

**PAGINE SAGGIO  
PER GENTILE CONCESSIONE  
DELL'EDITORE**

Intendendo «AMBIENTE» E «TERRITORIO» nella loro accezione più ampia la collana offre agli addetti ai lavori una serie di volumi giuridici o più prettamente operativi. Testi sulle tematiche legate alla tutela del paesaggio: applicazione delle norme che regolano la gestione degli interventi, tecniche e tecnologie dedicate.

L. Ramacci – G. Mingati

### INQUINAMENTO ELETTROMAGNETICO

Aspetti sanitari e giuridici

ISBN 88-244-9801-9

A1 pp. 256, € 16,53

Una panoramica completa sul problema «elettrosmog» anche alla luce dei risultati degli studi scientifici che si sono susseguiti nel corso degli anni. Il volume è articolato in quattro parti: aspetti generali dell'inquinamento elettromagnetico; commento organico, articolo per articolo, della legge quadro 22 febbraio 2001, n. 36; rassegna completa delle disposizioni in materia; raccolta della giurisprudenza contenente sia le massime che le motivazioni per esteso.



F. Colautti – B. Pillon  
**ACQUE: VIOLAZIONI  
AMMINISTRATIVE  
E PENALI**

Prontuario commentato al servizio  
dell'operatore e dei cittadini

con 

ISBN 88-513-0014-3

A2 pp. 240, € 15,49



Un utile strumento per avvocati, magistrati, operatori di polizia, associazioni ambientaliste, imprese, privati.

Le schede riportano gli elementi essenziali della fattispecie ed i principali riferimenti normativi; ogni provvedimento è accompagnato da un breve commento che, nell'illustrare le finalità della legge, ne descrive per sommi capi contenuto ed impianto sanzionatorio.

Al volume è allegato un CD-Rom contenente per esteso la normativa in materia.



**F. Colautti – B. Pillon**  
**RIFIUTI E SOSTANZE**  
**PERICOLOSE: VIOLAZIONI**  
**AMMINISTRATIVE E PENALI**

Prontuario commentato ad uso dell'operatore e dei cittadini

con 

ISBN 88-513-0018-6

A3 pp. 288, € 18,08

Un utile strumento per avvocati, magistrati, operatori di polizia, associazioni ambientaliste, imprese, privati. Le schede riportano gli elementi essenziali della fattispecie ed i principali riferimenti normativi; ogni provvedimento è accompagnato da un breve commento che, nell'illustrare le finalità della legge, ne descrive per sommi capi contenuto ed impianto sanzionatorio. Al volume è allegato un CD-Rom contenente per esteso la normativa in materia.



**Ernesto Lazzarotto**  
**VADEMECUM DELLE**  
**ETICHETTATURE DI PERICOLO**

Guida alla lettura e alla valutazione dei rischi

ISBN 88-513-0007-0

A4 pp. 208, € 13,43

Guida alla lettura dei pericoli segnalati dalle etichette apposte sui veicoli che trasportano merci pericolose e sugli involucri delle stesse.

Il vademecum, velocemente consultabile, permette a responsabili della sicurezza e addetti ai servizi di prevenzione di reperire tali preziose informazioni.



**Ernesto Lazzarotto**  
**TRASPORTO E DEPOSITO**  
**SOSTANZE PERICOLOSE**

Prontuario per l'identificazione dei rischi

ISBN 88-513-0008-9

A5 pp. 272, € 14,46

Il volume riunisce e coordina le informazioni, i riferimenti, le definizioni e le istruzioni concernenti le etichettature

di pericolo. In particolare, esso tiene conto delle novità apportate dai decreti ministeriali 26 gennaio 2001 e 11 aprile 2001 di recepimento delle direttive comunitarie 2000/32 e 2000/33 (ventiseiesimo e ventisettesimo adeguamento al progresso tecnico). Il prontuario consente di esaminare agevolmente il livello di rischio di ciascuna delle migliaia di sostanze classificate come pericolose.

**Renato Vismara**  
**PROTEZIONE AMBIENTALE**

Criteria e tecniche per la pianificazione territoriale

ISBN 88-513-0015-1  
A6 pp. 352, € 20,66

Un supporto introduttivo utile a tutti coloro che si occupano di pianificazione territoriale ed ambientale e che evita volutamente di entrare in dettagli concernenti la chimica o la biologia. Il volume è diviso in due parti: la prima è relativa alle tematiche dell'ecologia applicata, mentre la seconda copre i temi della pianificazione.



**B. Pillon – M. Balletta**  
**IL DANNO AMBIENTALE**

Principi ed esperienze, normativa, giurisprudenza, documenti

ISBN 88-513-0035-6  
A7 pp. 368, € 25,00

I contenuti: l'ambiente e il diritto, istituti di informazione, il diritto all'informazione ambientale nell'ordinamento internazionale, istituti di partecipazione, istituti di azione, la legittimazione ad agire delle associazioni, l'azione civile di danno pubblico ambientale, danno ambientale e disciplina della bonifica dei siti inquinati, danno ambientale e garanzia assicurativa, danno esistenziale e danno ambientale, principi ed esperienze nel contesto europeo ed internazionale, criteri di valutazione economica del danno, la quantificazione del danno non patrimoniale, Ecolabel, Ecoaudit, Emas.



**Luca Ramacci**  
**IL CODICE DELLE ACQUE**

Rassegna completa di normativa e giurisprudenza  
Aggiornato al D.Lgs. 2-2-2002, n. 27

ISBN 88-513-0064-X  
A9 pp. 672, € 35,00

con 

A partire dal D.Lgs. 11 Maggio 1999 n.152 sulla tutela delle acque dall'inquinamento, in questo codice è riunita tutta la legislazione in materia di utilizzo e trattamento delle acque. Qualifica il testo una esaustiva raccolta giurisprudenziale. CD-Rom con giurisprudenza (sentenze per esteso) e normativa completa di allegati.





