meno che la prescritta valutazione non abbia dimostrato che i valori limite d'esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza. Punto fondamentale, comunque, è che in nessun caso i lavoratori devono essere esposti oltre i previsti valori limite d'esposizione.

Ai fini della prevenzione e della diagnosi precoce di qualunque effetto negativo per la salute imputabile all'esposizione a campi elettromagnetici, è prevista un'adeguata sorveglianza sanitaria effettuata a norma dell'articolo 14 della Direttiva 89/391/CEE. In ogni caso, ove venisse rilevata un'esposizione superiore ai valori limite, i lavoratori in questione devono potersi sottoporre ad un controllo medico, in conformità del diritto e della prassi nazionali.

Gli Stati membri devono prevedere l'applicazione di sanzioni adeguate in caso di violazione della normativa nazionale adottata ai termini della presente Direttiva e queste sanzioni devono essere effettive, proporzionate e dissuasive. Le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente Direttiva devono essere adottate dagli Stati membri entro il 30 aprile 2008.

I valori limite d'esposizione coincidono con i limiti di base previsti dalle linee guida ICNIRP per le esposizioni occupazionali. L'unica differenza è che, mentre nelle linee guida ICNIRP l'estremo superiore in frequenza per la definizione del limite per la densità di potenza è 300 GHz, nella Direttiva europea questo valore è limitato a 100 GHz. In altre parole, la Direttiva comunitaria non prevede limiti d'esposizione per frequenze comprese fra 100 e 300 GHz; al momento ciò è comunque irrilevante, dato lo scarso utilizzo di queste frequenze.

I valori d'azione previsti dalla Direttiva, uguali ai livelli di riferimento dell'ICNIRP, sono dichiaratamente ottenuti a partire dai valori limite d'esposizione seguendo le stesse basi razionali utilizzate dall'ICNIRP stessa.

È facile osservare che, a meno di una presentazione tabellare diversa, l'UE ha fatte proprie tutte le indicazioni contenute nelle linee guida ICNIRP per la protezione dei lavoratori.

5.3 La normativa italiana

In Italia, la legislazione per la protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici vede il primo tentativo di disciplinare la materia con la Circolare del Ministero della sanità n. 69 del 12 novembre 1982, "Radiazioni non ionizzanti. Protezione da esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde". La Circolare evidenziava come il vertiginoso sviluppo di apparati elettronici nei Paesi industrializzati spesso non era accompagnato da una normativa adeguata. Inoltre, metteva in luce come l'assorbimento di energia elettromagnetica da parte di sistemi biologici presentasse sia interessi scientifici

che igienico-sanitari e come l'assenza di certezze sugli effetti negativi dovesse stimolare la ricerca e non rappresentare al contrario un motivo per sottovalutare i problemi del settore. Inoltre, la circolare sosteneva che la filosofia alla base di qualunque normativa nazionale o internazionale non avrebbe dovuto mirare tanto a monetizzare il danno quanto a rimuovere le cause del rischio. Di interesse per l'argomento trattato è poi il D.M. n. 381 del 10 settembre 1998, in cui si approva il "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana". Nel decreto, nonostante si esprima la perplessità sull'opportunità di adottare misure particolarmente restrittive nella tutela dai campi elettromagnetici, si introduce un criterio cautelativo relativo all'esposizione prolungata. Le norme in esso contenute sono riconducibili alla tutela dell'ambiente e quindi ai principi contenuti negli artt. 9 e 32 della Costituzione.

La legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", assume una particolare importanza in campo europeo in quanto può essere considerata come "opera prima" a livello legislativo poiché, superando le varie incertezze emerse a livello scientifico sugli effetti biologici prodotti dalle esposizioni ai campi elettromagnetici, dà attuazione in modo organico e adeguato alla raccomandazione del Consiglio della Comunità Europea 1999/519/CE del 12 luglio 1999, con la quale gli Stati membri sono stati invitati ad adottare le misure necessarie ad assicurare un elevato livello di protezione della salute dall'esposizione ai campi elettromagnetici. La volontà del legislatore italiano è stata quella di approvare una legge che riassume i contenuti delle precedenti disposizioni in materia e fornisse il quadro generale delle norme e dei principi fondamentali al fine di tutelare sia la salute dei cittadini e sia l'ambiente nella sua più vasta accezione.

Questa legge si propone di:

- a) ovviare alle precedenti carenze normative dettando una più completa disciplina in grado di regolare l'intera materia dell'inquinamento elettromagnetico, non solo nel settore degli elettrodotti, ma anche nel settore della telefonia mobile, degli impianti di radiodiffusione, dei radar e più in generale degli impianti, dei sistemi e delle apparecchiature che possono comportare esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici;
- b) stabilire i principi fondamentali diretti ad assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, ai sensi e nel rispetto dell'articolo 32 della Costituzione;
- c) promuovere la ricerca scientifica per la valutazione a lungo termine dei campi elettromagnetici e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all'articolo 174, paragrafo 2, del trattato istitutivo dell'Unione Europea;
- d) stabilire i principi fondamentali per assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento

volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

Si nota che l'ambito della legge comprende tutte le applicazioni civili e militari, con l'unica eccezione dell'esposizione intenzionale per scopi diagnostici o terapeutici. Per quanto riguarda i valori limite di emissione che gli impianti non devono superare, la loro determinazione era affidata a successivi decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri. L'art. 3 della legge individua, tuttavia, i valori essenziali cui occorre fare necessariamente riferimento, usando una terminologia che proviene dalla letteratura scientifica. Vengono definite in particolare le definizioni di limite d'esposizione, valore d'attenzione, e obiettivo di qualità, quali strumenti per realizzare le finalità relative agli ambiti generali esposti precedentemente:

1. il limite di esposizione è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini di tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione d'esposizione della popolazione e dei lavoratori;
2. il valore di attenzione è il valore di immissione che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;
- 3) gli obiettivi di qualità sono criteri localizzativi, standard urbanistici, prescrizioni e incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecniche disponibili, indicati dalle leggi regionali e valori dei campi definiti dallo Stato ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Nel dettaglio la connotazione essenziale della legge n. 36/2001, è quella di avere definito in modo abbastanza apprezzabile il riparto di funzioni e competenze tra i vari livelli di governo del territorio, resasi necessaria per evitare una disparità di disciplina della materia sul territorio nazionale (che si stava verificando). Il legislatore, per evitare future incertezze circa le competenze e le attribuzioni di competenze ai diversi livelli di governo, ha distinto in modo dettagliato le funzioni riservate allo Stato da quelle attribuite alle Regioni ed agli Enti Locali. Nell'articolo 4 si stabilisce che le Regioni hanno l'obbligo di adeguare la propria legislazione ai limiti di esposizione, ai valori di attenzione e agli obiettivi di qualità da stabilire con successivi decreti del Presidente del Consiglio dei Ministri.

Le funzioni riservate allo Stato sono:

- a) determinazione dei valori numerici da adottarsi per i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità;
- b) la promozione di attività di ricerca, di sperimentazione tecnico-scientifica, il coordinamento della raccolta, elaborazione e diffusione dei dati;

- c) l'istituzione di un catasto nazionale delle sorgenti fisse e mobili dei campi elettromagnetici e delle zone territoriali interessate;
- d) la determinazione dei criteri di elaborazione dei piani di risanamento, con priorità e tempi di attuazione;
- e) individuazione delle tecniche di misurazione e rilevamento dell'inquinamento elettromagnetico;
- f) realizzazione di accordi di programma con gestori e proprietari di elettrodotti e impianti radiotelevisivi e telefonia mobile per la costruzione di impianti che consentano di minimizzare le emissioni e tutelare il paesaggio;
- g) definizione dei tracciati degli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV;
- h) determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Le materie di competenza regionale sono elencate nell'articolo 8 della legge quadro. Le funzioni esplicitamente attribuite alle Regioni sono:

1. individuazione dei siti di trasmissione, degli impianti di telefonia mobile, degli impianti radioelettrici e degli impianti di radiodiffusione;
2. definizione dei tracciati degli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e relative fasce di rispetto;
3. modalità per il rilascio delle autorizzazioni all'installazione degli impianti;
4. realizzazione di un catasto delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, in coordinamento con il catasto nazionale;
5. individuazione di strumenti ed azioni per il raggiungimento degli obiettivi di qualità;
6. concorso all'approfondimento delle conoscenze scientifiche relative agli effetti per la salute dei campi elettromagnetici con particolare riguardo a quelli a lungo termine.

La legge prevede anche la costituzione di un Comitato Interministeriale per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento elettromagnetico e una serie dettagliata di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana.

L'8 luglio 2003 sono stati emanati i primi due decreti attuativi della legge n. 36/2001, che hanno per titolo "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici, ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" riportati nella tabella 6, e "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti. Come ben specificato nei titoli, i decreti si riferiscono alla protezione della popolazione, mentre è ancora in corso di definizione il decreto relativo alla protezione dei lavoratori. I due decreti adottano in alcune situazioni il principio di cautela e si delinea quindi un quadro normativo italiano del tutto peculiare. Il primo decreto è quello di mag-

gior interesse per l'ambito di interesse che stiamo trattando. In esso si definiscono in particolare i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità. Si esplicita, tra l'altro, nell' art. 1, che si fa riferimento a limiti di esposizione e a valori di attenzione per la prevenzione degli effetti a breve termine e dei possibili effetti a lungo termine nella popolazione dovuti alla esposizione ai campi elettromagnetici generati da sorgenti fisse con frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz. Per tutte le sorgenti non riconducibili ai sistemi fissi delle telecomunicazioni e radiotelevisivi si applica il complesso delle restrizioni stabilite nella raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea del 12 luglio 1999.

