

Indice

1.	Come funziona il telefono cellulare?	pag. 4
2.	Le caratteristiche fisiche delle onde elettromagnetiche utilizzate per la telefonia mobile	pag. 8
3.	Esiste una differenza tra le emissioni di un telefono cellulare e quelle di una stazione radio base?	pag. 11
4.	Alcune regole di comportamento per chi usa il cellulare.....	pag. 13
5.	Gli effetti biologici delle onde elettromagnetiche	pag. 15
6.	Valori limite per l'esposizione ai campi elettromagnetici.....	pag. 21
7.	Come è la situazione in Alto Adige?.....	pag. 24
8.	Il catasto delle sorgenti fisse dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici	pag. 26
9.	Come richiedere una misurazione ed a chi rivolgersi per ulteriori informazioni?	pag. 27



Si ringraziano per i preziosi consigli:

Dott. G. D'Amore. – ARPA Piemonte - Dipartimento Ivrea, via Jervis 30 - Ivrea.

Dott. M. Grandolfo - Laboratorio di Fisica – Istituto Superiore di Sanità, V.le Regina Elena 299 – ROMA

Ing. G. A. Lovisolo – Laboratorio bioelettromagnetico, sezione di tossicologia e scienze biomediche, unità di biotecnologia, Centro di ricerca ENEA, Casaccia (ROMA)

Dott. G. Macaccaro – Azienda sanitaria di Bolzano – Servizio multizonale di medicina del lavoro – Via del Ronco - BOLZANO

IMPRESSUM

- Edizione:** Provincia Autonoma di Bolzano - Alto Adige - Assessorato alla sanità ed al servizio sociale
- Ufficio Igiene e Salute Pubblica - assieme all'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente e la tutela del lavoro - Laboratorio di chimica fisica
- Testi:** Dr. Luigi Minach - direttore Laboratorio di chimica fisica dell'Agenzia provinciale per la protezione dell'ambiente e la tutela del lavoro
Dr. Giulia Morosetti - direttrice reggente dell'ufficio provinciale per l'igiene e salute pubblica
- Traduzione:** Dr. Alberto Clò - Bolzano
- Grafica:** Casanova - Agenzia di Pubblicità e comunicazione - Bolzano
- Stampa:** Tipografia -2002



Premessa

Moltissimi agenti chimici, biologici e fisici presenti nell'ambiente, naturali o prodotti dall'attività umana possono influire sulla salubrità dell'ambiente e quindi sulla salute umana.

Conoscere, individuare accertare e controllare questi fattori è altrettanto importante quanto la valutazione della loro azione sull'organismo umano come l'indicazione di misure idonee alla eliminazione o alla riduzione del rischio.

Uno di questi fattori sono le onde elettromagnetiche a cui oggi veniamo esposti in modo costante anche a causa della globalizzazione e della rivoluzione progressiva del mondo della comunicazione e della tecnologia.

La presente pubblicazione curata in comune dall'Assessorato provinciale alla sanità e servizio sociale e dall'Assessorato provinciale per l'ambiente, l'energia, l'urbanistica ed informatica intende fornire informazioni generali sulla telefonia mobile e dare al cittadino a riguardo delle indicazioni sulle regole comportamentali e le misure più idonee per convivere con questa realtà che ormai fa parte della vita quotidiana della maggior parte di noi.

L'Assessore alla sanità ed al servizio sociale

Dr. Otto Saurer



L'Assessore per la natura e l'ambiente,
urbanistica, acque pubbliche e energia

Dr. Michl Laimer



1. Come funziona il telefono cellulare?

Come tutti sanno, il telefono cellulare negli ultimi anni ha avuto una diffusione sempre maggiore, e il fatto di permetterci di telefonare ovunque e in qualsiasi momento, o di essere sempre reperibili, ne ha fatto l'apparecchio elettronico di gran lunga preferito dai consumatori. Inoltre i progressi tecnologici più recenti e le possibilità applicative sempre maggiori che il cellulare è ormai in grado di offrire, lasciano presagire un ulteriore incremento del suo utilizzo.



1.1 Il telefono cellulare – la stazione radio base

I telefoni cellulari sono delle piccole ricetrasmittenti manuali a bassa potenza (circa 250 mWatt – 2 Watt) che funzionano grazie ad un segnale trasmesso non da un apparecchio all'altro, bensì tramite delle stazioni di ricezione e trasmissione fisse, le cosiddette stazioni radio base. Tra queste e il cellulare il collegamento è assicurato da onde elettromagnetiche (spiegazione vedi di seguito). Il campo di copertura di una stazione radio base è denominato cella di trasmissione.