**Angelo Frattini**  
**LA DISCIPLINA DEI RIFIUTI**

Commento organico al D.Lgs. 5-2-1997, n. 22 (decreto Ronchi) - Appendice giurisprudenziale e normativa

ISBN 88-513-0047-X  
A10 pp. 256, € 18,00

Il decreto Ronchi (D.Lgs. 5-2-1997, n. 22) ha profondamente innovato la disciplina in materia di rifiuti ponendosi per la prima volta come scopo non più soltanto il loro smaltimento ma anche lo sviluppo e l'adozione di iniziative volte al recupero e al riciclaggio. Il volume propone una lettura completa del decreto ponendo l'accento sulle problematiche di maggiore interesse nella quotidiana applicazione della normativa.

Completano il testo un'appendice giurisprudenziale contenente una rassegna delle più significative massime in materia e un'appendice normativa con le disposizioni di più frequente consultazione.



**Pasquale Fimiani (a cura di)**  
**CODICE DELL'ECONOMIA AMBIENTALE**

ISBN 88-513-0123-9  
A11 pp. 1008, € 35,00

La tutela dell'ambiente è stata a lungo basata sul binomio precetto-controllo: gli innumerevoli vincoli posti sono stati spesso percepiti dalle imprese come un freno alle potenzialità produttive più che come occasione di crescita.

Le norme più recenti aprono invece nuovi scenari sia in termini di acquisizione e pianificazione delle risorse finanziarie che in sede di rappresentazione contabile delle stesse.



**Luciano Oscar Atzori**  
**L'INQUINAMENTO IDRICO**

Aspetti tecnico-scientifici, igienico-sanitari, economico-sociali, ecologico-ambientali e normativi

ISBN 88-513-0092-5  
A12 pp. 416, € 34,00



Il volume si rivolge ai professionisti che operano nel settore idrico-ambientale (responsabili della gestione degli impianti di trattamento dell'acqua, tecnici pubblici e privati, consulenti ambientali e liberi professionisti, igienisti, personale di vigilanza e chiunque operi in uffici addetti al controllo idrico). Correda il volume un CD-Rom che permette la consultazione dei principali provvedimenti normativi citati nel libro nonché delle normative complementari.

**A. L. Vergine – E. Giroletti**  
**RADIAZIONI IONIZZANTI**

Protezione della popolazione, dei lavoratori e dei pazienti

ISBN 88-513-0095-X

**A13** pp. 176, € 20,00

con 

Il volume intende costituire una «bussola» nella complessa e vasta materia delle radiazioni ionizzanti. Sintesi espositiva, esame delle norme, aggiornamenti e bibliografia caratterizzano il testo, arricchito di preziose ed originali tabelle che fanno il punto sulla stratificata evoluzione normativa.



**Andrea Martelli**  
**VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE**

La nuova VIA

Il CD ROM contiene i testi integrali della normativa comunitaria, statale e regionale

ISBN 88-513-0104-2

**A14** pp. 192, € 15,00

con 

L'analisi del procedimento di VIA viene sviluppata sia nell'ambito delle soluzioni comunitarie, sia della legislazione nazionale e regionale, evidenziando le modalità che le singole autonomie hanno sperimentato per definire i criteri in base ai quali concedere o meno (ed in che modo) il permesso alla costruzione di "grandi opere".



**A. Amato – L. Ramacci – V. Triggiani**  
**ELETTROSMOG**

Impianti radiotelevisivi, installazioni telefoniche, elettrodi – Danni all'ambiente e alla salute dei cittadini – Aspetti civili, amministrativi e penali

ISBN 88-513-0164-6

**A16** pp. 192, € 16,00

Attraverso un'analisi sistematica della elaborazione dottrinale e giurisprudenziale, il volume individua gli strumenti di tutela e di azione e le prerogative riconosciute dall'ordinamento ai soggetti pubblici e privati tenuti a minimizzare i rischi per la salute umana, derivanti dalla circolazione di radiazioni non ionizzanti.



LA COLLANA DEL CIGNO DI LEGAMBIENTE



Luca Ramacci  
**MANUALE DI AUTODIFESA  
AMBIENTALE DEL CITTADINO**

ISBN 88-513-0068-2

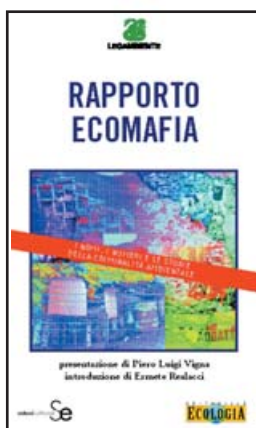
**A100** pp. 320, € 10,00



Primo volume della **Collana del Cigno**, nata da una comune ispirazione di Sistemi Editoriali e della rivista *La Nuova Ecologia*, il «Manuale» offrirà al cittadino strumenti concreti per conoscere e difendere la qualità dell'ambiente giorno dopo giorno.

Non è un libro di diritto, neppure un trattato o una rassegna di teorie. Vuole, invece, essere un piccolo ausilio per il semplice cittadino che intende difendere il proprio diritto a vivere in un ambiente salubre.

I diritti d'autore e parte dei proventi della vendita di questo volume saranno devoluti a Legambiente.



**RAPPORTO ECOMAFIA 2003**

ISBN 88-513-0155-7

**A101** pp. 462, € 13,00



Strumento indispensabile per chi vuole conoscere i fenomeni dell'illegalità ambientale in Italia e i mercati globali dell'ecocriminalità. I traffici illegali di rifiuti e l'abusivismo edilizio. I combattimenti clandestini tra cani e il saccheggio dei beni archeologici. Il commercio illegale di specie protette e quello di legname pregiato. E poi i nomi dei clan mafiosi coinvolti. I numeri delle attività di repressione da parte delle forze dell'ordine. Le storie, spesso davvero sconvolgenti, di aggressione criminale alle risorse ambientali del nostro Paese.