Tabella 6 – Valori previsti nel DPCM 8 luglio 2003 per frequenze comprese nell'intervallo 100 kHz e 300 GHz

	Intervallo di frequenza	Intensità del campo elettrico E (A/m)	Intensità del campo magnetico H (A/m)	Densità di potenza (W/m ²)
Limiti di esposizione	0,1 MHz – 3 MHz	60	0,2	-
	3 MHz – 3000 MHz	20	0,05	1
	3 GHz – 300 GHz	40	0,01	4
Valori di attenzione	0,1 MHz-300GHz	6	0,016	0,10 (3MHz-300GHz)
Obiettivi di qualità	0,1 MHz-300GHz	6	0,016	0,10 (3MHz-300GHz)

Nessun mutamento nell'indicazione di limiti di esposizione era presente nella discussa Legge Gasparri, D.Lgs. n. 198, 4 settembre 2002, che disponeva procedure accelerate per la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese, ma che allo stato attuale è stata dichiarata illegittima dalla sentenza della Corte Costituzionale n. 303 del 1 Ottobre 2003. La sentenza si è pronunciata su diversi ricorsi di alcune regioni verso le norme riguardanti la delega al governo in materia di infrastrutture ed insediamenti produttivi strategici ed altri interventi per il rilancio delle attività produttive (“Disposizioni in materia di infrastrutture e trasporti”, attuazione della legge 21 dicembre 2001, n. 443). La Consulta ha affermato che spetta allo Stato fissare i valori limite di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici, che devono essere rispettati nell'installazione e gestione degli impianti a tutela della salute; alle Regioni spetta invece la disciplina dell'uso del territorio in funzione della localizzazione degli impianti, cioè le ulteriori misure e prescrizioni dirette a ridurre il più possibile l'impatto negativo degli impianti sul territorio, oltre che la disciplina dei procedimenti autorizzativi (ciò in coerenza con il ruolo riconosciuto alle Regioni per quanto attiene al governo e all'uso del territorio).

Principali norme nazionali in materia di campi elettromagnetici

CIRCOLARE DEL MINISTERO DELLA SANITÀ N. 69 - 12 novembre 1982
Radiazioni non ionizzanti. Protezione da esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza e microonde. Informativa generale in vista di una prossima normativa settoriale.

DECRETO DEL MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI - 16 gennaio 1991
Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne.
(Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 40, 16.02.1991)

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI - 23 aprile 1992
Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno.
(Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 104, 06.05.1992)

DECRETO LEGISLATIVO DEL GOVERNO N. 626 - 19 settembre 1994
Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE, 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sui luoghi di lavoro
(Gazzetta Ufficiale, Suppl. Ordin., n. 265, 12.11.1994)

DECRETO DEL PRESIDENTE DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI - 28 settembre 1995
Norme tecniche procedurali di attuazione del decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23 aprile 1992 relativamente agli elettrodotti.
(Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 232, 04.10.1995)

DECRETO DEL MINISTERO DELL'AMBIENTE N. 381 - 10 settembre 1998
Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana.
(Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 257, 03.11.1998)

LEGGE 22 febbraio 2001 N. 36
Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
(Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 55, 07.03.2001)

DECRETO LEGISLATIVO 4 settembre 2002, N. 198
Disposizioni volte ad accelerare la realizzazione delle infrastrutture di telecomunicazioni strategiche per la modernizzazione e lo sviluppo del Paese.

(Gazzetta Ufficiale, Serie generale, n. 215, 13.09.2002)

DECRETI ATTUATIVI LEGGE 22 FEBBRAIO 2001, N. 36 – 23.02.2003

Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.

Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz.

(non ancora pubblicati)

Riferimenti Bibliografici

Allen SG, Bernhardt JH, Driscoll CMH, Grandolfo M, Mariutti GF, Matthes R, McKinlay AF, Steinmetz M, Vecchia P, Whillock M. Proposals for basic restrictions for protection against occupational exposure to electromagnetic non-ionizing radiations. Recommendations of an international Working Group set up under the auspices of the Commission of the European Communities. *Physica Medica* 1991;VII, n.2: 77-89.

ARPAT, a cura di Gracili R, Guzzo M, Licitra G, Mele L, “Inquinamento elettromagnetico. Legge Quadro 22 febbraio 2001, n. 36, un anno dopo. Problemi di attuazione a livello nazionale e locale”, Edizioni prime note, Luglio 2002.

Battaglia F, D’Inzeo G, Lovisolo G, Spezia U, Tirelli U, Ricci RA, Vecchia P, “Note sulla normativa relativa alla protezione della popolazione dagli effetti sanitari dei campi elettromagnetici” ICNIRP Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Physics* 1998; 74: 494-509. Disponibile sul sito www.icnirp.org.

CONCLUSIONI

Ogni attività umana è connessa ad un certo livello di rischiosità. La scienza, per il fondamento di razionalità sul quale si basa, è in grado di affermare solamente la dannosità di un agente o di un composto, ma non può esprimere la propria certezza sul fatto che questo risulti innocuo per la salute umana. Tale impostazione si può ben comprendere, ad esempio, nella definizione delle classi di cancerogenicità effettuata dalla IARC (International Agency for Research on Cancer). In questo senso, dunque, la comunità scientifica non può sancire l'assoluta innocuità dei campi elettromagnetici (come di qualunque altro agente) per la salute umana, qualunque sia il livello al quale una persona viene esposta. Potrà semmai stabilire che le probabilità che insorgano determinati effetti dannosi per la salute sia talmente bassa da non rappresentare una fonte di rischio importante.

La revisione degli studi epidemiologici sugli effetti delle RF sulla salute umana mette in evidenza come un ampio spettro di patologie è stato ipotizzato essere associato alla esposizione a RF, sia in ambito lavorativo sia per la popolazione generale, tra cui tumori, malattie cardiovascolari, malattie dell'apparato riproduttivo, cataratte e malattie del sistema nervoso, leucemie. I tipi di sorgente che più di frequente sono stati chiamati in causa sono le stazioni radio e le stazioni TV. Di recente gli studi si sono focalizzati su apparati di ripetizione del segnale e sui telefoni cellulari, ipotizzando un rischio aumentato per i tumori cerebrali. I risultati degli studi non forniscono alcuna evidenza consistente e convincente che dimostri una relazione causale tra esposizione RF e qualsiasi effetto nocivo sulla salute. Un problema chiave di tutti gli studi è quello della valutazione della qualità della misurazione dell'esposizione. Un tema emergente è sicuramente quello della valutazione dei rischi connessi con l'uso dei telefoni cellulari, che fino ad oggi sono stati analizzati con studi che considerano periodi brevi di esposizione (da considerare brevi specie se questi tentano di indagare patologie a lunga latenza come i tumori). Quasi nessun dato è disponibile sulle conseguenze derivanti da esposizione a RF nelle età infantili e ciò che è stato pubblicato riguarda in gran parte pochi outcome, prevalentemente tumori cerebrali e leucemie.

La mancanza di risultati scientifici definitivi sugli effetti a lungo termine dell'esposizione a RF induce, naturalmente, ad approfondire gli studi sul tema e, dal punto di vista normativo, ad adottare politiche cautelative. Resta aperta la questione se, visto che non sono emersi a tutt'oggi chiare evidenze di rischi aumentati con l'esposizione a RF, si debba adottare una "prudent avoidance" piuttosto che il più stringente principio di cautela.

In tutto il mondo, la popolazione è preoccupata che l'esposizione ai campi elettromagnetici possa portare a conseguenze negative per la salute. Di conseguenza sono sorti forti movimenti di opposizione alla costruzione di nuovi elettrodotti e di reti per la telefonia mobile. La percezione del rischio però non dipende sempre dalla reale entità dei rischi, ma piuttosto dal modo in cui essi sono percepiti. Diversi sono i fattori che influenzano la decisione di accettare un rischio o di rifiutarlo. Gli utenti dei telefoni mobili, ad esempio, tendono a percepire come basso il rischio da campi a radiofrequenza rispetto a coloro che non ne fanno uso. Un altro fattore importante per la percezione del rischio è la familiarità con una determinata situazione. Nel caso dei campi elettromagnetici, il fatto che essi non possano essere percepiti a livello sensitivo e la non completa comprensione scientifica del potenziale effetto sulla salute, rendono questo agente poco conosciuto e quindi maggiormente temuto. Inoltre, la seppur remota possibilità che i campi elettromagnetici possano essere causa di cancro, specialmente infantile, suscita nella popolazione un'attenzione particolare.

Il ruolo della percezione è molto importante, soprattutto in assenza di stime affidabili dei rischi reali. La rassegna delle agenzie giornalistiche su questo tema presentata in questo rapporto ha evidenziato come la chiarezza del linguaggio con cui mass media e scienziati comunicano l'informazione alla popolazione è fondamentale per una divulgazione corretta in grado di inutili allarmismi.

Con questo documento il gruppo di lavoro promosso dall'Istituto Italiano di Medicina Sociale ha tentato di fare chiarezza sul problema degli effetti sanitari connessi con le esposizioni ai campi elettromagnetici ed in particolare alle radiofrequenze, fornendo alcune risposte alle preoccupazioni del pubblico e strumenti di supporto utili per il decisore politico. In un campo in cui le incertezze percepite sono vaste e diffuse siamo convinti che il contributo offerto con questo volume aiuti a mettere in luce nella giusta dimensione il tema trattato.

Riferimenti bibliografici

Review of the Epidemiologic Literature on RF and Health, *Environmental Perspectives* Vol. 112, N°17, pp 1741-1754, Dec. 2004.

Organizzazione Mondiale della Sanità. Come stabilire un dialogo sui rischi dei campi elettromagnetici. Ed. OMS, Bologna, 2002.

APPENDICE

DANNI PER LA SALUTE ED ESPOSIZIONE A RADIOFREQUENZE: ANALISI BIBLIOGRAFICA

La presente analisi bibliografica comprende valutazioni e rassegne effettuate da organismi internazionalmente riconosciuti, come governi, parlamenti nazionali, enti di ricerca da questi interrogati sul problema, ed enti di ricerca accreditati internazionalmente. Non comprende invece valutazioni prodotte da strutture che possono avere interessi di parte, come il caso di consorzi creati o collegati con operatori e/o fornitori oppure delle associazioni ambientaliste.

In generale, gli organismi in questione trattano una vastissima gamma dello spettro elettromagnetico, includendo sorgenti di varia natura e finalizzate a diversi utilizzi. Poiché il volume focalizza l'attenzione sulle radiofrequenze, si darà particolare rilievo ad esse. La raccolta ha riguardato inoltre documenti disponibili, individuati attraverso internet, relativi a pubblicazioni scientifiche apparse su riviste internazionali accreditate nel periodo dal 1998 al 2005. Per ciascuno dei documenti selezionati è stata redatta una scheda riepilogativa che riassume alcune delle caratteristiche: il tipo di sorgente di cui si tratta, i rischi per la salute, la popolazione sottoposta al rischio, aspetti critici e conclusioni a cui l'organismo è giunto.

PUBBLICAZIONI DEL 1998

- **Repacholi MH, "Low-Level Exposure to Radiofrequency Electromagnetic Fields: Health Effects and Research Needs", *Bioelectromagnetics*, 19: 1-19 (1998)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici di bassa intensità (10 MHz – 300 GHz)

tipo di rischi trattati: ogni rischio associato a tali esposizioni

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale e popolazione lavorativa
giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti: risultati di un seminario

internazionale svoltosi nel novembre 1996 e sponsorizzato da WHO, ICNIRP e dai governi di Germania e Austria.

