

LA SCIENZA E IL PRINCIPIO DI PRECAUZIONE: IL CASO DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI di Paolo Vecchia

Poche politiche di gestione del rischio hanno creato tante controversie quanto il principio di precauzione. Importanti documenti della Commissione Europea chiariscono vari aspetti del principio e ne consentono un giudizio equilibrato. Il principio, nella definizione e nell'interpretazione della Commissione Europea non è in conflitto con un approccio scientifico alla protezione della salute e dell'ambiente. Tuttavia, alcune sue applicazioni appaiono in contraddizione con le indicazioni della Commissione Europea e possono indebolire la credibilità di politiche protezionistiche fondate su basi scientifiche. Le misure adottate in alcuni paesi nei confronti dei campi elettromagnetici ne forniscono un esempio.

IL PRINCIPIO DI PRECAUZIONE

Il principio di precauzione, formulato per la prima volta agli inizi degli anni '70, è diventato uno degli elementi fondanti delle moderne politiche sanitarie ed ambientali.

Sebbene radicato nel diritto internazionale, in particolare nei trattati istitutivi dell'Unione Europea, il principio ha probabilmente acquistato particolare visibilità solo dopo la Conferenza delle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo svoltasi a Rio de Janeiro nel 1992, il cui documento finale è noto come "Dichiarazione di Rio"¹. In questi ultimi anni, il principio è stato progressivamente incorporato anche nelle legislazioni nazionali.

Sebbene esso appaia a prima vista ovvio, la sua messa in pratica presenta molte difficoltà, in parte legate alla sua stessa definizione. In molti dei documenti in cui è richiamato, il principio non è definito affatto, ed è assunto quindi come una sorta di "concetto primitivo". In altre circostanze è definito implicitamente, come nella già citata dichiarazione di Rio, il cui art.15 recita: *"Al fine di proteggere l'ambiente, l'approccio cautelativo deve essere largamente applicato dagli stati secondo le loro capacità. Quando vi sono minacce di danni seri o irreversibili, la mancanza di conoscenze scientifiche complete non deve essere usata come un motivo per rimandare misure economicamente efficaci per prevenire il degrado dell'ambiente"*.

Sono state individuate, nel diritto internazionale, almeno una dozzina di definizioni diverse del principio di precauzione, tra esplicite e implicite: alcune sono particolarmente stringenti ("hard"), altre meno ("soft"). La dichiarazione di Rio è annoverata tra le prime, al punto da non essere stata accettata da alcuni stati mentre altri l'hanno ammorbidita, ad esempio cambiando la dizione "danni seri o

irreversibili" in "danni seri e irreversibili": una modifica apparentemente marginale, ma che ne limita notevolmente il campo di applicazione.

In questo contesto, assumono particolare importanza due documenti della Commissione dell'Unione Europea (CE). Il primo², emanato nel 1998 dalla Direzione Generale XXIV (Diritti dei consumatori e protezione della loro salute) definisce formalmente il principio di precauzione come *"un approccio alla gestione del rischio che si applica in circostanze di incertezza scientifica e che riflette l'esigenza di intraprendere delle azioni a fronte di un rischio potenzialmente serio senza attendere i risultati della ricerca scientifica"*.

E' immediato constatare che, tanto nell'enunciato della Dichiarazione di Rio quanto in quello della CE, la pratica applicazione del principio è impossibile o, cosa forse peggiore, si presta ad arbitrarità. L'incertezza è infatti intrinseca alla scienza, ed il principio dovrebbe quindi applicarsi sempre, per qualunque agente, indipendentemente dai dati della ricerca. In base agli stessi argomenti, si può addirittura cogliere una contraddizione interna nella definizione della CE, perché i risultati attesi della ricerca, qualunque essi siano, non possono non essere affetti anch'essi da un certo grado di incertezza.