Volumi della collana Ambiente e Territorio in preparazione:

Mariarita D'Addazio  
**LA DISCIPLINA GIURIDICA DEI REFLUI ZOOTECNICI ED OLEARI**

| Luca Ramacci - Giovanna Mingati

# Inquinamento elettromagnetico

| Aspetti sanitari e giuridici

| Rassegna legislativa  
e giurisprudenziale  
con commento organico alla legge  
quadro 22 febbraio 2001, n. 36

Copyright © 2001 Esselibri S.p.A.  
Via F. Russo, 33/D  
80123 Napoli

Tutti i diritti riservati  
È vietata la riproduzione anche parziale  
e con qualsiasi mezzo senza l'autorizzazione  
scritta dell'editore.

Per citazioni e illustrazioni di competenza altrui, riprodotte in questo libro, l'editore è a disposizione degli aventi diritto. L'editore provvederà, altresì, alle opportune correzioni nel caso di errori e/o omissioni a seguito della segnalazione degli interessati.

Prima edizione: maggio 2001  
A1 - Inquinamento elettromagnetico  
ISBN 88-244-9810-8

Ristampe

8	7	6	5	4	3	2	1	2001	2002	2003	2004
---	---	---	---	---	---	---	---	------	------	------	------

Questo volume è stato stampato presso:  
Officina Grafica Iride  
Via Prov.le Arzano-Casandrino, VII Trav., n. 24 - Arzano (NA)

sistemi editoriali 

Professionisti, tecnici e imprese  
Gruppo Editoriale Esselibri - Simone

---

Progetto grafico e copertina: *Marco Agnisetta*

## PREMESSA

L'inquinamento elettromagnetico è da tempo sottoposto all'attenzione dei mass media ed è oggetto di convegni e dibattiti, non sempre lucidi, sui rischi che gli sono connessi.

Ciò ha determinato, recentemente, l'intervento del legislatore il quale, cercando di mettere ordine in un confuso panorama legislativo, ha emanato una legge quadro destinata a regolare la complessa materia.

È per tali motivi che si è sentita la necessità di proporre, in un unico lavoro, una sintesi della elaborazione dottrina e giurisprudenziale in materia, rivisitando le tormentate tappe dell'intero percorso seguito per giungere all'attuale situazione.

Abbiamo inoltre voluto mettere a disposizione del lettore, oltre ad un primo commento organico della nuova disciplina, anche le altre leggi che regolano la materia e – per esteso – le più importanti decisioni giurisprudenziali.

## **Aspetti di carattere generale**

## ■ 1 La valutazione scientifica dei danni riconducibili all'inquinamento elettromagnetico

È ormai generalizzata la consapevolezza che l'inquinamento elettromagnetico costituisca un rilevante problema di salute pubblica: ad attirare l'attenzione sono infatti soprattutto i rischi per la salute dell'uomo che si ritengono connessi a questa particolare alterazione dell'ambiente. Da ciò discende quindi la necessità di predisporre un'adeguata tutela anche di tipo giuridico in considerazione dei diversi interessi che questa nuova problematica coinvolge.

Al fine di individuare il fenomeno dell'inquinamento elettromagnetico nel suo complesso è però utile accennare ad una definizione che, per quanto schematica, ne dia contezza anche sotto il profilo tecnico-fisico. In termini tecnici, dunque, il fenomeno di inquinamento considerato in questa sede trae origine dalla diffusione nell'ambiente di campi elettromagnetici determinati dalla presenza di cariche elettriche. Più precisamente, il campo elettromagnetico è costituito da un campo elettrico e da un campo magnetico, ed è direttamente influenzato dalla frequenza con la quale gli impulsi elettrici vengono trasmessi<sup>1</sup>. Ne consegue che a seconda dell'intensità della frequenza, sia essa alta o bassa, si avranno campi elettromagnetici cosiddetti ad alta frequenza, compresi tra 30 kHz e 300 GHz, oppure, campi elettromagnetici cosiddetti a bassa frequenza, cioè compresi tra 30 e 300 Hz.

Dal momento in cui l'uomo ha avuto la possibilità di utilizzare le onde elettromagnetiche a fini tecnologici, la diffusione degli impulsi elettrici, del resto da sempre presenti nell'ambiente naturale, ha cominciato a porre problemi di elettrosmog, ossia di inquinamento elettromagnetico, laddove per *inquinamento* si intende un'artificiale alterazione dell'eco-sistema naturale.

L'energia elettrica che sfruttiamo quotidianamente nelle nostre case è infatti la responsabile di parte dell'inquinamento elettromagnetico e, in particolare, di quello a bassa frequenza; pertanto, anche gli elettrodomestici possono essere considerati quali sorgenti di campi elettromagnetici, sebbene la fonte principale nell'ambito delle basse frequenze sia comunque rappresentata dalle linee elettriche di trasporto e distribuzione dell'energia. Ma anche la diffusione di onde elettromagnetiche ad alta frequenza comporta rilevanti alterazioni dell'ambiente; esse vengono utilizzate oltre che a scopo di terapia medica, anche nel settore delle comunicazioni radio-televisive. In questa fascia si colloca, inoltre, il funzionamento di un certo numero di apparecchi di uso quotidiano quali forni a microonde, telefoni cellulari, videoterminali e televisori, oltre a molti altri. Tutto ciò contribuisce ad aumentare il carico elettromagnetico nell'ambiente con la possibilità di effetti nefasti anche sulla salute dell'uomo<sup>2</sup>. La pericolosità di tali radia-

<sup>1</sup> MATTHES, *I campi elettromagnetici – i loro effetti sul corpo umano – le soglie di sicurezza*, in *Il rischio corre sul filo*, 1998, a cura di Falqui, p. 11; SANTINI, *Effetti biologici dei campi elettromagnetici a frequenza minima (ELF)*, ivi, p. 69 ss.