Si è concluso che, allo stato delle conoscenze:

- vi è la necessità di replicare alcuni studi e svilupparne ulteriori;
- gli studi di laboratorio da sviluppare sono studi in vitro di cellule, quelli sugli effetti sui geni ed altro, con l'obiettivo di determinare se l'esposizione a bassi livelli di RF causi danni al DNA o influenze alle funzioni del sistema nervoso centrale ed altri possibili effetti;
- gli studi epidemiologici dovrebbero investigare: l'utilizzo di telefoni mobili e l'incidenza di diversi tipi di cancro; disturbi del sonno e altri effetti soggettivi che potrebbero derivare dalla vicinanza a emettitori RF, conducendo anche studi di laboratorio su persone che riportano questi effetti; coorti con alta esposizione occupazionale a RF per mutamenti nell'incidenza del cancro; risultati avversi nella gravidanza in diversi gruppi occupazionali esposti ad elevate emissioni di RF; patologie oculari in chi usa telefoni mobili e in gruppi occupazionali esposti ad alte emissioni di RF; studi di popolazioni residenziali.

• **Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) – “Campi elettromagnetici e salute pubblica: percezione dei rischi dei campi elettromagnetici nella popolazione” - 1998**

tipo di sorgente trattata: esposizione ai campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: rischi generali legati ai concetti di percezione e comunicazione del rischio

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Il documento esamina la percezione che ha la popolazione dei rischi inerenti l'esposizione ai campi elettromagnetici. La percezione e la comunicazione del rischio sono stati considerati nell'ambito del Progetto Internazionale CEM dell'OMS, poiché:
 1. la storia recente ha mostrato che la mancanza di conoscenze sulle conseguenze per la salute degli avanzamenti tecnologici può non essere la sola ragione di un'opposizione sociale alle innovazioni;
 2. si deve anche condannare la scarsa considerazione per le diverse percezioni del rischio, che non trovano adeguato spazio nella comunicazione tra scienziati, governi, industria e popolazione.
- Si evidenzia la differenza fra i concetti di pericolo e rischio, concludendo che qualunque attività ha un rischio e che il rischio zero non esiste.
- Il documento analizza diversi fattori che concorrono alla percezione di un rischio maggiore o minore nei riguardi dei campi elettromagnetici.

- Si auspica la creazione di un sistema di informazione pubblica e di comunicazione fra scienziati, governi, industria e popolazione.
- **Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) – “Campi elettromagnetici e salute pubblica: Effetti sanitari dei campi a radiofrequenza” - WHO Fact Sheets 183, revisione maggio 1998**

tipo di sorgente trattata: campi a radiofrequenza (300 Hz - 300 GHz)

tipo di rischi trattati: effetti generali sulla salute pubblica

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- L'esposizione a campi RF può causare riscaldamento o indurre correnti elettriche nei tessuti corporei, in funzione della frequenza e dell'intensità del campo, ma non è assolutamente detto che tutti questi effetti si traducano in danni per la salute. Il riscaldamento costituisce la principale interazione dei campi RF ad alta frequenza al di sopra di circa 1 MHz. Al di sotto di circa 1 MHz, l'azione dominante dell'esposizione a RF è l'induzione di correnti elettriche nel corpo.
- Una revisione dei dati scientifici svolta dall'OMS nell'ambito del Progetto internazionale CEM (Monaco, novembre 1996) ha concluso che, sulla base della letteratura attuale, non c'è nessuna evidenza convincente che l'esposizione a RF abbrevi la durata della vita umana, né che induca o favorisca il cancro.
- La stessa revisione ha anche evidenziato che sono necessari ulteriori studi per delineare un quadro più completo dei rischi sanitari, specialmente per quanto concerne un possibile rischio di cancro connesso all'esposizione a bassi livelli di campi RF.

PUBBLICAZIONI DEL 1999

- **Elwood JM, “A Critical Review of Epidemiologic Studies of Radiofrequency Exposure and Human Cancers”, Environmental Health perspectives, 1999, 107, suppl. 1**

tipo di sorgente trattata: trasmissione di RF in generale

tipo di rischi trattati: tumori nell'uomo

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale; popolazione lavorativa

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- L'articolo tratta di soli studi che hanno trovato un'associazione probabile tra esposizione a trasmissioni RF e diversi tipi di cancro nell'uomo.
- Si considerano di conseguenza diversi tipi di disegni di studio.

- In alcune associazioni si suggerisce un incremento del rischio di alcuni tipi di cancro laddove si è riportata una maggiore esposizione a emissione RF.

Le risultanze epidemiologiche non trovano la forza di evidenze per diversi motivi, quali coerenza, disegno dello studio, mancanza di dettagli sull'effettiva esposizione, incapacità degli studi nella loro capacità di occuparsi di altri probabili fattori pertinenti; presenza di bias nei dati utilizzati.

- **Royal Society of Canada (RSC) – “A Review of the Potential Health Risks of Radiofrequency Fields from Wireless Telecommunications Devices” - 1999**

tipo di sorgente trattata: potenziali rischi associati all'esposizione a campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: effetti termici ed effetti non termici

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale e lavoratori

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Relativamente agli effetti termici si rilevavano potenziali effetti nei lavoratori, tali da suggerire la proposta di una revisione dei limiti di esposizione.
- Relativamente agli effetti non termici, non tutti gli effetti biologici osservati nelle cellule e negli animali a seguito di una varietà di stimoli danno seguito a effetti deleteri sulla salute dell'organismo. Per questa ragione, nella non presenza di evidenze scientifiche, il gruppo di lavoro è stato particolarmente sensibile a controllare se gli effetti biologici riscontrati nelle cellule e negli animali a seguito di esposizione a radiofrequenze siano stati documentati da studi aggiuntivi che mostrassero effetti deleteri per la salute negli animali o negli umani esposti a livelli non termici di campo a radiofrequenza. Il gruppo di lavoro non raccomanda una modifica della legislazione per tali effetti.
- Per quanto riguarda le emissioni relative a stazioni radio base, si afferma che, a causa dei bassi livelli di campo associati con l'esposizione della popolazione a campi elettromagnetici generati dai trasmettitori presenti nelle stazioni radiobase per comunicazioni wireless, non è ragionevole supporre il verificarsi né di effetti biologici né di effetti dannosi per la salute.

- **Health Canada – Santé Canada – “Safety Code 6 - Limits of Human Exposure to Radiofrequency electromagnetic Fields in the Frequency Range from 3 kHz to 300 GHz “-1999**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici nel range 3 kHz - 300 GHz

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale e lavoratori
giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Specifica i livelli ed i tempi di esposizione massimi ai campi elettromagnetici a frequenze comprese fra 3 kHz e 300 GHz ai fini della prevenzione di effetti sulla salute umana.
 - Specifica le correnti massime a radiofrequenza, di contatto ed indotte, per prevenire la percezione fisica dei campi elettromagnetici per la popolazione e scosse o ustioni per i lavoratori esposti a radiofrequenze e microonde.
 - Raccomanda le procedure generali per assicurare che l'esposizione della popolazione e dei lavoratori in prossimità di dispositivi a radiofrequenza o a microonde non risulti superiore ai livelli specificati.
 - Raccomanda le condizioni di lavoro che portano a standard di sicurezza elevati per tutto il personale coinvolto nella produzione, gestione operativa e manutenzione dei dispositivi a radiofrequenza.
-
- **UK National Radiological Protection Board (NRPB) – “Statement by the National Radiological Protection Board: Advice on the 1998 ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to Time-varying Electric, Magnetic and electromagnetic Fields (up to 300 GHz)” - 1999**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici con frequenze sino a 300GHz

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Per le esposizioni dei lavoratori le restrizioni di base nelle nuove linee guida non differiscono in maniera significativa da quelle precedentemente raccomandate dal NRPB e non hanno implicazioni sulle linee guida adottate in Gran Bretagna.
- Per quanto riguarda la popolazione, l'ICNIRP ha incluso in generale un fattore di riduzione aggiuntivo pari ad un massimo di cinque nello stabilire le restrizioni di base in tutto l'arco di frequenze fino a 300 GHz. C'è da rilevare, comunque, un vuoto di evidenza scientifica a supporto dell'introduzione di tali fattori di riduzione aggiuntivi.
- È opinione del Board che l'attuale parere del NRPB in UK (Regno Unito) sulla limitazione delle esposizioni per la popolazione già fornisce un'adeguata protezione da effetti diretti ed indiretti e che qualunque effetto benefico sulla salute ottenibile da ulteriori riduzioni non sono state scientificamente dimostrate. Comunque, si accetta il fatto che potrebbe essere necessario tenere conto di altri fattori da parte del governo nello stabilire delle linee guida di esposizione per la popolazione che siano largamente accettate.

PUBBLICAZIONI DEL 2000

- **Independent Expert Group on Mobile Phones (IEGMP) – “Mobile Phones and Health (Stewart Report)” - 2000**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici in genere

tipo di rischi trattati: ampia gamma di rischi

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- L'IEGMP considera al momento adeguata l'adozione delle linee guida pubblicate dall'ICNIRP, per quanto riguarda i limiti di esposizione da applicarsi nel caso della popolazione. Infatti l'IEGMP caldeggia in più occasioni l'adozione di un approccio cautelativo, ma specifica anche che l'applicazione di tale approccio consiste nel recepire le linee guida ICNIRP. Si insiste sull'approccio cautelativo poiché si conclude che non è possibile al momento dire che l'esposizione alle radiazioni RF, anche a livelli al di sotto delle linee guida nazionali, sia totalmente privo di effetti potenzialmente dannosi per la salute, e che i vuoti di conoscenza siano sufficienti a giustificare l'approccio precauzionale. Le soluzioni proposte per questa applicazione del principio di cautela sono diverse, l'IEGMP raccomanda di abbassare ulteriormente i limiti indicati dall'ICNIRP, ma si rileva comunque la mancanza di basi scientifiche sulle quali impostare i fattori di riduzione; bisogna adottare i limiti indicati dall'ICNIRP, unitamente ad una politica che imponga pratiche di progettazione volte alla minimizzazione delle emissioni da parte di impianti ed installazioni ma sempre tenendo conto della possibilità di efficace operatività dei sistemi di telecomunicazione.
- Per quanto riguarda l'installazione di stazioni radio base, si suggerisce di modificare le attuali disposizioni in termini di concessioni dei permessi e di rivedere la politica per le installazioni all'interno di siti scolastici (al momento, in alcune zone queste sono vietate) imponendo l'assenza di lobi principali nell'area del complesso scolastico, ma non l'assenza delle installazioni stesse.