1.2 La rete della telefonia mobile ha una struttura cellulare

Una rete per la telefonia mobile suddivide il territorio da coprire (un'area urbana o una zona rurale) in una serie di celle di trasmissione. Ogni cella è servita da una cosiddetta stazione radio base. La stazione radio base è costituita di regola da diverse antenne di trasmissione e



ricezione, solitamente montate su tetti di edifici, piloni per l'illuminazione, tralicci o quant'altro (vedi la fig.1). A loro volta, le stazioni radio base sono collegate tra loro e con le centrali di smistamento tramite cavo, via radio o con fibre ottiche, analogamente a quanto avviene per la rete telefonica fissa.



Fig 1) Stazioni di radiobase per la telefonia mobile. Sono costituite di regola da diverse antenne di trasmissione e ricezione, solitamente montate su tetti di edifici, piloni per l'illuminazione, tralicci o quant'altro.

1.3 Dimensioni e numero di celle

Le dimensioni di ciascuna cella - vale a dire la proporzione di superficie del territorio servito - dipende essenzialmente dal numero previsto di utenti telefonici. Infatti ogni stazione radio base non può servire contemporaneamente più di un certo numero di telefonate. Di solito, una stazione base è dotata di tre antenne, ciascuna delle quali riesce a gestire contemporaneamente una quarantina di chiamate. Non appena le telefonate eseguite superano questa soglia, occorre installare altre stazioni radio base, suddividendo la cella originaria. Ecco perché il numero complessivo delle stazioni radio base sta aumentando costantemente. Nelle aree urbane, il raggio di azione medio di una cella è di poche centinaia di metri, mentre nelle zone rurali, dato il numero minore di chiamate contemporanee da gestire, si possono installare stazioni radio base anche con un raggio d'azione molto maggiore (da 2 a 10 chilometri).

1.4 La trasmissione del segnale

Per la trasmissione delle telefonate si utilizza un segnale analogico o digitale. Nell'analogico



(sistema iniziale, ormai sempre meno diffuso) la variazione del segnale (voce umana) viene riprodotta tramite una analoga variazione del segnale trasmesso p. es. tramite la modulazione in frequenza: la frequenza dell'onda portante varia lievemente in funzione del ritmo della voce (sistema TACS total access communications system). Nella trasmissione digitale, invece, il suono della voce è trasformato e trasmesso sotto forma di successioni numeriche di segnali zero e uno (sistema GSM a 900 o 1800 MHz, global system for mobile communications). Si tratta di uno standard uguale per tutte le reti di telefonia mobile del continente europeo.

Inoltre esistono anche apparecchi da rete fissa senza filo (cordless) che si basano sullo stesso principio di funzionamento della telefonia cellulare, a bassa potenza, realizzati per la casa, p.es. il sistema DECT (digital encoded cordless telecommunication system). All'aperto possono raggiungere una portata di circa 200-300 metri. In futuro, poi, entrerà in funzione l'UMTS (universal mobile telephone system), un sistema che permetterà la trasmissione di informazioni e dati più complessi.

Ciascun cellulare (GSM o TACS) quando è acceso (in stand-by) invia ad intervalli prestabiliti (o quando passa da una cella all'altra) un codice di riconoscimento, in modo che il calcolatore centrale sappia costantemente in quale cella si trova un determinato utente. Perciò ogni chiamata viene inoltrata automaticamente alla cella giusta e, da questa, al cellulare del destinatario. Se l'utente si allontana dalla cella originaria, la centrale di smistamento inoltra automaticamente la chiamata alla stazione radio base successiva, senza interrompere il collegamento. Il sistema è concepito in modo da scegliere sempre la stazione radio base che in quel momento e in quel luogo presenta la migliore ricezione (intensità del segnale).

Per fare in modo che una cella di trasmissione possa gestire il massimo numero di chiamate contemporaneamente, i segnali trasmessi devono essere distinguibili l'uno dall'altro, e a tale scopo si utilizzano due procedure diverse, ovvero una combinazione tra le due nel sistema digitale:

- a) La prima è quella di assegnare a ciascuna chiamata una frequenza portante diversa (sistema a multifrequenza). Tuttavia, poiché le frequenze assegnate sono in numero limitato, quest'opportunità si esaurisce abbastanza velocemente, anche se in celle di trasmissione non contigue si possono utilizzare più volte le stesse frequenze per diverse chiamate. In ogni caso la potenza del segnale deve essere adattata alle dimensioni della cella. Infatti se un segnale oltrepassa i confini della propria cella, può interferire con un segnale della stessa frequenza in una cella vicina.