<sup>2</sup> Cfr., COPPI - SGORBATI, *Troppe antenne in città*, in *Ambiente*, 1994, p. 52; BEVITORI, *Inquinamento elettromagnetico*, in *Economia e Ambiente*, 1997, p. 14 ss.; VILLA, *Elettrosmog, tutti i rischi in onda*, in *Prevenzione Tumori*, giugno 2000, p. 8, dove, in particolare, si indicano precisi accorgimenti per ridurre i campi elettromagnetici all'interno delle case. Per una panoramica sul fenomeno, che prenda in considerazione soprattutto gli aspetti tecnico-fisici, cfr., *Inquinamento elettromagnetico. Aspetti tecnici, sanitari e normativi*, 1998, a cura di Bevitore.

zioni si manifesta in particolare nella loro interazione con la materia, in questo caso rappresentata dal corpo umano, producendo effetti assai diversi in funzione dell'intensità della radiazione e della durata dell'esposizione. Diversamente dalle radiazioni ionizzanti proprie dell'energia nucleare, quelle elettromagnetiche, dette anche non-ionizzanti (NIR), non producono la rottura dei legami atomici e molecolari delle cellule. Ciononostante si ritiene che esse interferiscano a diversi livelli con l'intero sistema biologico dell'individuo.

A questo proposito, pur rifuggendo da qualsiasi pretesa di completezza nell'approfondimento scientifico, e tenendo presente che in questo campo solo in tempi recentissimi sembrano essere stati acquisiti dati scientifici certi in ordine alla pericolosità delle emissioni in oggetto<sup>3</sup>, risulta opportuno accennare ai numerosi studi scientifici che hanno analizzato il fenomeno concernente gli effetti biologici del campo elettromagnetico.

### 1.1. **Gli studi scientifici sul danno alla salute provocato dalle basse frequenze: la loro evoluzione e i risultati conseguiti**

Nonostante l'inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza sia prodotto oltre che dalle linee elettriche per il trasporto dell'energia anche dagli elettrodomestici, occorre subito premettere che il problema della dannosità delle onde elettromagnetiche si pone in modo diverso a seconda della loro fonte di emissione. Nel caso degli elettrodomestici il campo elettromagnetico è molto elevato nell'immediata vicinanza all'apparecchio mentre decade rapidamente con la distanza; diversamente, nel caso degli elettrodotti ad alto voltaggio si ritiene debba essere raggiunta una distanza di almeno 200 m dall'asse della linea elettrica per avere gli stessi valori di intensità magnetica che per gli elettrodomestici si raggiungono con una distanza di 1,5 m dall'apparecchio<sup>4</sup>. Ne consegue che nell'ambito degli effetti biologici, maggior attenzione è stata rivolta allo studio delle conseguenze riscontrabili in prossimità di linee elettriche per il trasporto dell'energia. Il problema della determinazione del **nesso causale** tra campi elettromagnetici a bassa frequenza e danni alla salute umana è stato affrontato sin dall'inizio degli anni settanta con lo scopo di approfondire i risultati che ricercatori russi ottennero al termine di alcuni studi condotti su operatori addetti alla manutenzione in stazioni elettriche ad alto voltaggio<sup>5</sup>. I disturbi evidenziati in queste ricerche vennero classificati come "non specifici" in quanto caratterizzati da diverse tipologie di manifestazione quali impotenza, insonnia, vertigini, scarsa redditività, emicrania, ecc... la cui particolarità comune era, però, quella di scomparire nel momento in cui cessava l'esposizione ai campi prodotti dalle linee.

Negli anni successivi gli studi scientifici continuarono ad evolversi e, in particolare, l'attenzione venne spostata dagli effetti acuti o a breve termine (cioè quegli effetti che

<sup>3</sup> In particolare, la cronaca ha diffuso i risultati di uno studio scientifico condotto dall'Ente nazionale per la protezione radiologica in Gran Bretagna, secondo il quale risulterebbe provata la connessione tra inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza e rischio di cancro. Si veda, *La Repubblica*, 5 marzo 2001; *Corriere della Sera*, 17 marzo 2001.

<sup>4</sup> In proposito, si veda, FIORAVANTI - IACOMELLI - MACCHIA - RAMACCI - SANTONOCITO, *Il problema corre sull'onda. Elettrosmog: biosfera a rischio*, WWF Italia, 1998, p. 20.

<sup>5</sup> Cfr., FIORAVANTI - IACOMELLI - MACCHIA - RAMACCI - SANTONOCITO, *Il problema corre sull'onda. Elettrosmog: biosfera a rischio*, cit., p. 25.