- **Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) – “Campi elettromagnetici e salute pubblica: Politiche cautelative” - 2000 (marzo)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici (qualsiasi fonte)

tipo di rischi trattati: effetti a breve e lungo termine

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Nella dichiarazione firmata a Londra durante la “Terza Conferenza Ministeriale su Ambiente e Salute” nel 1999, l'Organizzazione Mondiale

della Sanità è stata incoraggiata a tenere in considerazione la necessità di applicare rigorosamente il principio di precauzione nella valutazione dei rischi e di adottare maggiori iniziative ed un approccio più preventivo nei confronti di potenziali danni alla salute.

- L'OMS afferma che una politica cautelativa per i campi elettromagnetici dovrebbe essere adottata solo con grande attenzione e consapevolezza. I requisiti per tale politica, come precisato dalla Commissione Europea, non sembrano soddisfatti né nel caso dei campi elettromagnetici a frequenza industriale, né in quello dei campi a radiofrequenza; tuttavia, possono essere giustificate altre politiche correlate, come la “*prudent avoidance*”. Un requisito di principio è che tali politiche siano adottate solo a condizione che valutazioni di rischio e limiti di esposizione fondati su basi scientifiche non siano minati dall'adozione di approcci cautelativi arbitrari. Ciò si verificerebbe, ad esempio, se i valori limite venissero abbassati fino a livelli tali da non avere alcuna relazione con i rischi accertati o se fossero modificati in modo improprio ed arbitrario per tener conto delle incertezze scientifiche.
 - Altre misure, non legate all'approccio cautelativo, possono aiutare nel venire incontro alle preoccupazioni della popolazione, che tipicamente sorgono quando vengono proposti nuovi impianti elettrici. Queste misure potrebbero comprendere il coinvolgimento o la partecipazione della popolazione in decisioni riguardanti la scelta del sito di linee elettriche, di sottostazioni o di trasmettitori a radiofrequenza.
 - I singoli possono scegliere di adottare qualsiasi misura ritengano appropriata alla loro situazione e alle circostanze. Queste azioni non dovrebbero essere raccomandate dalle autorità nazionali per motivi sanitari, ma possono essere idonee per i singoli, secondo la loro percezione dei rischi.
- **Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS) – “Campi elettromagnetici e salute pubblica: I telefoni mobili e le loro stazioni radio base” - WHO Fact Sheets n. 193, rivisto nel 2000**

tipo di sorgente trattata: campi a radiofrequenza

tipo di rischi trattati: effetti termici ed effetti non termici

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Tutti gli effetti sanitari accertati dei campi a radiofrequenza sono chiaramente legati al riscaldamento.
- A livelli che sono troppo bassi per produrre un qualunque riscaldamento significativo, l'energia a radiofrequenza può ancora interagire con i tessuti corporei, ma nessuno studio ha dimostrato effetti negativi sulla salute per livelli di esposizione che siano inferiori ai limiti raccomandati dalle linee guida internazionali.

- Si sono identificate quelle che devono essere le aree di ricerca per il futuro, ossia gli effetti cancerogeni, altri rischi (ad esempio cambiamenti nell'attività cerebrale), rischi per chi guida e interferenze elettromagnetiche.
 - Si raccomanda di adottare le linee guida internazionali emesse dall'ICNIRP, scoraggiando i governi locali ad introdurre ulteriori fattori di sicurezza che minerebbero la base scientifica delle linee guida stesse ed auspicando l'instaurazione di un efficace sistema di comunicazione fra il mondo scientifico, i governi, l'industria e la popolazione perché possano essere ridotte le paure e le diffidenze mediante un'informazione precisa e veritiera.
- **COST (European Cooperation in the field of scientific and technological research) – COST 244 bis - Biomedical effects of electromagnetic fields - Final report” - 2000 (novembre)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici nelle varie gamme di frequenza

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Particolare attenzione è stata rivolta all'analisi dei possibili effetti derivanti dall'esposizione a bassi livelli di campo elettromagnetico, tipici delle applicazioni correnti, ma prolungati nel tempo.
- Si sono suddivisi i risultati delle ricerche scientifiche in tre categorie, in base alla gamma di frequenze utilizzata: frequenze estremamente basse (ELF); frequenze intermedie (IF); alte frequenze o radio frequenze (RF).
- Relativamente agli effetti derivanti dalla esposizione ai campi elettromagnetici alle frequenze estremamente basse, come quelle originate dalle linee ad alta tensione e dalle apparecchiature domestiche, alcuni studi epidemiologici condotti negli ultimi anni hanno evidenziato una debole associazione tra esposizione ad elevati valori di campo magnetico di ELF ed incremento dei casi di leucemia nei bambini, e dei casi di leucemia e di tumore al cervello negli adulti. Tuttavia, esperimenti di laboratorio effettuati su animali non hanno confermato tale associazione statistica, ma anzi altri studi epidemiologici l'hanno ulteriormente screditata. Oggi, l'attenzione sugli effetti derivanti dalle esposizione ai campi ELF è piuttosto rivolta allo studio di altri sintomi, come possibili disordini neurologici.
- Relativamente ai possibili effetti derivanti dalla esposizione ai campi alle frequenze intermedie, l'attività di ricerca è ancora piuttosto limitata; comunque risultati recenti non hanno evidenziato effetti nocivi per esposizioni a bassi valori di campo. L'attenzione è ora rivolta allo studio delle possibili interferenze con apparecchiature mediche, quali pacemaker o defibrillatori.
- Relativamente ai possibili effetti derivanti dalla esposizione ai campi elettromagnetici alle radiofrequenze, l'attività di ricerca è stata indirizzata principal-

mente all'utilizzo dei telefoni cellulari, in quanto i livelli di campo presenti nelle vicinanze di una stazione radio base sono molto contenuti. I risultati degli ultimi anni non hanno evidenziato effetti nocivi per la salute, per i tipici valori presenti sia negli ambienti lavorativi che non. Tuttavia, il diffondersi di nuove applicazioni in questa gamma di frequenze e la nascita di nuove tecnologie giustificano il proseguimento delle attività di ricerca.

- **Health Council of the Netherlands – “GSM Base Stations” - The Hague: Health Council of the Netherlands, 2000 - Pubblicazione n. 2000/16E - 2000**

tipo di sorgente trattata: stazioni radiobase GSM

tipo di rischi trattati: rischi generici

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Si ribadisce la piena adesione all'applicazione dei limiti indicati nella legislazione olandese, che sono largamente in linea con quanto indicato nelle linee guida ICNIRP.
- Relativamente agli effetti termici si conclude che i fattori di sicurezza al momento adottati sono tali da non ritenere ragionevole il sospetto di insorgenza di rischi per la salute o per l'ambiente (condizione necessaria per l'applicazione del principio di precauzione).
- Relativamente agli effetti non termici, si conclude che le evidenze scientifiche a disposizione sui vari effetti non termici non rendono ragionevole il sospetto di insorgenza di rischi per la salute e per l'ambiente, rigettando anche in questo caso l'applicazione del principio di precauzione.

- **Committee on Man and Radiation (COMAR) Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) – “Safety Issues Associated With Base Stations Used for Personal Wireless Communications” - 2000 (settembre)**

tipo di sorgente trattata: stazioni radio base

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti: dopo aver presentato una panoramica sui livelli di densità di potenza attualmente consigliati da vari organismi internazionali ed enti di ricerca nelle bande di frequenza di interesse per il mercato americano, fra cui i livelli ICNIRP sono i più restrittivi, il documento conclude che i livelli di esposizione pubblica sono normalmente molto al di sotto delle linee guida raccomandate. Di conseguenza, le stazioni radio base non sono

considerate al momento un rischio per la popolazione, incluse le persone anziane, donne in stato di gravidanza e bambini.

- **UK Department of Health – “Base Stations and Health” - 2000 (dicembre)**

tipo di sorgente trattata: stazioni radio base

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- L'evidenza indica che non ci sono rischi generali per la salute delle persone che vivono vicino alle stazioni radio base, dato che le esposizioni sono verosimilmente una piccola frazione dei livelli indicati nelle linee guida.
- In ogni caso si raccomanda cautela nell'impiego della tecnologia cellulare finché la ricerca scientifica non riuscirà a fornire tutte le risposte.
- Si informa che a partire dal mese di ottobre del 2000 la Radiocommunications Agency (RA) ha svolto e sta tuttora svolgendo una serie di controlli alle stazioni radio base, allo scopo di verificare il rispetto dei limiti suggeriti dalle linee guida internazionali. I risultati sono disponibili on line su sito della RA.

- **Committee on Man and Radiation (COMAR), Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) – “Human Exposure to Radio Frequency and Microwave Radiation from Portable and Mobile Telephones and Other Wireless Communication Devices “ - 2000 (settembre)**

tipo di sorgente trattata: radiofrequenze emesse da terminali mobili e da telefoni cellulari

tipo di rischi trattati: rischi generali, tumori cerebrali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Si evidenzia che le linee guida dei vari organismi coinvolti differiscono tra loro nei limiti di esposizione ed in altri piccoli dettagli, ma per la radiofrequenze tali differenze sono minime.
- Viene considerata priva di rischi per la salute l'esposizione ai campi elettromagnetici di intensità inferiore ai limiti indicati.
- Viene fatto notare che alcuni telefoni cellulari possono creare malfunzionamenti a sistemi quali pacemaker, defibrillatori impiantati o altre apparecchiature medicali impiantate nel corpo umano, qualora i telefoni vengano posti a distanze di pochi centimetri.
- Citando una serie di studi epidemiologici pubblicati dal 1996 al 2000 sui possibili rischi di tumori cerebrali provocati dall'uso di telefoni cellulari si evi-

denzia come non esista attualmente una evidenza statistica o un meccanismo specifico che colleghi i campi elettromagnetici prodotti dai terminali con eventuali tumori cerebrali.

- Si afferma che comunque un'analisi approfondita richiede numerosi anni per poter valutare eventuali sviluppi di tumori cerebrali sul lungo termine.