b) Un sistema piú efficace per distinguere i vari segnali è di far sí che tutti i cellulari inviino e captino il segnale con una sfasatura temporale (multiplazione a divisione di tempo). In sostanza, il cellulare trasforma la chiamata in dati digitalizzati, li comprime e li invia alla stazione radio base soltanto per la durata di 0,577 millisecondi (ms). Subito dopo quest'intervallo, il cellulare in questione cessa di inviare e ricevere per un lasso di tempo durante il quale la stazione base inserisce altri 7 invii da 0,577 ms ciascuno, gestendo cosí "quasi" contemporaneamente altre 7 chiamate. Il ciclo completo abbraccia dunque un intervallo di 4,6 ms, ossia di 8 fasi da 0,577 ms ciascuna. Concluso il ciclo, il primo degli otto cellulari può ricollegarsi alla stazione di base e inviare nuovamente il proprio pacchetto di dati, e cosí via. In pratica, ciascun apparecchio mobile trasmette solo ogni 4,6 millisecondi, producendo cosí un segnale "pulsato" con una frequenza di 217 impulsi al secondo (217Hz).



2. Le caratteristiche fisiche delle onde elettromagnetiche utilizzate per la telefonia mobile.

Per le telecomunicazioni, e quindi per la radio e la televisione, come anche per la telefonia mobile, si utilizzano cosiddette onde elettromagnetiche ad alta frequenza che presentano alcune caratteristiche fisiche particolari, di cui alcune più importanti sono riassunte di seguito.

2.1 Alcune caratteristiche dei campi elettromagnetici ad alta frequenza

- Il fascio di radiazione può essere direzionale in analogia al cono di luce di un faro.
- I valori del campo elettromagnetico diminuiscono rapidamente con la distanza dall'antenna (per il campo lontano in funzione di $1/\text{distanza}$): Es. a una distanza dall'antenna 10 volte superiore il campo elettromagnetico è solo $1/10$ del valore originale. (Tab. 1.)

distanza in m	campo elettrico V/m
10	10
50	2
100	1
200	0,5

Tabella 1.

- La radiazione viene fortemente attenuata da molti materiali da costruzione.
- La proprietà di penetrazione nel corpo umano diminuisce con l'aumentare della frequenza.
- Dei fogli metallici sono sufficienti per schermare completamente la radiazione.

Perciò, riguardo alle considerazioni in oggetto, una caratteristica molto importante delle



radiazioni ad alta frequenza è di poter essere emesse in un'unica direzione, analogamente al fascio di luce di una torcia elettrica. Tecnicamente, questa circostanza ha una rilevanza notevole, poiché utilizzando antenne idonee si può fare in modo di inviare e ricevere il segnale soltanto in direzioni prestabilite, sfruttando le cosiddette caratteristiche di radiazione dell'antenna.

2.2 Le caratteristiche di radiazione dell'antenna

Per ottenere una copertura mirata, nelle telecomunicazioni si utilizzano antenne speciali il cui fascio di radiazione ha uno specifico angolo d'emissione orizzontale e verticale, col risultato che queste antenne non inviano il segnale uniformemente a 360 gradi, ma quasi tutta l'intensità viene trasmessa in una direzione soltanto. In questo modo si evita di disperdere inutilmente energia verso luoghi in cui non ci sono utenti. In prima approssimazione ci si può immaginare la radiazione emessa dall'antenna simile al fascio di luce emesso da una torcia elettrica che parte dall'antenna e si propaga espandendosi in funzione della distanza, ma perdendo gradualmente d'intensità.

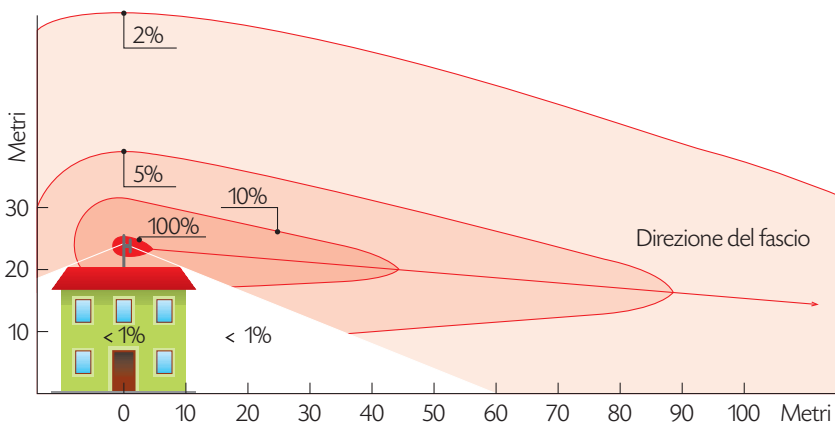


Fig. 2.) Fascio di radiazione emesso da un'antenna di telefonia mobile. Il grafico riporta approssimativamente la distribuzione percentuale dell'intensità di campo prodotta da un'antenna montata sul tetto di un edificio. Di regola, anche nella direzione del fascio non si supera la soglia preventiva di legge (6 V/m) a partire da una distanza di 30 - 40 metri dall'antenna. La casa che ospita le antenne ha un'esposizione minima.