si verificano in concomitanza con l'esposizione) agli *effetti a lungo termine* (quelli cioè che si produrrebbero in seguito ad una esposizione prolungata nel tempo e che sembra possano indurre patologie di tipo tumorale). La prima ricerca sull'argomento venne pubblicata nel 1979 dalla dott.sa N. Wertheimer e dal dott. E. Leeper che condussero uno studio del tipo caso-controllo attraverso il quale riscontrarono casi di tumore infantile in abitazioni prossime ad impianti elettrici ad alta corrente<sup>6</sup>. Confrontando i "casi" con i "controlli", rappresentati da ragazzi della stessa età che vivevano in abitazioni non prossime a linee elettriche ad alta corrente, evidenziarono un aumento dell'incidenza dei tumori nell'ambito di 2-3 volte superiore alla media. Questa alterazione venne associata ad un certo gradiente dose-risposta in relazione ai diversi livelli di esposizione: in particolare il rischio di leucemia infantile venne classificato ad un livello 3. Lo studio venne criticato sotto diversi aspetti, tanto che il Dipartimento della Salute dello stato di New York incaricò D. A. Saviz, famoso epidemiologo statunitense, di verificarne i risultati. Il dottor Saviz riconobbe che lo studio non aveva tenuto presente i cosiddetti fattori di confondimento, i quali possono avere un certo ruolo nello sviluppo delle neoplasie, anche se si poteva supporre che, nel caso specifico dei tumori infantili, essi non avessero un'influenza rilevante. Tuttavia nel commentare uno studio successivo, portato a termine nel 1986 da L. Tomenius, D. A. Saviz osservò come quest'ultimo fornisse un'ulteriore evidenza per un possibile ruolo eziologico dei campi magnetici nei confronti dei tumori infantili in quanto riproponeva i risultati ottenuti da N. Wertheimer e E. Leeper. Più precisamente, L. Tomenius misurò il campo magnetico nelle abitazioni nelle quali erano stati diagnosticati tutti i tumori osservati nella contea di Stoccolma tra il 1958 e il 1973 in soggetti tra gli 0 e i 18 anni e rispetto a ciascuna di quelle abitazioni venne riscontrata la presenza di costruzioni elettriche nel raggio di 150 m. Sulla base dei risultati ottenuti si osservò che, nei casi in cui i soggetti avevano vissuto fin dalla nascita nella stessa abitazione, il rischio relativo di cancro per un campo magnetico di 0,3 microtesla ( $\mu\text{T}$ ) era pari a 5,4; livello che venne considerato statisticamente significativo. Pur considerando che i risultati dello studio potevano essere influenzati anche da qualche altro fattore correlato al campo magnetico, L. Tomenius concluse che era coerente ammettere l'ipotesi di un effetto causale riconducibile proprio al campo magnetico, mentre non ritenne possibile indicare *"una relazione dose-risposta tra l'incidenza del tumore e la distanza dei cavi all'interno di una certa distanza soglia"* rappresentata dai 150 m che separavano le costruzioni elettriche dalle abitazioni prese in esame; entro tale distanza cioè gli effetti si ritennero analoghi.

Una conferma degli effetti biologici dei campi elettromagnetici è giunta inoltre da uno studio epidemiologico, considerato esemplare da un punto di vista scientifico, condotto in Svezia dalla dott.sa M. Feychting e dal dott. A. Ahlbom nel 1992<sup>7</sup>. Le prove più chiare ottenute da questa ricerca riguardano ancora la leucemia infantile, anche se si è dimostrato come anche negli adulti vi sia una tendenza ad un'associazione tra campi elettromagnetici e leucemia acuta e cronica, rispetto alle quali un aumento del rischio

6 WERTHEIMER - LEEPER, *Electrical wiring configurations and childhood cancer*, Am.J.Epidemiol., 109:273-84, 1979.

7 FEYCHTING - AHLBOM, *Magnetic fields and cancer in people residing near swedish high voltage power line*, Istituto

Karolinska di mielomedicina, Stoccolma, Svezia, 1992.

viene connesso sia al tempo di esposizione sia alla distanza dalle maggiori linee di trasmissione. Altri risultati, concernenti la relazione tra esposizione a campi elettromagnetici e patologie tumorali negli adulti, si traggono da uno studio sull'esposizione occupazionale realizzato dalla dott.ssa B. Floredus nel 1993<sup>8</sup>. Da questo studio emerge, in particolare, un'associazione positiva tra leucemia linfocitica cronica (il cui rischio risulta di 3 volte maggiore rispetto al gruppo di riferimento) ed esposizione ai campi magnetici sul luogo di lavoro, la cui intensità media era maggiore di 0,29 microtesla; risulta, invece, meno evidente un collegamento esposizione-reazione per i tumori cerebrali.

Oltre a queste, sono state compiute altre numerose indagini epidemiologiche con il fine di ottenere risultati sempre più affidabili, e soprattutto con lo scopo di individuare il meccanismo biologico di interazione con il corpo umano. A questo proposito si sono condotti studi attraverso i quali si è potuto riscontrare come i campi elettromagnetici a frequenze estremamente basse influenzino alcuni fenomeni biologici in qualche modo pertinenti ai meccanismi della carcinogenesi: in particolare, si è osservata una inibizione della sintesi notturna della melatonina, considerata un ormone con comprovate proprietà oncostatiche, così come si è registrata *in vitro* una perdita del 25% delle proprietà distruttive dei "linfociti T" nei confronti di cellule cancerogene<sup>9</sup>. Anche la scoperta di cristalli di magnetite nei tessuti cerebrali ha permesso di sostenere l'ipotesi che il cervello sia influenzato dai campi elettromagnetici più di ogni altro materiale biologico proprio in seguito alla conduttività metallica di tali cristalli che sarebbero paragonabili a calamite all'interno del tessuto cerebrale.

La possibilità di una associazione positiva tra esposizione a onde elettromagnetiche a bassa frequenza e forme tumorali viene dunque avanzata da più parti anche se ancora con le dovute cautele che sollecitano un ulteriore approfondimento delle ricerche. In proposito, due studiosi italiani, C. Maltoni e M. Soffritti, già nel 1991 hanno portato a termine un'analisi comparata tra più di quaranta indagini epidemiologiche relative sia a bambini che ad adulti esposti in condizioni ambientali generiche e professionali. L'analisi ha in particolare rilevato con una certa sicurezza l'esistenza di un rapporto di causalità tra esposizione a campi elettromagnetici e promozione delle forme neoplastiche<sup>10</sup>. Anche l'Istituto Superiore di Sanità, già nel rapporto ISTISAN del 1995<sup>11</sup>, riconosce che "*il quadro che emerge dalla letteratura scientifica esaminata depone nel complesso a favore di una associazione positiva tra esposizione a campi a 50/60 Hz e leucemia infantile*" tanto che ne "*ritiene credibile un'interpretazione causale*". Ma ciò che rendeva all'epoca ancora particolarmente cauto l'Istituto Superiore di Sanità erano i dubbi in ordine alle

<sup>8</sup> FLOREDUS, *Recenti studi epidemiologici concernenti l'esposizione a campi elettromagnetici nell'ambiente professionale in relazione alla comparsa di leucemia e tumori cerebrali*, Istituto di Salute occupazionale di Solona, Svezia, 1993, in *Il rischio corre sul filo*, cit., p. 86, anche per ulteriori riferimenti bibliografici.