In realtà, i documenti della CE sono stati prodotti proprio per far fronte a queste difficoltà e si presentano come vere e proprie linee guida per l'applicazione del principio. Sia il primo, già citato, che il secondo³, emanato nel 2000 sotto forma di una comunicazione della Commissione, enunciano una serie di criteri (a loro volta definiti come "principi"). Sebbene leggermente diversi nella formulazione, i criteri sono sostanzialmente analoghi e

richiedono che le misure adottate in nome del principio siano:

- proporzionate al livello di protezione scelto;
- non discriminatorie nella loro applicazione;
- coerenti con provvedimenti similari già adottati;
- basate su un esame dei costi e dei benefici potenziali dell'azione o dell'assenza di azione;
- oggetto di revisione alla luce dei nuovi dati scientifici;
- in grado di definire responsabilità ai fini della produzione dei riscontri scientifici necessari per una valutazione più completa del rischio.

La Comunicazione della Commissione premette a questi criteri una condizione pregiudiziale, per prevenire quell'arbitrarietà a cui si è accennato: *"Il ricorso al principio di precauzione presuppone l'identificazione di effetti potenzialmente negativi che derivino da un fenomeno, da un prodotto o da una procedura, nonché una valutazione scientifica del rischio"*.

Conditio sine qua non perché, secondo la Commissione, il principio venga invocato è dunque che un potenziale danno alla salute o all'ambiente sia stato chiaramente identificato nella sua natura, anche se con incertezze sull'entità dei rischi ipotizzati e sull'effettivo nesso causale.

Questo chiarimento, fondamentale dal punto di vista metodologico, risolve solo parzialmente il problema. La letteratura epidemiologica abbonda infatti di studi "esplorativi" che segnalano associazioni statistiche tutte da verificare sul piano eziologico; la letteratura medica riporta innumerevoli "case reports" interpretabili come primo segnale di un problema sanitario che potrebbe poi rivelarsi infondato; la letteratura biologica fornisce continue evidenze di effetti biologici che potrebbero, ma non sempre, implicare un rischio per la salute.

Il principio di precauzione crea quindi una situazione di conflitto con il metodo scientifico, che può essere superata solo rispondendo a due cruciali domande:

Quale grado di evidenza scientifica è necessario perché un rischio sanitario o ambientale possa dirsi "identificato"? e, di converso:

Quanta mancanza di evidenza scientifica (considerato che la scienza non può per principio dimostrare l'assenza di un effetto) è necessaria perché un agente, un fenomeno o un'attività umana possano essere considerati "innocui"?

Le due domande sono solo apparentemente speculari. Mentre infatti solidi studi positivi (nel senso che indicano un effetto) possono fornire la "prova di pericolosità", nessuno studio negativo, per quanto ampio e solido, può fornire la "prova di innocuità". Significativo in proposito è il fatto che la classificazione dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro (IARC) preveda, ad un estremo, la categoria delle sostanze "cancerogene", ma all'altro non vada oltre la definizione di "probabilmente non cancerogene"⁴.

La parola "innocuo" dovrebbe quindi, a rigore, scomparire dal dizionario; il problema che si pone è stabilire quanta evidenza scientifica negativa (nel senso sopra indicato) deve accumularsi perché qualcosa corrisponda a ciò che, nel parlare e nel sentire comune, viene considerato come "innocuo".

La risposta non è univoca, perché è soggettivo non solo il concetto di innocuità, ma anche la percezione dei rischi, influenzata da fattori psicologici spesso più che dalle conoscenze scientifiche oggettive.

Tutto ciò rende difficili, al limite dell'ingestibilità, molti problemi sanitari ed ambientali; tra i molti esempi, è significativo quello dei campi elettromagnetici. Il dibattito si protrae da anni ed ha portato anche a scelte politiche profondamente diverse in diversi paesi, senza peraltro che ciò mettesse fine a preoccupazioni e polemiche.

IL PROBLEMA DEI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Di fronte al moltiplicarsi di sorgenti di campi elettromagnetici nell'ambiente, sono stati conati termini come "inquinamento elettromagnetico" o "elettrosmog". Queste espressioni, di facile presa giornalistica, alimentano pericolosi equivoci e favoriscono ulteriormente le già consistenti paure e le polemiche che si sono create attorno al fenomeno.

Esse danno infatti a priori una connotazione negativa al problema e nello stesso tempo inducono a considerare indistintamente, ed a porre sullo stesso piano, campi elettromagnetici di caratteristiche completamente diverse. I meccanismi di interazione con la materia in generale e con quella biologica in particolare dipendono infatti dall'intensità, dalla polarizzazione,

dalla forma d'onda, dal profilo temporale dei campi e, soprattutto, dalla loro frequenza.