PUBBLICAZIONI DEL 2001

- **Gruppo di esperti della “Direction générale de la santé - Bureau 7D”, Parigi, Francia, diretto dal Dott. Zmirou – “Les telephones mobiles, leurs station de base et la sante - Etat des connaissances et Recommandations” - 2001 (gennaio)**

tipo di sorgente trattata: emissioni relative al servizio radiomobile

tipo di rischi trattati: risk assessment

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Si sottolinea come l'esposizione associata alla vicinanza ad una stazione radio base, se al di fuori delle aree di esclusione, è considerevolmente inferiore a quella presente durante una conversazione telefonica.
- Non si ritiene di poter supportare l'ipotesi che sussista un rischio per la popolazione che vive nelle vicinanze delle stazioni radio base e che l'atteggiamento prudente che si raccomanda non vuole essere una validazione dell'ipotesi di nocività per la salute, ma va considerato, piuttosto, come giustificato dall'esistenza di un ragionevole dubbio che implica la necessità di ulteriori approfondimenti.
- Il Gruppo è contrario alla condivisione dei siti, poiché tale pratica favorisce la creazione di punti nei quali vengono a concentrarsi le emissioni elettromagnetiche.
- Si osserva che non c'è, al momento, nessuna informazione scientifica attendibile che possa essere utilizzata per modificare l'adozione di limiti di esposizione più stringenti rispetto a quelli indicati dall'ICNIRP.

- **Scientific and Technological Options Assessment (STOA) - I Campi Elettromagnetici e la Salute - Nota Informativa N° 05/2001 PE n. 297.563 - 2001 (febbraio)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Si invoca il principio di precauzione introdotto dal Trattato di Maastricht in quanto in letteratura scientifica gli studi condotti sono troppo recenti per poter definire con esattezza gli effetti a lungo termine delle esposizioni alle radiazioni elettromagnetiche. Gli esperimenti condotti in laboratorio comunque hanno già evidenziato alcune possibili conseguenze di natura prolungata ma la questione non è ancora risolta. Si avverte che questa nota informativa STOA non riflette necessariamente la posizione del Parlamento europeo, che ha istituito questo organismo.
 - Viene citato il limite massimo di SAR localizzato fissato per la popolazione, pari a 2 W/kg, proposto dall'International Commission On Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).
 - Si dichiarano, inoltre, caratteristiche e proprietà del SAR, comprese alcune critiche di scienziati al suo utilizzo nel settore di interesse.
-
- **European Commission Directorate-General Health and Consumer Protection Scientific – “Opinion on possible effects of Electromagnetic Fields (EMF), Radio Frequency Fields (RF) and Microwave Radiation on human health” - 2001 (31 ottobre)**

tipo di sorgente trattata: esposizione a campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: effetti sanitari, effetti termici a lungo andare (effetti genetici e cancerogeni, effetti sui sistemi immunitari e circolatori, effetti sul sistema nervoso)

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Si conclude che le informazioni aggiuntive di questi ultimi anni sugli effetti cancerogeni ed altri effetti non termici dovuti all'esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza non giustificano una revisione dei limiti di esposizione stabiliti dalla Commissione sulla base delle conclusioni del 1998 dello Scientific Steering Committee. Inoltre, per quanto riguarda i campi elettromagnetici alle frequenze estremamente basse, alcuni studi epidemiologici hanno mostrato un'associazione tra l'esposizione a tali campi e un aumentato rischio di leucemia infantile. Tuttavia, tale associazione, per l'assenza di adeguati criteri scientifici non può essere considerata causale, tanto che i campi magnetici a 50/60 Hz sono stati classificati dallo IARC “possibilmente cancerogeni per l'uomo”.
- Sulla base delle informazioni al momento disponibili, non esiste sufficiente evidenza scientifica, sia per gli effetti termici e non termici, da giustificare livelli di riferimento alternativi a quelli proposti dalle linee guida ICNIRP ed accolti dalla Raccomandazione del Consiglio dell'Unione Europea.

- **Scientific and Technological Options Assessment (STOA) – “The physiological and environmental effects of non-ionising electromagnetic radiation” - 2001 (marzo)**

tipo di sorgente trattata: radiazioni GSM

tipo di rischi trattati: termici e non termici

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Il lavoro è stato analizzato e respinto dalla Commissione Zmirou in Francia perché giudicato scientificamente inaccettabile.
- Si rileva una certa incoerenza a livello normativo. Ad esempio, le norme di compatibilità elettromagnetica offrono alle apparecchiature elettroniche un livello di protezione dalle radiazioni GSM superiore a quello offerto dalle attuali norme di sicurezza in materia di esposizione degli esseri umani, che proteggono solo dagli effetti sanitari negativi attribuibili al surriscaldamento e non dagli effetti che potrebbero essere causati in alcune persone dall'interferenza non termica, specifica della frequenza, con attività elettromagnetiche endogene essenziali per l'omeostasi.
- Si considerano le difficoltà a volte incontrate nei tentativi indipendenti di riprodurre gli effetti in questione in un contesto sperimentale e, nel caso degli studi sull'uomo, si sottolinea l'importanza di esporre i soggetti delle sperimentazioni alle emissioni di un vero telefono cellulare, piuttosto che di un "surrogato", come viene spesso fatto.
- Si esaminano gli effetti sanitari nocivi dell'esposizione di esseri umani ed animali alle radiazioni GSM e simili, incluse quelle provenienti da sorgenti militari. Si conclude che, anche se il verificarsi di influenze non termiche di per sé non comporta necessariamente conseguenze sanitarie negative, vi sono sempre più indicazioni in merito alla corrispondenza tra alcuni degli effetti non termici delle radiazioni GSM riportati nella letteratura scientifica e la natura di alcuni effetti sanitari nocivi che sono stati riferiti.
- Si contesta la diffusa posizione secondo cui l'esposizione alle radiazioni GSM non comporterebbe effetti sanitari nocivi comprovati, purché la loro intensità sia conforme ai limiti fissati dalle attuali norme guida per la sicurezza (ICNIRP), sostenendo che tali posizioni trascurano di considerare la principale caratteristica discriminante – e cioè il fatto che l'oggetto esposto è vivo.

- **Terrana T, “Spettro elettromagnetico ed effetti sanitari: la sorveglianza medica”, Atti del XVII Congresso Nazionale AIRM, Roma, 3-5 Ottobre 2001, Campi elettromagnetici a radiofrequenza: impiego, normativa, effetti, sorveglianza medica: 103-24**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici a radiofrequenza

tipo di rischi trattati: effetti biologici in generale

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale e lavoratori

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti: considerata globalmente, le evidenze scientifiche suggeriscono che l'esposizione a RF non sia mutagena ed è quindi improbabile che agisca come iniziatore del cancro. Gli studi epidemiologici programmati nel rispetto di metodologie rigorose non hanno fornito risultati concordati e definitivi. In particolare non si è evidenziata nessuna correlazione tra l'esposizione della popolazione alle RF e il numero di casi di leucemia e tumori normalmente attesi su un periodo di almeno 20 anni.

- **Krewsky D, Byus CV, Glickman BW, Lotz WG, Mandeville R, McBride ML, Prato FS, Weaver DF, "Recent advances in research on radiofrequency fields and health", *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part B*, 2001, 4: 145-59**

tipo di sorgente trattata: campi a radiofrequenza (in generale), cellulari

tipo di rischi trattati: non specificati

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Si rileva un notevole incremento nel database scientifico sulle potenziali implicazioni per la salute per esposizioni a campi di radiofrequenze.
- Sono stati valutati i potenziali rischi alla salute nella popolazione umana esposta a campi di radiofrequenze, a telefoni mobili.
- In generale, si conclude che per motivi delle limitazioni sui dati, sulla misura dell'esposizione, sono necessari ulteriori studi per superare tali limiti di metodo e approfondire alcune implicazioni che alcuni studi hanno rilevato.

- **Royal Society of Canada (RSC) - Recent Advances In Research On Radiofrequency Fields And Health - 2001 (gennaio)**

tipo di sorgente trattata: potenziali rischi associati all'esposizione a campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: effetti termici ed effetti non termici

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale e lavoratori

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti: il documento è un aggiornamento del rapporto della *Royal Society of Canada* "A Review of the Potential Health Risks of Radiofrequency Fields from Wireless Telecommunications Devices". Il documento rileva la presenza di nuove ricerche e studi nel settore soprattutto quelli di carattere epidemiologico, pubblicati dopo la data di emissio-

ne del primo documento. Il gruppo di lavoro non ha ritenuto tali nuovi studi sufficienti a cambiare la linea di comportamento suggerita nel rapporto precedente, concludendo che l'evidenza scientifica disponibile al momento non suggerisce che l'esposizione umana a campi a radiofrequenza sia associata con effetti dannosi per la salute, ed osservando che gli effetti biologici identificati in alcuni studi non implicano necessariamente che la salute ne sia affetta. Si raccomanda di effettuare nuovi studi scientifici sull'argomento.

- **ICNIRP - Standing Committee on Epidemiology - Ahlbom A, Cardis E, Green A, Linet M, Savitz D, Swerdlow A, "Review of the Epidemiologic Literature on EMF and Health", Environmental Health perspectives, vol. 109, suppl. 6, December 2001**

tipo di sorgente trattata: campi elettrici e magnetici di bassissima frequenza (<300 Hz), emanati per generazione, trasmissione e utilizzo di elettricità

tipo di rischi trattati: leucemie infantili, leucemie in adulti, tumori (tumori al cervello), patologie croniche (sclerosi amiotrofica laterale, malattie cardiovascolari), suicidi, depressioni

popolazione sottoposta al rischio: bambini, adulti lavoratori a rischio

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Miglioramento negli ultimi anni della qualità degli studi epidemiologici su questo tema con molti studi sulla leucemia infantile e cancro associato con esposizioni occupazionali, limitati solo da problemi legati alla misura dello studio e al rigore metodologico.
- Difficoltà per l'epidemiologia a valutare l'esposizione, per diversi motivi: impercettibilità dell'esposizione, possibilità di sorgenti multiple, variabilità elevata nel tempo e per brevi distanze, periodo di esposizione di pertinenza anteriore alla data nella quale si possono realisticamente ottenere, di durata sconosciuta e periodo di induzione; è sconosciuta l'appropriata metrica di misura e non sono disponibili dati biologici da cui calcolarla.
- A causa di assenza di evidenze sperimentali e date le incertezze metodologiche della letteratura epidemiologica, non può essere dimostrata la relazione eziologica per alcuna patologia cronica.
- Si segnala in particolare un'associazione tra leucemia infantile ed esposizione post-natale per valori intorno a 0,4 μT , ma anche in questo caso non si ottiene l'evidenza, a causa di bias di selezione o esposizione.
- Risultano evidenze nell'associazione tra sclerosi laterale amiotrofica con esposizioni lavorative, sebbene siano da considerare effetti di confondimento nello spiegare i risultati.
- Rimangono irrisolte associazioni per tumore al cervello, malattie cardiovascolari, suicidio e depressione.