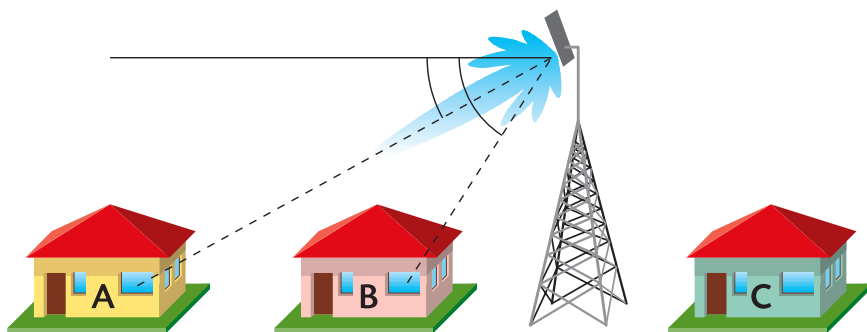


Fig. 3) Radiazioni emesse da un'antenna. Con l'aumentare della distanza dalla stazione radio base cala l'esposizione alle onde elettromagnetiche. Tuttavia, benché l'edificio A si trovi ad una distanza maggiore dalla stazione, la sua esposizione alle onde elettromagnetiche risulta maggiore, poiché è ubicato in corrispondenza della direzione di massimo irraggiamento. Anche in questa posizione, il campo a partire da una distanza di 30-40 metri dall'antenna non supera quasi mai la soglia preventiva di 6 V/m che la legge italiana stabilisce. L'edificio C, posto dietro all'antenna trasmittente, non è interessato dalle radiazioni.

Di conseguenza per potere valutare l'esposizione della popolazione che risiede in vicinanza di un'antenna, più importante della distanza, è conoscere la direzione di radiazione dell'antenna. Infatti anche nel caso di un edificio che si trovi direttamente a ridosso di una stazione radio base, ma ubicato al di fuori del fascio di radiazione, è possibile avere un'esposizione alle radiazioni elettromagnetiche praticamente nulla, e lo stesso principio vale per l'edificio su cui è installata l'antenna, poiché la radiazione verso il basso è minima. Vedi in proposito la figura 2. e 3.

In conclusione: La sola distanza da una stazione radio base, senza la conoscenza della direzione di radiazione dell'antenna, non permette alcuna valutazione riguardo all'esposizione delle persone residenti in vicinanza! Perciò si ribadisce espressamente che riguardo all'individuazione di un sito per un impianto di antenne la legislazione non prevede delle distanze minime fisse dalle case. La distanza di rispetto va invece valutata in base alle informazioni sul tipo di antenna, la potenza emessa e la direzione di radiazione prevista. Riguardo ai limiti di legge in vigore vedi di seguito.

3. Esiste una differenza tra le emissioni di un telefono cellulare e di una stazione radio base?

Sia nel telefono cellulare, sia nella stazione radio base, la potenza emessa si regola automaticamente e costantemente sul valore minimo necessario. Poiché la presenza di muri o altri ostacoli ha un effetto schermante sul segnale, telefonando da ambienti chiusi o addirittura sotterranei (cantine, garage ecc.) occorre una potenza di trasmissione molto più elevata che non all'aperto. In entrambi i casi, sia il cellulare che la stazione radio base aumentano la potenza del segnale emesso. Perciò a seconda del luogo in cui si trova chi telefona, l'intensità del segnale emesso tanto dal cellulare quanto dalla stazione radio base fissa varia costantemente. Se nessuno sta telefonando, le radiazioni emesse dalla stazione radio base sono ridotte al minimo. Se per convenzione il telefono cellulare venisse utilizzato solo all'aperto, la potenza emessa dalle stazioni radio base potrebbe essere ridotta notevolmente.