<sup>9</sup> SANTINI, *Effetti biologici dei campi elettromagnetici di frequenza minima (ELF)*, in *Il rischio corre sul filo*, cit., p. 69 ss.

<sup>10</sup> MALTONI - SOFFRITTI, *Valutazione dei potenziali rischi per la salute, con particolare riferimento a quelli cancerogeni, da esposizione a campi elettromagnetici a bassissima frequenza*, Istituto di oncologia "F. Addarii" di Bologna, Presidio oncologico Multizonale di Prevenzione e Scienze Ambientali, 1991.

<sup>11</sup> Rapporto ISTISAN 95/29, *Rischio cancerogeno associato a campi magnetici a 50/60 Hz*, a cura di Comba - Grandolfo - Lagorio - Polichetti - Vecchia.

possibili variabili di confondimento ed il carattere di probabilità e non di certezza attribuito al ruolo eziologico dei campi elettromagnetici. Tuttavia, nel 1997 sembra che l'Istituto Superiore di Sanità abbia modificato, se non altro in parte, la propria posizione: ciò si evince, in particolare, dalla presentazione di un documento finalizzato all'istituzione di nuovi limiti espositivi realizzato congiuntamente dall'Istituto Superiore della Prevenzione e della Sicurezza del Lavoro e dall'Istituto Superiore di Sanità medesimo. Risulta infatti che i due Istituti siano d'accordo sull'adozione di un sistema di valutazione del rischio secondo il quale, con riferimento a quelle situazioni nelle quali il nesso causale tra esposizione e malattia non sia stabilito con assoluta certezza, il principio cautelativo rappresenti il criterio orientativo delle scelte inerenti alla tutela della salute pubblica. Dunque, coerentemente alla posizione assunta attraverso tali dichiarazioni, l'ISPESL propone come livelli massimi valori pari a 2 microtesla per esposizioni croniche della popolazione e pari a 0,5-0,6 microtesla per esposizioni da consentire in aree destinate all'infanzia e a strutture sanitarie; gli stessi limiti dovrebbero essere rispettati per la costruzione di nuovi elettrodotti<sup>12</sup> anche in aree residenziali. Viene così suggerita l'adozione di *standards* espositivi molto vicini alla cosiddetta soglia di pericolo che, per i più recenti studi scientifici, è rappresentata dagli 0,2 microtesla.

Si tratta di valori precauzionali che probabilmente verranno recepiti in un prossimo futuro anche a livello normativo. La legge-quadro in tema di protezione della popolazione dall'inquinamento elettromagnetico, appena entrata in vigore, sancisce infatti la predisposizione di limiti espositivi che tengano conto anche dei possibili effetti a lungo termine differenziando a tale scopo l'identificazione delle soglie di pericolo. Viene così introdotta la distinzione tra limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità. La ragione di una siffatta diversificazione dei parametri cautelari si rinviene innanzitutto nella consapevole adozione del *principio precauzionale* al quale fanno espresso riferimento le conclusioni raggiunte in materia dagli studi elaborati dall'Istituto Superiore di Sanità nell'ambito dell'ultimo Rapporto ISTISAN, pubblicato nel 1998<sup>13</sup>.

## 1.2. Le recenti ricerche sul danno alla salute provocato dalle alte frequenze: ipotesi e prospettive

A differenza che per l'inquinamento elettromagnetico a bassa frequenza, la diffusione di onde elettromagnetiche ad alta frequenza è legata allo sfruttamento di particolari tecnologie che solo recentemente hanno avuto un forte sviluppo; ne consegue che anche l'approfondimento scientifico in merito agli effetti biologici delle radiofrequenze (RF) e delle microonde (MW), appartenenti entrambe allo spettro delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza, ha subito inevitabili ritardi.

A tal proposito, occorre premettere, che al fine di valutare l'impatto biologico delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza la variabile da considerare è rappresentata dall'assorbimento di energia da parte del corpo umano diversamente da quanto accade nel

<sup>12</sup> ISPESL, *Proposta dell'Istituto Superiore della Prevenzione e della Sicurezza del Lavoro*, Dipartimento insediamenti produttivi e interazione con l'ambiente, 1997.

<sup>13</sup> Rapporto ISTISAN 98/31, *Tumori e malattie neurodegenerative in relazione all'esposizione a campi elettrici e magnetici a 50/60 Hz: rassegna degli studi epidemiologici*, a cura di Lagorio - Comba - Iavarone - Zapponi.

caso in cui la frequenza sia bassa e dunque gli effetti biologici siano piuttosto attribuibili alle conseguenze del passaggio di corrente elettrica nel corpo. In seguito ad una esposizione ad onde elettromagnetiche ad alta frequenza l'energia così assorbita viene dunque trasformata all'interno del corpo pressoché interamente in **calore** determinando, in tal modo, la possibilità di importanti conseguenze per la salute dell'individuo (si tenga presente, per esempio, che un neonato assorbe energia ad alta frequenza in misura molto maggiore rispetto ad un adulto). Tuttavia non è possibile sostenere che l'esposizione ad un campo ad alta frequenza diventi pericolosa soltanto nel momento in cui sia percepibile un surriscaldamento dei tessuti corporei. Si può affermare un tale assunto in quanto i sensori termici del corpo si trovano nello strato superficiale della pelle, cosicché quando è percepibile un loro riscaldamento è ben possibile che, a seguito dell'assorbimento di energia, i tessuti corporei degli strati più profondi abbiano già subito un innalzamento di temperatura dannoso<sup>14</sup>.

Il danno termico, in un certo modo paragonabile ad una "cottura" delle cellule, può essere particolarmente pericoloso per alcuni organi come testicoli e cornea, caratterizzati da una bassa capacità di dispersione del calore. Al riguardo, è stato realizzato un importante studio sull'occhio dei ratti dal quale è emerso che l'esposizione a microonde pulsanti genera, in particolare, alterazioni delle membrane cellulari del cristallino; gli stessi ricercatori avevano in precedenza evidenziato, sempre con riferimento all'occhio, anche la possibilità di una correlazione tra esposizione a microonde e induzione della cataratta *in vitro*<sup>15</sup>.