A rigore, quindi, i possibili effetti sulla salute dovrebbero essere studiati in relazione a ogni singola sorgente e alle specifiche modalità di esposizione. In realtà, a fini pratici, l'intero spettro dei campi elettromagnetici cosiddetti non ionizzanti (cioè i cui quanti di energia sono insufficienti per provocare la ionizzazione della materia) viene convenzionalmente suddiviso in diverse regioni, all'interno di ciascuna delle quali alcuni meccanismi sono prevalenti sugli altri e, di conseguenza, gli effetti biologici e sanitari sono sostanzialmente gli stessi.

Il numero di sorgenti di campi elettromagnetici è virtualmente infinito ed il continuo sviluppo di nuove tecnologie ha portato ad utilizzare quasi completamente lo spettro elettromagnetico. Limitandoci però, per esigenze di spazio, a quelle sorgenti che possono dar luogo ad esposizioni apprezzabili della popolazione generale, possiamo concentrare l'attenzione su due grandi settori: le frequenze estremamente basse o ELF (*extremely low frequencies*) e le radiofrequenze e microonde o RF/MW (*radiofrequency/microwaves*). Le prime sono essenzialmente confinate, dal punto di vista delle applicazioni, alla frequenza industriale (50 Hz in quasi tutto il mondo, 60 Hz nel Nord America) che è utilizzata per la produzione, il trasporto e l'utilizzo della corrente elettrica; le seconde sono generate – sempre per quanto riguarda gli ambienti di vita – soprattutto dai sistemi di diffusione radiotelevisiva e di telecomunicazione.

Nel corso di oltre cinquant'anni di studi, sono stati individuati chiaramente dei meccanismi di interazione con il corpo umano che, a livello macroscopico, si traducono nell'induzione di correnti e campi elettrici interni. A frequenze estremamente basse l'effetto biologico fondamentale che ne consegue è la stimolazione di tessuti elettricamente eccitabili, mentre a frequenze più alte l'energia elettromagnetica assorbita dal corpo viene dissipata sotto forma di calore dando luogo ad una serie di effetti che sono legati all'aumento generale o locale della temperatura corporea piuttosto che ai campi elettromagnetici in sé, e sono pertanto chiamati "effetti termici".

Gli effetti di entrambe le categorie sono di tipo acuto, cioè si presentano come risposta diretta ed immediata all'esposizione. Inoltre, si manifestano solo al di sopra di determinati valori "di soglia" dell'intensità del campo

elettrico o magnetico. Sulla base di queste osservazioni, è stato possibile definire dei limiti di esposizione, scientificamente fondati, che si collocano al di sotto dei livelli di soglia.

In realtà, il processo di elaborazione di normative protezionistiche è molto complesso, tenendo conto di numerosi fattori qui non considerati. Alcune organizzazioni internazionali hanno prodotto delle linee guida per agevolare questo processo; la più accreditata tra queste organizzazioni è la Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni non Ionizzanti (ICNIRP).

Attorno alle raccomandazioni dell'ICNIRP⁵ si registra un vasto consenso: in circa 20 paesi queste sono state adottate come normative nazionali, mentre la Commissione Europea ha emanato nel 1999 una raccomandazione⁶ affinché anche i propri stati membri vi si uniformino.

Grazie all'introduzione di consistenti fattori di riduzione cautelativi, le linee guida dell'ICNIRP garantiscono un'adeguata protezione dagli effetti acuti che, come si ripete, sono gli unici chiaramente identificati dalla ricerca. Tuttavia, nell'opinione pubblica sono andate progressivamente crescendo preoccupazioni legate alla possibilità di effetti a lungo termine in conseguenza di esposizioni croniche a campi di intensità anche molto inferiori ai limiti di esposizione.