3.1 Il livello di esposizione alle radiazioni dipende da vari fattori

- Dall'intensità del segnale emesso. L'esposizione aumenta in misura direttamente proporzionale alla potenza del segnale.
- Dalla distanza dall'antenna trasmittente. P. es. se raddoppia la distanza, il campo elettrico si riduce alla metà.
- Dal tipo di antenna utilizzata (caratteristica di radiazione dell'antenna). Le antenne utilizzate nelle stazioni radio base emettono un fascio di radiazione direzionale, perciò al di fuori del fascio di radiazione, l'esposizione è molto più bassa. Vedi le fig. 1 e fig. 2.
- Da materiali interposti, murature o tetti in grado di riflettere o schermare la radiazione in arrivo.
- Un ruolo importante può essere giocato anche dalla durata dell'esposizione; più è prolungata, maggiore è l'esposizione (non si conoscono ancora gli effetti).



3.2 Un confronto tra l'esposizione prodotta da una stazione radio base e da un cellulare

- La stazione radio base ha una potenza assai superiore al cellulare.
- In compenso la stazione è ubicata ad una distanza molto maggiore dalle persone, mentre il cellulare si utilizza appoggiandolo direttamente alla testa, sicché l'esposizione per chi sta telefonando è molto maggiore. Data la distanza, la potenza che assorbiamo dalle stazioni radio base è piuttosto esigua, mentre quella che la nostra testa assorbe dal cellulare mentre telefoniamo è decisamente più elevata.
- In vicinanza di una stazione base l'esposizione alle radiazioni interessa omogeneamente tutto il corpo, mentre col cellulare quasi tutta l'esposizione è a carico del cranio (cervello, occhi ecc.).
- L'esposizione che si ha in prossimità di una stazione radio base è variabile, ma quasi costantemente presente. Il cellulare invece emette significativamente solo durante le telefonate.
- All'interno degli edifici, l'intensità del campo elettromagnetico prodotto dalla stazione base è molto più bassa, ma in compenso aumenta quella del segnale emesso dal cellulare (per effetto dell'adeguamento automatico della potenza alle peggiori condizioni di trasmissione negli interni). Telefonare dall'interno di un edificio causa un'esposizione maggiore.



4. Alcune regole di comportamento per chi usa il cellulare

Da quanto fino ad ora discusso, possiamo desumere alcune semplici regole di comportamento per chi usa un telefono cellulare. In generale vale il principio che bisogna cercare di evitare tutte le esposizioni inutili.

- Dato che l'intensità del campo elettromagnetico diminuisce con l'aumentare della distanza, la prima regola da osservare è di tenere per quanto possibile a distanza il cellulare dalla testa, per esempio usando il più possibile l'auricolare. Inoltre estrarre sempre l'antenna del cellulare quando si telefona.
- Convieni non utilizzare il cellulare per lunghe chiacchierate, bensì limitare la durata delle telefonate. Meglio fare telefonate frequenti e brevi piuttosto che lunghe ed almeno per le telefonate di maggiore durata, utilizzare l'auricolare.
- Alternare frequentemente l'orecchio durante la telefonata per distribuire meglio l'eventuale riscaldamento.
- Raccomandare soprattutto ai bambini di fare telefonate brevi, magari preferendo gli SMS (i cosiddetti "messaggini") per i quali le radiazioni del cellulare si riducono ai pochi secondi dell'invio.
- All'interno degli edifici, dato che per via dell'effetto schermante dei muri il segnale si trasmette più difficilmente che all'aperto, il cellulare aumenta automaticamente la propria potenza d'emissione. Pertanto può essere una buona norma telefonare dai luoghi chiusi usando la rete telefonica fissa.
- Acquistando un cellulare nuovo, chiedete informazioni sul livello di emissione dell'apparecchio.
- Rispettare sempre il divieto di utilizzare il cellulare quando è imposto dai regolamenti. A volte, il cellulare in funzione può interferire con apparecchiature vitali, come negli ospedali o negli aerei.



- In provincia di Bolzano, l'uso dei telefoni cellulari negli edifici scolastici è vietato da una delibera provinciale.
- Guidando l'automobile, telefonare sempre col dispositivo viva voce, e comunque solo in caso di assoluta necessità. È dimostrato che quando si telefona guidando un veicolo il rischio di causare incidenti stradali aumenta di tre volte. Peraltro, il pericolo non deriva solo dal fatto di maneggiare il cellulare, ma anche dalla stessa telefonata che distrae dalla guida. Il dispositivo viva voce, non risolve tutti i problemi, poiché diversi studi hanno dimostrato che in caso di pericolo la velocità di reazione e di frenata in un guidatore intento a telefonare è tre volte peggiore rispetto a chi guida con un tasso di alcolemia dello 0,5 per mille (il massimo consentito alla guida è lo 0,5 per mille).