La cronaca, inoltre, ha riportato la notizia secondo cui anche l'Ente Britannico per la ricerca militare (Dera) avrebbe pubblicato uno studio che, per il coordinatore degli esperimenti, Rick Hold, costituisce la prima vera prova che le onde generate dai telefoni cellulari abbiano effetti sui tessuti cerebrali<sup>16</sup>. L'esperimento ha dimostrato come tale tipo di onde radio provochi degli improvvisi cali di attività dei tessuti cerebrali legati alla "memoria a breve" dei ratti, inducendo uno stato confusionale e perdite di memoria che impedirebbero agli animali di orientarsi. Ma la comunità scientifica, pur riconoscendo che tali risultati costituiscono un forte indizio a sostegno della pericolosità delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza, ritiene di dover compiere ulteriori approfondimenti che avvalorino quanto è stato già ottenuto verificando in particolare se gli esperimenti portati a termine su animali risultino probanti anche per quanto concerne l'uomo. In effetti, alcuni studi del genere sono già stati portati a termine da alcuni ricercatori dell'istituto britannico *Bristol Royal Infirmary*<sup>17</sup>. In particolare, si sarebbe dimostrato – sembrerebbe senza lasciare dubbi – come anche per l'uomo le radiazioni emesse dai telefoni cellulari vadano ad interferire con la parte del cervello che controlla la memoria e l'apprendimento. Senso di vuoto e disorientamento sarebbero i sintomi

<sup>14</sup> MATTHES, *I campi elettromagnetici - i loro effetti sul corpo umano - le soglie di sicurezza*, in *Il rischio corre sul filo*, cit., p. 10 ss.

<sup>15</sup> In proposito, cfr., FIORAVANTI - IACOMELLI - MACCHIA - RAMACCI - SANTONOCITO, *Il problema corre sull'onda. Elettrosmog: biosfera a rischio*, cit., p. 57 ss.; MATTHES, *I campi elettromagnetici - i loro effetti sul corpo umano - le soglie di sicurezza*, in *Il rischio corre sul filo*, cit., p. 10.

<sup>16</sup> Corriere della Sera, 16 luglio 1998.

<sup>17</sup> Corriere della Sera, 2 marzo 1999.

più diffusi tra chi utilizza il telefonino per tempi prolungati. Il consiglio che gli stessi ricercatori si sentono di rivolgere agli utenti è dunque di ridurre piuttosto drasticamente l'uso del cellulare a non più di 10 minuti al giorno con durata delle chiamate non superiore ai 2 minuti. Le conclusioni raggiunte in merito alla nocività dei campi elettromagnetici del telefono cellulare mettono però in luce come al momento non sia ancora stato chiaramente individuato il meccanismo di azione delle onde elettromagnetiche ad alta frequenza sulle cellule cerebrali.

Analoghe incertezze interessano la valutazione in merito alla cancerogenicità delle alte frequenze; l'insorgenza di particolari neoplasie sarebbe infatti annoverata tra gli effetti che si produrrebbero in seguito ad esposizioni prolungate che presentino livelli espositivi anche più bassi di quelli idonei ad indurre effetti termici. In proposito, uno degli studi più dettagliati è stato compiuto in Polonia nel 1988 da S. Szmigielski<sup>18</sup>, il quale, esaminando i casi di cancro in militari polacchi irradiati da onde ad alta frequenza e deceduti tra il 1971 e il 1980, ha evidenziato un legame fondamentale tra durata dell'esposizione e mortalità dei soggetti esaminati rispetto ai quali si è verificato, secondo l'autore, un aumento dei casi di tumore addirittura del 300%. Altre indagini epidemiologiche hanno evidenziato dei risultati omogenei per quanto concerne un generale aumento del rischio di tumori in seguito ad esposizione a onde elettromagnetiche ad alta frequenza<sup>19</sup>. Cinque indagini condotte direttamente su gruppi di popolazione delle Hawaii, dell'Australia e della Gran Bretagna, hanno analizzato in particolare l'incidenza di tumori in prossimità di *ripetitori televisivi*, riscontrando soprattutto un aumento di leucemia sia nei bambini che negli adulti (Anderson & Henderson, 1986; Maskarinec et al., 1994; Hocking et al., 1996; Dolk et al., 1997 -A-; Dolk et al., 1997 -B-). Si tratta del più numeroso gruppo di studi affini il quale, proprio per questo motivo, dovrebbe essere caratterizzato da una particolare credibilità scientifica sebbene esso evidenzi comunque la necessità di ottenere una maggior precisione nel calcolo dell'esposizione, soprattutto per quanto concerne quella individuale, oltre che un'analisi dell'eventuale effetto dei fattori di confondimento, non considerati in alcuno degli studi citati.

Maggiori ostacoli si incontrano, invece, nella possibilità di indagare sugli eventuali effetti cancerogeni delle onde emesse dai *telefoni cellulari* soprattutto a causa dell'inadeguatezza del tempo trascorso dall'inizio della diffusione di tali apparecchi. Tuttavia, alcune ricerche sono già state realizzate, ed in particolare una (pubblicata nel 1999 sulla rivista *Radiation Research*) ha permesso agli scienziati australiani che l'hanno condotta di rilevare come in ratti esposti, per 18 mesi e per 1 ora al giorno, a campi elettromagnetici analoghi a quelli emessi dai telefonini Gsm, si sia raddoppiata la possibilità di sviluppare neoplasie. Le conferme di risultati così preoccupanti devono, però, ancora giungere e probabilmente per dare una risposta definitiva si dovrà attendere la conclusione di altre indagini. In merito alla cancerogenicità delle radiazioni emesse dai telefoni cellulari pare dunque *non vi siano risultati scientifici univoci* tant'è vero che una ricerca statunitense, pub-

<sup>18</sup> Al riguardo, cfr., FIORAVANTI - IACOMELLI - MACCHIA - RAMACCI - SANTONOCITO, *Il problema corre sull'onda. Elettromog: biosfera a rischio*, cit., p. 59.