- **Senate environment, Communications, Information Technology and Arts References Committee - Inquiry into electromagnetic radiation - 2001 (maggio)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Si evidenzia l'assenza di elementi significativi che indichino un possibile rischio per la salute dell'uomo derivante dai telefoni mobili o dalle stazioni radio base.
- Sebbene non siano stati riscontrati effetti nocivi sulla salute dell'uomo, sono ormai riconosciuti gli effetti biologici associati alle radiazioni a radiofrequenza.
- Si raccomanda alla luce delle recenti evidenze sulle linee ad alta tensione, sulle antenne trasmettenti, sulla leucemia, la necessità di svolgere ulteriori ricerche alle frequenze più basse dello spettro e di evitare l'esposizione ai campi elettromagnetici prodotti dai trasmettitori della televisione, oltre a introdurre ulteriori misure precauzionali per il posizionamento delle linee ad alta tensione.
- La necessità di diffondere materiale informativo per mettere al corrente i genitori dei possibili rischi cui potrebbero incorrere i propri figli utilizzando un telefono mobile.
- Testare gli auricolari per accertarne la corretta progettazione e assoggettarli a standard.
- Si consiglia al Governo di riconsiderare la Telecommunications (Low-impact facilities) Determination 1997, ed introdurre nel nuovo codice di condotta un approccio più conservativo di tipo precauzionale.
- Si manifestano alcune perplessità sull'adeguatezza o meno dei valori limite di campo elettromagnetico fissati dallo standard australiano (AS/NZS 2772.1 (INT): [1998]), più restrittivi rispetto a quelli indicati dalle linee guida ICNIRP.
- Si punta l'attenzione sulla necessità di svolgere ulteriori ricerche per approfondire il meccanismo di interazione tra le onde elettromagnetiche ed i tessuti cellulari.

- **Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) – “Draft RF Standard” - 2001**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici nella gamma di frequenze 3 kHz – 300 GHz

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

Sebbene esistano dati che indichino la possibilità di occorrenza di effetti biologici a livelli di esposizione marginalmente inferiori a quelli forniti dall'ICNIRP, nessuno di questi dati potrebbe essere usato per stabilire che l'esposizione all'interno delle linee guida dell'ICNIRP potrebbe provocare effetti nocivi per la salute pubblica. È infatti necessario fare una distinzione tra effetto biologico, che rappresenta la risposta fisiologica all'esposizione, e rischio o effetto nocivo per la salute, che rappresenta un effetto biologico dannoso per la salute o il benessere della persona. I risultati scientifici indicano chiaramente che esistono delle soglie di esposizione alle radiazioni al di sopra delle quali si è verificata la possibilità di incorrere in effetto nocivo per la salute, quali riscaldamento, elettrostimolazione, disturbi uditivi. I livelli di riferimento (espressi in termini di campo elettrico, magnetico e densità di potenza) sono ricavati dai valori di tali soglie, aggiungendo ulteriori e significativi margini di sicurezza.

- **UK National Radiological Protection Board (NRPB) – “Power Frequency Electromagnetic Fields and the Risk of Cancer” - 2001**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse (ELF)

tipo di rischi trattati: cancro

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- La rassegna degli studi sperimentali effettuata dall'AGNIR (Advisor Group on Non-Ionising Radiation) non fornisce alcun supporto chiaro ad una relazione di causa-effetto fra l'esposizione a campi ELF e cancro. Il NRPB si trova d'accordo sul fatto che ulteriori studi epidemiologici riguardanti casi di leucemia infantile in Gran Bretagna non sarebbero in grado di fornire maggiori informazioni, dal momento che la popolazione esposta a livelli di induzione magnetica superiore a 0.4 μ T non è statisticamente significativa; maggiori informazioni potrebbero invece aversi da studi effettuati in paesi in cui i livelli di esposizione sono superiori a quelli britannici.
- Riguardo le linee guida sui limiti di esposizione ai campi elettromagnetici attualmente in vigore, il NRPB conclude: La Commissione ritiene che il rapporto AGNIR non fornisca evidenza scientifica aggiuntiva tale da richiedere una variazione nelle linee guida.

- **British Medical Association (BMA) Board of Science and Education – “Mobile Phones and Health” - 2001 (maggio)**

tipo di sorgente trattata: stazioni radio base e telefonia mobile

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti: nel report della BMA sono riportate una serie di raccomandazioni di seguito elencate:

- mantenere un approccio cautelativo fintanto che le ricerche non saranno concluse;
- diffondere informazioni sulla tecnologia dei sistemi radiomobili al fine di rendere tutti consapevoli sui possibili rischi per la salute;
- segnalare adeguatamente negli ospedali la necessità di spegnere i terminali mobili in prossimità delle aree “sensibili”;
- sollecitare i fornitori di terminali ad indicare le potenze emesse dai loro apparati, in accordo con lo standard fissato dal CENELEC (per l’Unione europea);
- sollecitare il Governo a realizzare delle aree “verdi”, in luoghi pubblici, in cui viene limitato l’uso dei terminali;
- scoraggiare l’uso dei terminali alla guida di autovetture.

- **Health Council of the Netherlands: ELF Electromagnetic Fields Committee - Electromagnetic fields: Annual Update 2001 - 2001**

tipo di sorgente trattata: campi a bassa frequenza e a radiofrequenza

tipo di rischi trattati: rischi generali e leucemie

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Contiene una rassegna degli ultimi studi disponibili, sia per campi a bassa frequenza (frequenze industriali), sia per quelli a radiofrequenza.
- Relativamente alle radiofrequenze, gli studi sull’aumento di leucemia infantile da associarsi alla presenza di linee ad alta tensione, la Commissione non ritiene gli studi recenti sufficientemente probanti da giustificare una variazione delle attuali disposizioni olandesi.
- I dati scientifici disponibili al momento non indicano che l’esposizione a campi elettromagnetici ambientali – come quelli generati dalle linee ad alta tensione e le stazioni radio base – costituiscono un pericolo per la salute.

- **International Agency for Research on Cancer (IARC) – “IARC finds limited evidence that residential magnetic fields increase risk of childhood leukaemia” - 2001 (luglio)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici statici o a bassissima frequenza

tipo di rischi trattati: leucemia infantile

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti: a partire dalle conoscenze

scientifiche a disposizione, sebbene alcuni studi dimostrino un'associazione di tipo statistico tra elevati livelli di campo magnetico a 50/60 Hz ed il raddoppio dei casi di leucemia infantile (nessuna differenza per i casi di tumore al cervello o altri tipi di tumore nei bambini esposti a campi elettrici o magnetici ELF, e nessuna differenza per qualsiasi tipo di tumore negli adulti esposti sia a campi elettrici che magnetici ELF), lo IARC ha concluso che i dati a disposizione non sono sufficienti a classificare il campo magnetico ELF come cancerogeno, essendoci una *limited evidence*. Infatti, studi di laboratorio effettuati su animali hanno mostrato l'inadeguatezza di dati che dimostrino la cancerogenicità del campo magnetico ELF e l'inesistenza di dati che dimostrino la cancerogenicità dei campi magnetico statico ed elettrico statico o ELF. In conclusione, il campo magnetico a frequenze bassissime è stato classificato come *possibilmente cancerogeno per gli umani* (Gruppo 2B), mentre il campo magnetico statico ed il campo elettrico a frequenze bassissime *non sono classificabili come cancerogeni per gli umani* (Gruppo 3)

- **Ministerio de Sanidad y Consumo, MSC – “Campos electromagnéticos y salud pública” (Campi elettromagnetici salute pubblica) - 2001 (maggio)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: rischi per la salute pubblica

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Vengono riportati i risultati dei più recenti studi scientifici volti a valutare i possibili effetti nocivi determinati dai campi elettromagnetici, raccolti da un comitato pluridisciplinare di esperti indipendenti.
- Si dichiara che l'esposizione a campi elettromagnetici non provoca effetti dannosi per la salute, nei limiti stabiliti dalla raccomandazione del Consiglio dei ministri della Sanità dell'Unione europea (1999/519/CE), relativa alla esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz, e quindi il rispetto della citata raccomandazione è sufficiente a garantire la protezione sanitaria dei cittadini.
- Si dichiara che gli esperimenti di laboratorio hanno dimostrato che non ci sono effetti nocivi per la salute e che non sono stati individuati, fino a questo momento, meccanismi biologici che mostrino una possibile relazione causale tra l'esposizione ai campi elettromagnetici ed il rischio di incorrere in qualche malattia.
- Agli attuali valori di emissione, alla distanza calcolata secondo i criteri della raccomandazione, e sulla base dei risultati scientifici disponibili, le antenne ed i terminali di telefonia mobile non rappresentano un pericolo per la salute pubblica.
- In base al principio di precauzione, occorre incentivare il controllo sanitario

e la vigilanza epidemiologica ad effettuare ulteriori studi sugli effetti a medio e lungo termine dei campi elettromagnetici.

- **Gruppo di lavoro per l'aggiornamento delle conoscenze sugli effetti sanitari connessi con l'esposizione ai campi elettromagnetici. - "Considerazioni sullo stato attuale delle conoscenze sugli effetti sanitari derivanti da esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (a frequenze comprese fra 0 Hz e 300 GHz) e possibili scenari di conseguenti politiche sanitarie - Relazione finale del Gruppo di lavoro istituito con Decreto del Ministro della Sanità del 22 settembre 2000." - 2001 (maggio)**

tipo di sorgente trattata: radiofrequenze e microonde

tipo di rischi trattati: rischi generali

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Il rapporto contiene giudizi di merito e valutazioni basate sulla letteratura scientifica, metodologicamente accreditata, pubblicata entro l'aprile 2001.
- Relativamente al campo delle radiofrequenze e microonde, con riferimento agli effetti a breve termine, si osserva come lo stato attuale delle conoscenze sia completo e come la definizione dei limiti di esposizione da parte dei vari enti tuteli la salute dei lavoratori e della popolazione.
- Relativamente al problema dei possibili effetti a lungo termine, si osserva che poichè i meccanismi fisici di interazione dei campi elettromagnetici con i sistemi biologici, e di conseguenza i relativi effetti, dipendono in modo determinante dalla frequenza, ogni estrapolazione da una gamma di frequenze all'altra è arbitraria e scientificamente inammissibile.
- Si osserva che i risultati scientifici attualmente disponibili sono ancora insufficienti a poter supportare la tesi che i campi stessi siano nocivi per la salute o meno; molti esperimenti, infatti, non sono stati confermati o replicati. Considerazioni analoghe valgono anche per quanto riguarda le evidenze epidemiologiche, tanto nel caso di possibilità di insorgenza di tumori o leucemie, quanto in quello di altri possibili effetti a lungo termine.
- Le conoscenze attuali non supportano un nesso di causa-effetto fra campi elettromagnetici e disturbi neurocomportamentali. In particolare, si osserva che i sintomi denunciati dagli individui ipersensibili ai campi elettromagnetici sono certamente reali, anche se l'ipersensibilità è caratterizzata da una varietà di sintomi non specifici e non chiari criteri diagnostici. Per questo motivo l'ipersensibilità non dovrebbe essere utilizzata come diagnosi medica, non esistendo attualmente alcun fondamento scientifico sul quale basare i suoi sintomi.
- Si pensa di dovere sconsigliare esplicitamente agli organismi nazionali con