Queste preoccupazioni originano da alcuni studi epidemiologici che, a partire dalla fine degli anni '70, hanno segnalato una possibile associazione tra l'esposizione a campi magnetici a frequenza industriale e lo sviluppo di tumori infantili, in particolare di leucemie. I risultati delle ricerche sono stati contraddittori e contrastanti, al punto che ancora oggi il dibattito sull'esistenza o meno di un rischio cancerogeno è aperto. Gli studi più recenti tendono a ridimensionare sia la credibilità di una relazione di causa ed effetto come interpretazione dei dati epidemiologici, sia l'entità dell'eventuale rischio sanitario. Tuttavia, un'analisi globale della letteratura epidemiologica indica ancora alcune correlazioni statistiche che non possono essere ignorate.

In un dibattito che, come già accennato, è tuttora assai vivo, il giudizio più autorevole è quello di un gruppo internazionale di esperti convocato dal National Institute of Environmental Health Sciences (NIEHS)⁷ degli Stati Uniti che nel 1998 ha definito i campi magnetici ELF come "possibili" cancerogeni, una classificazione

corrispondente al gruppo 2B della codifica della IARC.

Se questo giudizio non assolutorio e le evidenze epidemiologiche a cui si è fatto cenno possono giustificare delle preoccupazioni per le possibili esposizioni a campi magnetici a bassa frequenza ed in particolare per la presenza di elettrodotti nella vicinanza di case, scuole e altri ambienti abitativi, ben diverse sono le indicazioni scientifiche relative ai campi ad alta frequenza. Per questi ultimi, infatti, i dati di una letteratura ancora più vasta di quella relativa ai campi ELF non giustificano l'ipotesi di effetti a lungo termine. Al contrario, approfondite rassegne critiche degli studi biologici ed epidemiologici depongono consistentemente a sfavore di tale ipotesi.

Significativo in proposito è il giudizio dell'Organizzazione Mondiale della Sanità⁸, secondo la quale *"una revisione dei dati scientifici svolta dall'OMS nell'ambito del Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici ha concluso che, sulla base della letteratura attuale, non c'è nessuna evidenza convincente che l'esposizione a campi a radiofrequenza abbrevi la durata della vita umana, né che induca o favorisca il cancro"*.

Le preoccupazioni per gli effetti dei campi ad alta frequenza sembrano quindi dovute soprattutto a un'arbitraria estrapolazione delle indicazioni relative ai campi ELF, favorita da quella confusione sull'inquinamento elettromagnetico di cui si è già discusso in precedenza.

POLITICHE SANITARIE PER I CAMPI ELETTROMAGNETICI

Anche se le evidenze scientifiche sono labili o addirittura inesistenti, le preoccupazioni del pubblico, amplificate da un'informazione spesso distorta, continuano ad aumentare, portando a una crescente richiesta di precauzione nei confronti dei campi elettromagnetici, di qualunque origine e natura.

Questa richiesta ha trovato, particolarmente in Italia, risposte in ambito politico. Il nostro paese è stato infatti l'unico ad opporsi alla già citata raccomandazione dell'Unione Europea ed ha avviato l'elaborazione di normative che sono completamente difformi, non solo nei valori dei limiti ma nello stesso impianto generale,

dalle raccomandazioni internazionali e dalla maggior parte delle normative di altre nazioni.

Più in particolare, l'Italia ha emanato nel 1998⁹ un decreto interministeriale che fissa limiti di esposizione per i campi elettromagnetici a radiofrequenze e microonde; è attualmente in discussione una legge quadro che fisserà principi generali e assegnazioni di responsabilità ed a questa seguirà l'emanazione di altri decreti – già resi noti in bozza – per la regolamentazione dei campi a bassa frequenza e dell'esposizione in ambienti di lavoro. Tutti questi decreti fissano di fatto limiti di esposizione (anche se chiamati diversamente) molto più bassi di quelli raccomandati internazionalmente.

Recentemente, anche la Svizzera¹⁰ ha emanato un'ordinanza che, sebbene differisca dalle norme italiane per diversi aspetti qualificanti, prevede anch'essa limiti particolarmente restrittivi. Le normative di entrambi i paesi sono dichiaratamente motivate da un atteggiamento di cautela verso possibili effetti a lungo termine, ma in nessuna di esse si cita esplicitamente il principio di precauzione. È interessante comunque analizzare in quale misura i criteri di applicazione di questo principio siano stati rispettati.

Si può in primo luogo osservare che entrambi i paesi sembrano adottare un identico atteggiamento, e quindi uno stesso grado di cautela, nei confronti dei campi a bassa e ad alta frequenza, nonostante la profonda differenza delle indicazioni scientifiche.