<sup>19</sup> Per ulteriori approfondimenti, cfr., IAVARONE - LAGORIO - COMBA - ZAPPONI, *Evidenze epidemiologiche sulla cancerogenicità delle radiofrequenze*, Laboratorio di Igiene Ambientale, Istituto Superiore di Sanità.

blicata sul *New England Journal of Medicine*, pur non escludendo effetti a lungo termine, nega l'esistenza di una relazione causale tra utilizzo del telefono cellulare e neoplasie cerebrali. Tali evidenze sarebbero state raggiunte valutando la rilevanza del fattore "telefonino" nello sviluppo di varie forme di tumori cerebrali diagnosticate nel gruppo di soggetti esaminati; questa osservazione avrebbe quindi portato a concludere per l'insussistenza di una relazione di causa-effetto tra l'utilizzo del telefono cellulare e lo sviluppo di forme tumorali al cervello<sup>20</sup>. Ciononostante, è a tutti nota la recente decisione del Governo Britannico di apporre per legge su tutti i telefoni cellulari, analogamente per quanto avviene per le sigarette, un'avvertenza destinata a metterne in evidenza i rischi per la salute degli utenti<sup>21</sup>.

La preoccupazione relativamente ai rischi connessi all'utilizzo del telefono cellulare è oggi legata anche all'imminente proliferazione dei *ripetitori*: per i telefoni della nuova generazione, i noti Umts, si stima infatti che verranno installati circa 44.000 tralicci che andranno ad aggiungersi ai circa 12.000 già esistenti<sup>22</sup>. Sebbene si dica che le emissioni prodotte dalle nuove stazioni radio-base raggiungano livelli meno intensi rispetto a quelli riscontrabili a ridosso delle antenne attualmente in funzione (1 V/m contro 20 V/m), esse però sembra raggiungeranno una densità così elevata da considerarsi pari a 1 antenna ogni Km<sup>2</sup>.

In questo contesto, allora, anche l'inquinamento elettromagnetico ad alta frequenza non può di certo essere sottovalutato.

A favore della cancerogenicità sia delle radiofrequenze (RF) sia delle microonde (MW) si schiera oggi un noto studio portato a termine da un ricercatore della Lincoln University in Nuova Zelanda<sup>23</sup>. Lo studio si configura come una critica agli *standards* precauzionali riconosciuti dall'ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti) e dall'Organizzazione Mondiale della Sanità; entrambi gli istituti, stando a questo studio, assumerebbero a fondamento delle loro indicazioni cautelari presupposti fondamentalmente errati. In altri termini, secondo il ricercatore neozelandese, gli effetti termici, già apertamente riconducibili alle onde elettromagnetiche, non sarebbero in verità gli unici effetti riscontrabili<sup>24</sup>, anzi, ad essi andrebbero aggiunti quelli sull'apparato riproduttivo, che spesso si manifestano sotto forma di aborti spontanei, e quelli di natura cancerogena. Dunque, nei confronti di entrambe le tipologie di effetti sarebbe rintracciabile l'esistenza di un rapporto causale con l'esposizione a radiazioni elettromagnetiche ad alta frequenza anche di basso livello, cioè di intensità minore rispetto a quelle ritenute responsabili degli effetti termici. Alla luce di tali risultati, risulta pertanto particolarmente significativa la raccomandazione, prove-

<sup>20</sup> La notizia, riportata dal quotidiano La Repubblica, è reperibile anche al sito internet, [www.Repubblica.it/online/cultura-scienza/cell](http://www.Repubblica.it/online/cultura-scienza/cell).

<sup>21</sup> La notizia è stata diffusa da diversi mezzi di stampa, essa è comunque reperibile al sito internet, [www.Repubblica.it/online/cultura-scienza/cell](http://www.Repubblica.it/online/cultura-scienza/cell).

<sup>22</sup> Cfr., FANTI, *Occhio al cactus: è un'antenna*, in *Happy Web*, dicembre 2000, p. 168.

<sup>23</sup> N. CHERRY, *Analisi critica dello standard ICNIRP*, Lincoln University, Nuova Zelanda, 1999. Lo studio è stato presentato al Congresso nazionale sulle radiazioni elettromagnetiche (REM), tenutosi il 28 novembre 1999 a Trento, Italia.

<sup>24</sup> Al riguardo, si veda anche, MATTHES, *I campi elettromagnetici - i loro effetti sul corpo umano - le soglie di sicurezza*, in *Il rischio corre sul filo*, cit., p. 10 ss.

niente proprio dall'autore dello studio indicato, relativa alla necessità di adottare livelli di esposizione validi in generale per tutta la popolazione tali per cui la densità di potenza dell'onda elettromagnetica non superi i  $10 \text{ nW/cm}^2$  (nano Watt/cm<sup>2</sup>), un valore possibile solo in presenza di un campo elettrico pari a  $0,19 \text{ V/m}$  (Volt/m). In verità, si tratterebbe di un parametro cautelare di gran lunga più severo di quello introdotto in Italia dalla prima normativa in tema di alte frequenze contenuta nel D.M. 381/1998 e pari, a seconda dei casi, a  $20$  o a  $6 \text{ V/m}$ . Tuttavia, proprio alla luce dei traguardi scientifici più recenti tale indicazione potrebbe essere recepita dalla nuova normativa di settore che, entrata in vigore con la legge 22 febbraio 2001, n. 36 delega in particolare ad appositi D.P.C.M. l'individuazione di precisi limiti di riferimento entro i quali considerare l'esposizione della popolazione pressoché priva di rischi.