- funzioni di regolamentazione, di adottare politiche sanitarie e ambientali sulle esposizioni a campi elettromagnetici ispirate al principio di precauzione.
- Si ritiene che lo strumento più completo e scientificamente fondato per realizzare l'obiettivo della protezione dagli effetti acuti delle esposizioni a campi elettromagnetici sia costituito dall'adozione di limiti corrispondenti ai livelli di riferimento indicati nelle linee guida redatte dall'ICNIRP. La scelta è dovuta direttamente al fatto che la recente legge quadro 36/2001 prende in considerazione solo le grandezze radiometriche, mentre nemmeno menziona quelle di base. Per quanto riguarda la protezione da possibili effetti a lungo termine associati all'esposizione, appare opportuno fare riferimento al principio cautelativo.
 - Per lo specifico dell'adozione del principio cautelativo, si osserva che proprio il carattere pragmatico ed applicativo del ricorso al principio cautelativo ha portato a ritenere che, nell'intervallo di frequenze 0 Hz - 300 GHz, solo in corrispondenza della frequenza di 50 Hz possa delinearci una politica precauzionale, dato che solo in corrispondenza a questa frequenza sono disponibili numerosi studi epidemiologici in materia di cancerogenesi.
- **Istituto Superiore di Sanità (ISS) - “Esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile: stato attuale delle conoscenze scientifiche in rapporto alle problematiche dell'area di Cesano” - 2001 (settembre)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici a radiofrequenza

tipo di rischi trattati: leucemia infantile

popolazione sottoposta al rischio: popolazione infantile

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Relativamente alle conoscenze biologiche si evidenzia che gli innumerevoli studi su animali, linee cellulari ed altri modelli biologici, testimoniano un'assenza di effetti biologici significativi dei campi elettromagnetici a radio frequenza tali da configurare un rischio di salute trasferibile all'uomo.
- Sulle conoscenze disponibili sull'associazione tra campi RF e salute si afferma di condividere la posizione dell'OMS (OMS – Rapporto sui campi elettromagnetici) secondo cui le attuali evidenze non depongono per effetti negativi sulla salute dell'esposizione a campi elettromagnetici a radiofrequenza di bassa intensità. Tuttavia, esistono ancora alcuni gap conoscitivi sugli effetti biologici da colmare mediante ulteriori ricerche.
- Si evidenziano difficoltà sui metodi in quanto le scarse misure disponibili diminuiscono la capacità degli studi di determinare se vi sia un'associazione con la RF e il rischio di una malattia ed anche, ove vi sia trovato un rischio aumentato, la scarsità di misure diminuisce la capacità di giudicare se l'associazione è casuale.

- Si afferma che i dati esaminati non dimostrano una relazione tra emissioni radio del Centro di Radio Vaticana di S. Maria di Galeria ed incidenza e mortalità per leucemie infantili.
- Relativamente al monitoraggio epidemiologico in Italia è necessario organizzare una risposta coerente e rapida per la quale alcune azioni sono raccomandabili in Italia:
 - a) lo sviluppo di registri regionali del cancro nelle regioni dove non esistono;
 - b) un forte coordinamento dei registri locali in un registro nazionale del cancro;
 - c) la creazione di un gruppo di studio nazionale per le statistiche di piccole aree che lavori in intimo contatto con il registro nazionale e conduca un'attività continua di sorveglianza della distribuzione geografica e temporale del cancro in Italia e sia disponibile l'indagine di campo su sospetti clusters.

- **Dipartimento di Epidemiologia ASL RME – “Mortalità per leucemia nella popolazione adulta ed incidenza di leucemia infantile in un'area caratterizzata dalla presenza di un sito di emissioni di radiofrequenze. – Considerazioni critiche sul rapporto “Stato attuale delle conoscenze in materia di esposizione a campi a radiofrequenza e leucemia infantile, in rapporto alle relative problematiche nell'area di Cesano” del Gruppo di Studio di cui al DM Ministero Sanità del 10 Aprile 2001” - 2001 (ottobre)**

tipo di sorgente trattata: campi elettromagnetici a radiofrequenza

tipo di rischi trattati: leucemia infantile

popolazione sottoposta al rischio: popolazione infantile

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Vengono avanzate varie critiche alle metodologie ed alle conclusioni tratte dagli autori del documento del Ministero della Sanità e vengono anche contestate le contro-analisi statistiche dei dati effettuate dal Gruppo di Studio, tanto da un punto di vista metodologico quanto da quello dei risultati.
- Il gruppo del Dipartimento di Epidemiologia dell'ASL RME, inoltre, sottolinea che nel rapporto originale si trattava approfonditamente della sola leucemia, ma era comunque riportato come non fossero stati trovati risultati riguardanti altre fattispecie tumorali, rigettando dunque la critica di aver condotto uno studio “a posteriori” adottando la tecnica del “furbo tiratore texano”. Tutti i limiti evidenziati dal gruppo di studio ministeriale erano stati comunque esplicitati nel rapporto originale, con particolare riferimento al fatto che non erano state analizzati eventuali fattori confondenti.
- Il documento del gruppo di esperti del Ministero della Salute è ritenuto parziale e limitato dal punto di vista scientifico e non rappresenterebbe un contributo ulteriore per valutazioni in chiave di salute pubblica.

PUBBLICAZIONI DEL 2002

- **Comba P, “Studi epidemiologici sui campi elettromagnetici: evidenze di rischio e indicazioni per la prevenzione”, *Epidemiologia e Prevenzione*, anno 26 (4) luglio-agosto 2002**

tipo di sorgente trattata: campi elettrici e magnetici a 50-60 Hz (campi ELF) e campi elettromagnetici a radiofrequenza, con riferimento a sorgenti fisse presenti nell'ambiente.

tipo di rischi trattati: Effetti a lungo a termine

popolazione sottoposta al rischio: generale e lavorativa

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Effetti a lungo termine dei campi ELF sembrano essere associati a livelli di esposizione superiori a 0,5 mT, anche se la natura causale di tale associazione non é stata ancora accertata, soprattutto per la mancata comprensione dei meccanismi biologici coinvolti.
- Per i campi a radiofrequenza le conoscenze sono molto più scarse e imprecise e i processi decisionali in corso sono quindi caratterizzati da elevati margini di incertezza.
- Sempre per i campi a radiofrequenza si sottolinea il continuo aumento dei livelli di esposizione della popolazione.
- Per i campi elettromagnetici a bassa frequenza é sempre più chiaro che il rischio tende a concentrarsi nelle fasce di popolazione maggiormente esposte.

- **Gobba F, “Sintomatologia soggettiva aspecifica riferita ai campi elettromagnetici: descrizione di due casi”, *Epidemiologia e Prevenzione*; anno 26 (4) luglio-agosto 2002**

tipo di sorgente trattata: linee elettriche, telefoni cellulari, antenne per trasmettitori e altre fonti di campi elettromagnetici

tipo di rischi trattati: sintomi aspecifici (a carico del sistema nervoso, cardiovascolare, e della cute)

popolazione sottoposta al rischio: due “case report”

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Sembrano in aumento in diverse nazioni le segnalazioni di individui con sintomi aspecifici a carico di vari organi e apparati, il cui scatenamento è soggettivamente riferito alla vicinanza con varie fonti di campi elettromagnetici.
- L'ipersensibilità ai campi elettromagnetici o elettrosensibilità (come tradotto in italiano) non sono termini accettati in termini medici.
- L'effettivo ruolo svolto dai campi elettrici o magnetici nella patogenesi dei sintomi non può essere dimostrato.
- Si ritiene comunque necessario dare adeguato supporto agli individui che segnalano ipersensibilità e istituire un registro per approfondire le conoscenze scientifiche.

PUBBLICAZIONI DEL 2003

- **NRPB – Health Effects from Radiofrequency Electromagnetic Field: Report of an Independent Advisory Group on Non Ionising Radiation– Volume 14, no 2 - 2003**

tipo di sorgente trattata: esposizioni a radiofrequenze

tipo di rischi trattati: effetti sulla salute, in particolare tumori

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

- Vengono considerate ricerche scientifiche su possibili conseguenze per la salute da esposizioni da radiofrequenze (RF), studi successivi al report IEGMP (Independent Expert Group on Mobile Phones) di maggio 2000. In particolare si considerano studi su cellule e animali così come investigazioni epidemiologiche.
- Benché vi siano molte fonti di campi RF, recentemente particolare enfasi è stata data agli effetti della salute su telefonia mobile e stazioni fisse.
- Lo studio IEGMP suggeriva possibili effetti cognitivi da esposizioni a campi RF da telefoni mobili e possibili effetti di campi RF a modulazione pulsata su calcium efflux dal sistema nervoso. Le evidenze complessive su effetti cognitive rimangono inconclusive, mentre le ipotesi di effetti su efflux calcium non è stata supportata dai più recenti studi.
- Le evidenze biologiche suggeriscono che i campi RF non causano mutazioni o iniziano o promuovono formazione di tumore, e i dati epidemiologici (complessivi), non suggeriscono associazione causale tra l'esposizione di campi RF, in particolare dall'uso di telefono mobile, e il rischio di cancro.
- I livelli di esposizione del vivere vicino a stazioni base per telefonia mobile sono estremamente basse, e le evidenze (complessive) indicano come non sia verosimile che queste possano essere un reale rischio la salute. Poco è stato pubblicato specificatamente sull'esposizione infantile ai campi RF, e nessun nuovo valido studio su questo è stato pubblicato dal report IEGMP.
- Il peso delle evidenze ora disponibili non suggeriscono esserci effetti avversi sulla salute per esposizioni a campi RF al di sotto dei livelli delle linee guida, ma le ricerche pubblicate su esposizione a RF e salute hanno limitazioni.
- Le possibilità perciò rimangono aperte e potrebbero esserci effetti sulla salute da esposizione a RF oltre i livelli delle linee guida. In tal senso tra le altre cose si raccomanda:
 - relativamente ai campi elettromagnetici, fonti di esposizione, molte raccomandazioni possono formularsi per aumentare la qualità e l'interpretabilità di future ricerche sulla salute. La dosimetria non è chiara in molti studi pubblicati, spesso perché non sono state eseguite misure. Si auspica che nelle future ricerche sperimentali il controllo diretto dei parametri del segnale RF e che misurino la SAR sotto condizioni reali di esposizione;