Nel caso dei campi magnetici a frequenza industriale, si è già visto che un rischio sanitario – quello di leucemia infantile – è stato chiaramente identificato ed il ricorso al principio di precauzione è quindi giustificato. Il passo successivo è la scelta del grado di cautela (e quindi dei provvedimenti) da adottare: questo è un problema eminentemente politico, ma che non può prescindere completamente dai dati scientifici.

Per poter valutare l'efficacia di determinate misure occorre infatti conoscere quale riduzione del detrimento sanitario queste comportino in rapporto alla corrispondente riduzione dell'esposizione. Ciò richiede a sua volta la conoscenza di una relazione dose-risposta, di cui però i dati scientifici non forniscono alcuna indicazione. In mancanza di questo dato, non è possibile nessuna analisi costi-benefici e quindi

nessuna valutazione comparativa tra diverse opzioni.

E' invece possibile, sulla base dei dati disponibili e di alcune ipotesi cautelative, una stima "puntuale" dei costi e dei benefici di provvedimenti che si è deciso di adottare senza un'analisi preventiva. Il decreto italiano per la protezione della popolazione dai campi magnetici a frequenza industriale - non ancora emanato ma i cui contenuti sono stati ufficialmente resi noti - prevede un cosiddetto "obiettivo di qualità" di 0,2 microtesla. Stime dell'Istituto Superiore di Sanità¹¹ indicano nell'ordine dell'unità, sull'intero territorio nazionale, il numero di casi annui di leucemia infantile attribuibili alle linee ad alta tensione per effetto di esposizioni al di sopra di tale valore, qualora i campi fossero effettivamente cancerogeni. Stime enomiche anch'esse rese note¹² valutano in decine di migliaia di miliardi di lire il costo delle azioni di risanamento necessarie per ridurre le esposizioni (limitatamente agli elettrodotti) al di sotto di 0,5 microtesla, mentre i costi per il raggiungimento dell'obiettivo di qualità sarebbero molto superiori. Giudicare se queste misure siano proporzionate al rischio, coerenti con quelle adottate in altri settori e compatibili con le risorse del Paese è compito esclusivo della politica.

Nel caso dei campi a radiofrequenza e microonde, si è già sottolineato come la ricerca non abbia fornito alcuna indicazione convincente di effetti a lungo termine; non è quindi neppure chiaro quale tipo di rischio (cancerogeno o di altra natura) eventuali misure di precauzione dovrebbero prevenire. Il ricorso stesso al principio di precauzione è perciò, almeno dal punto di vista dell'Unione Europea, arbitrario. A maggior ragione non è

stimabile, nemmeno come ordine di grandezza, il beneficio sanitario che i limiti restrittivi adottati dall'Italia e dalla Svizzera potrebbero comportare.

Tutto ciò giustifica le critiche che, in campo internazionale, sono state mosse al nostro paese e alla Svizzera¹³. E' bene sottolineare che queste critiche non sono riferite alla scelta di un atteggiamento prudenziale in sé, ma piuttosto all'emanazione di norme che si pretende di motivare su basi scientifiche.

Significativo appare a questo riguardo il giudizio dell'Organizzazione Mondiale della Sanità¹⁴, secondo la quale "un presupposto di principio è che le politiche cautelative siano adottate a condizione che le valutazioni scientifiche di rischio ed i limiti di esposizione fondati su basi scientifiche non vengano minati dall'adozione di approcci cautelativi arbitrari. Ciò si verificherebbe, ad esempio, se i limiti fossero abbassati fino a livelli che non hanno relazione con rischi sanitari identificati o che siano frutto di correzioni improprie e arbitrarie dei limiti per tener conto delle incertezze scientifiche".

In conclusione, l'adozione di un atteggiamento di cautela nella protezione della salute è una scelta politica, certamente condivisibile come principio guida. Tuttavia, l'adozione di concrete misure di precauzione che non siano giustificabili dal punto di vista logico e scientifico, mentre non riduce le preoccupazioni dei cittadini (come l'esperienza sembra indicare), dall'altro minaccia la credibilità delle autorità politiche e della ricerca.