- relativamente agli studi su attività cerebrale e funzioni cognitive rimangono poco chiari i meccanismi biologici tramite cui l'esposizione ai campi RF potrebbe alterare i livelli EEG. Futuri studi su cellule e animali potrebbero fornire utili informazioni sul possibile meccanismo sottostante alcuni effetti EEG. Inoltre, possibili effetti dei segnali dei telefoni mobili potrebbero avere importanti implicazioni per la salute. Servono ulteriori ricerche che dovrebbero avere un maggiore controllo dei livelli di esposizione con partecipanti e ricercatori in cieco per le condizioni di esposizione. Più omogeneità nei disegni e concentrarsi su un numero ristretto di test cognitivi, con alta validità e provata sensibilità, con standardizzazione dei test cognitivi. Per superare i problemi di potenza statistica e replicabilità, si auspica di utilizzare l'approccio multicentrico;
 - relativamente agli studi clinici ed epidemiologia non riferita allo studio dei tumori, non c'è urgenza di ulteriori ricerche epidemiologiche. Nonostante l'incertezza delle conclusioni, non si evidenziano carenze metodologiche. Le raccomandazioni ulteriori dipenderanno da ulteriori risultati da studi di laboratorio e in vivo. Si potrebbero proporre studi ulteriori sperimentali su individui che dichiarano sensibilità ai campi RF e soffrono sintomi acuti da uso di telefono mobile;
 - relativamente all'epidemiologia sul cancro, per la telefonia mobile sono in corso ampi e validi studi internazionali. Si consiglia di approfondire e migliorare gli studi sui rischi a lungo periodo su tumori ed esposizioni ad antenne;
 - relativamente all'esposizione occupazionale c'è necessità di studi migliori. In particolare necessitano studi su gruppi occupazionali per i quali le misure mostrano che c'è una genuina e sostanziale elevata esposizione a campi RF. Se gli studi devono essere più informativi, un elemento richiesto sarà costruire misure di esposizione (o stime di esposizione) a livello individuale, o al limite per gruppi occupazionali. Sarebbe consigliabile che gli studi misurino l'intensità e il tempo di esposizione a campi RF, oltre a fatto che dovrebbero includere alcune misure di esposizioni a campi RF delle maggiori fonti. Idealmente misure di esposizione necessitano di un sito anatomico specifico, poiché una fonte risulta avere grande variabilità dosata in parti diverse del corpo. Questo è difficoltoso se è sconosciuta l'appropriata misura metrica.
-
- **Elwood JM. Epidemiological studies of radio frequency exposures and human cancer. *Bioelectromagnetics*. 2003;Suppl 6:S63-73.**
tipo di sorgente trattata: esposizioni a radiofrequenze
tipo di rischi trattati: tumori
popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale
giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

I tumori che più comunemente sono associati con le esposizioni a RF sono le leucemie e i tumori cerebrali. Gli studi epidemiologici non hanno avuto finora forza e consistenza tale da stabilire un nesso causale a causa della mancanza di dettagli sull'esposizione reale, del follow-up troppo. Alcuni studi presentano distorsioni sostanziali. Per tutte queste ragioni non è nemmeno possibile escludere la possibilità che le RF possano essere associate ad un rischio aumentato di tumore. Sono quindi necessari nuovi studi, specie per chiarire rischi aumentati per tumori cerebrali connessi con l'uso di telefoni cellulari.

- **Habash RW, Brodsky LM, Leiss W, Krewski D, Repacholi M. Health risks of electromagnetic fields. Part II: Evaluation and assessment of radio frequency radiation. Crit Rev Biomed Eng. 2003;31(3):197-254.**

tipo di sorgente trattata: esposizioni a radiofrequenze

tipo di rischi trattati: rischi per la salute umana

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

Le evidenze esistenti riguardanti possibili relazioni causali tra RF e effetti avversi sulla salute sono limitati. Nuovi studi sono necessari per chiarire l'associazione tra RF ed effetti biologici che sono stati riportati in alcuni studi, in particolare per l'esposizioni a lungo termine e quelle a basse frequenze.

PUBBLICAZIONI DEL 2004

- **ICNIRP. Epidemiology of Health Effects of Radiofrequency exposure. Environmental Health Perspectives Vol. 112, N°17, pp 1741-1754, Dec. 2004**

tipo di sorgente trattata: esposizioni a radiofrequenze

tipo di rischi trattati: effetti sulla salute, in particolare tumori

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

Recentemente sono stati effettuati studi sull'esposizione residenziale, soprattutto derivante dai trasmettitori radiotelevisivi, e focalizzati sulla leucemia. Altri studi hanno riguardato l'associazione tra uso di telefoni cellulari e tumori cerebrali e, meno di frequente, altri tipi di tumori. I risultati di questi studi non hanno fornito alcuna evidenza convincente. Gli studi presentavano troppi punti deboli per poter fornire e definire il rischio connesso con tali esposizioni. Un punto chiave in tutti gli studi è la qualità della valutazione dell'esposizione alle radiofrequenze. Nonostante la grande diffusione delle nuove tecnologie, si conosce poco del livello di esposizione della popolazione generale e ancora

meno sull'importanza relativa delle differenti sorgenti. Sui telefoni cellulari ad oggi ancora si hanno dati di esposizione insufficienti in termini di lunghezza del follow up, con dati che sono quasi assenti per le conseguenze sulle esposizioni dei bambini. I dati pubblicati inoltre concentrano la loro attenzione su pochi outcome, come i tumori cerebrali e le leucemie.

- **Kundi M, Mild K, Hardell L, Mattsson MO. Mobile telephones and cancer—a review of epidemiological evidence. J Toxicol Environ Health B Crit Rev. 2004 Sep-Oct;7(5):351-84.**

tipo di sorgente trattata: esposizioni da telefoni cellulari

tipo di rischi trattati: tumori

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

Per la prima volta nella storia siamo in presenza di una esposizione di massa a RF e micro-onde. Con l'avvento dei telefoni cellulari gli studi si sono focalizzati sui tumori cerebrali. Viene presentata una review di 9 studi sull'argomento: 4 dagli USA, 2 dalla Svezia e uno ciascuno da Danimarca, Finlandia e Germania. Tutti gli studi presentavano dei problemi metodologici: breve durata dell'esposizione; esposizione non determinata rigorosamente; possibile "recall bias". Ciononostante tutti gli studi in cui si considerava un ragionevole tempo di latenza hanno trovato un rischio aumentato di alcuni specifici tumori associati con l'uso di telefoni cellulari. Gli studi stimavano dei rischi che variavano da 1,3 a 4,6 tra esposti e non esposti. I rischi più alti venivano riferiti per il neurinoma acustico (3,5) e il melanoma uveale (4,2). I rischi aumentavano al crescere del periodo di latenza e di durata nell'uso del telefono cellulare.

PUBBLICAZIONI DEL 2005

- **Moulder JE, Foster KR, Erdreich LS, McNamee JP. Mobile phones, mobile phone base stations and cancer: a review. Int J Radiat Biol. 2005 Mar;81(3):189-203**

tipo di sorgente trattata: esposizioni da telefoni cellulari e stazioni radio base

tipo di rischi trattati: tumori

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale, studi su animali e in vitro

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

Lo studio raccoglie le evidenze degli studi apparsi sulla banca dati medica MedLine e da oltre 1700 citazioni raccolte dall'IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Considerazioni biofisiche indicano che ci sono scarse basi

teoriche per supporre che le RF abbiano effetti biologici significativi ai livelli di potenza utilizzate per i moderni cellulari e per le loro stazioni radio base. Le evidenze epidemiologiche sull'associazione tra RF e tumori sono deboli e limitate. Gli studi animali non hanno fornito alcuna evidenza consistente che le RF a livelli di intensità non termici possano causare tumori. Gli studi in vitro non hanno evidenziato alcun potere genotossico delle RF, ma gli studi in vitro per valutare il potenziale epigenetico delle RF sono limitati. Sono pertanto consigliati dagli autori ulteriori e più approfonditi studi.

- **Colonna A. [Cellular phones and cancer: current status]. Bull Cancer. 2005 Jul;92(7):637-43.**

tipo di sorgente trattata: esposizioni da telefoni cellulari

tipo di rischi trattati: tumori

popolazione sottoposta al rischio: popolazione generale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

Studi epidemiologici, in vitro e su modelli animali sulle esposizioni a RF non sono giunti a conclusioni definitive. Sebbene siano stati osservati alcuni effetti biologici su culture cellulari, la loro connessione con lo sviluppo tumorale nell'uomo non è mai stato stabilito. La gran parte degli studi animali hanno mostrato risultati negativi. Gli studi epidemiologici mancano di un sufficiente follow up per poter valutare le tecnologie più moderne. La grande preoccupazione della popolazione ha mosso gli operatori di telefonia cellulare, i produttori e i governi a finanziare numerosi progetti scientifici mirati alla definizione di regole idonee ed efficaci per l'uso e la diffusione dei telefoni cellulari.

- **Feychting M. Non-Cancer EMF Effects Related to Children. Bioelectromagnetics Supplement 2005; 7:S69-74.**

tipo di sorgente trattata: esposizioni a radiofrequenze

tipo di rischi trattati: patologie non tumorali

popolazione sottoposta al rischio: soggetti in epoca fetale

giudizi e problemi rilevati sulle evidenze risultanti:

Molti studi epidemiologici hanno investigato i potenziali effetti avversi dei campi elettromagnetici sul feto, che possono poi rivelarsi nei primi anni di vita. La maggioranza degli studi hanno escluso danni per il feto derivanti dalle esposizioni a basse frequenze e campi a radiofrequenza durante la gravidanza, pur considerando le limitazioni degli studi dovuti al breve periodo di osservazione ed alla limitatezza del campione di soggetti investigati. Solo due studi hanno riportato un incremento dell'abortività spontanea, ma necessitano di una conferma.

Gli studi sulle radiofrequenze sono limitati per lo più alle esposizione lavorative delle donne in gravidanza. Tali studi non hanno evidenziato nessun aumento di rischio per alcun tipo specifico di malformazione del feto o per altri eventi avversi nella gravidanza.