Il principio di precauzione è comunque ormai profondamente radicato nelle politiche ambientali e sanitarie, ed il suo valore etico è indiscutibile; conciliare scienza e precauzione è una sfida a cui non ci si potrà sottrarre.

BIBLIOGRAFIA

1. World Charter for Nature, UN GA RES 37/7; Rio Declaration on Environment and Development, June 13, 1992, U.N. Doc. /CONF.151/5/Rev.1, reprinted in 31 I.L.M. 876-879 (1992).
2. Guidelines on the application of the precautionary principle. HB/hb d (98). 17/10/98. DG XXIV, European Commission.
3. Communication from the Commission on the precautionary principle. COM (2000) 1. 02/02/00. Commission of the European Communities.
4. I criteri di classificazione dell'Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro, così come l'elenco completo degli agenti classificati, sono disponibili sul sito della IARC: www.iarc.fr
5. ICNIRP (1998). Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys.* 74:494-522. (Il documento è anche disponibile sul sito dell'ICNIRP: <http://www.icnirp.de>)
6. Unione Europea (1999). Raccomandazione del Consiglio sulla limitazione dell'esposizione del pubblico generale a campi elettromagnetici (da 0 Hz a 300 GHz). *Gazzetta Ufficiale delle Comunità Europee* 30.7.1999, pp. L 199/59 - L 199/71.

7. Portier C.J., Wolfe M.S. (1998). Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields. NIEHS, Research Triangle Park, NC, USA. (Il rapporto è disponibile sul sito del NIEHS: www.niehs.nih.gov/emfrapid/home.htm)
8. OMS (1998). *Campi elettromagnetici e salute pubblica. Effetti sanitari dei campi a radiofrequenza*. Promemoria n. 183 (Disponibile sul sito Internet del Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici dell'Organizzazione Mondiale della Sanità: www.who.int/peh-emf).
9. Decreto Ministero dell'Ambiente 10 settembre 1998, N. 381. *Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana*. G.U. Serie generale n. 257 del 3.11.1998.
10. Svizzera (2000). *Ordinanza sulla protezione dalle radiazioni non ionizzanti del 23 dicembre 1999*. (Disponibile sul sito Internet: www.admin.ch/ch/i/rs/814_710/index.html)
11. Petrini C., Polichetti A., Vecchia P. (1995). Campi magnetici e tumori: elementi per le valutazioni di rischio nella realtà italiana. In: Atti del XXVIII Congresso Nazionale AIRP, Taormina, ottobre 1993, pp. 321-326.
12. TASK (2000). *Verifica di congruità dei costi di risanamento derivanti dall'applicazione della "Bozza dello schema di decreto relativo ai limiti di esposizione, ai valori di attenzione e agli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze o da impianti fissi non contemplate dal D.M. 381/98" agli impianti ENEL S.p.A. (28 febbraio 2000)*.
13. Foster K.R., Vecchia P., Repacholi M.H. (2000). Science and the precautionary principle. *Science* 288:979-981.
14. OMS (2000). *Campi elettromagnetici e salute pubblica - Politiche cautelative*. Promemoria Marzo 2000. (Disponibile sul sito Internet del Progetto Internazionale Campi Elettromagnetici dell'Organizzazione Mondiale della Sanità: www.who.int/peh-emf).

PAOLO VECCHIA

Laureato in Fisica, dirige il settore Radiazioni non Ionizzanti del Laboratorio di Fisica dell'Istituto Superiore di Sanità. Ha svolto ricerche in diversi settori del bioelettromagnetismo, dalla dosimetria teorica a studi di laboratorio ed indagini epidemiologiche. Più recentemente, si è occupato di analisi di rischio per i campi elettromagnetici e delle relative implicazioni di politica sanitaria. E' attualmente Presidente dell'Associazione Europea di Bioelettromagnetismo (EBEA), Membro della Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti (ICNIRP) e Membro del Consiglio Scientifico Consultivo del Progetto Internazionale CEM dell'Organizzazione Mondiale della Sanità.

Contatti:

Ist. Superiore di Sanità Laboratorio di Fisica V.le Regina Elena 299 00161 Roma
tel 06.4990.2857 fax 06.4938.7075 E-mail vecchia@iss.infn.it