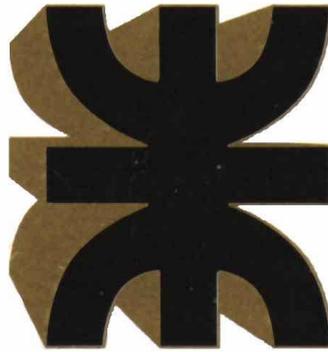


UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA NACIONAL

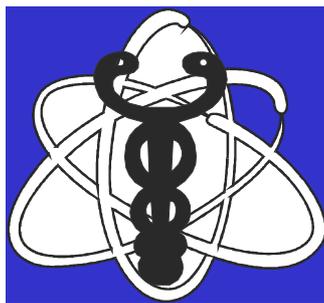
Facultad Regional Bahía Blanca



**EFFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN
ELECTROMAGNÉTICA SOBRE EL
SER HUMANO**

y

Aplicación del Principio Precautorio



G.E.B.I

Grupo de Estudios de Bio-Ingeniería

Villa María Mayo 2007

2º Encuentro Hispano Argentino Ambiental

Qué es la Radiación No Ionizante

- **Radiación Ionizante:** Son las radiaciones que por su frecuencia son capaces de entregar energía a los átomos de las sustancia como para desprender un electrón y de esta manera crear un ión.
- **Radiación No Ionizante:** Son las radiaciones que no poseen la suficiente energía o sea la capacidad de desprender electrones de los átomos

En el caso de las radiaciones ionizantes las obtenemos en la radiaciones por radioactividad, rayos gama, radiación ultra violeta lejana y rayos X, etc.

Estas radiaciones producen alteración de la materia en forma directa produciendo daño genético.

Las radiaciones no ionizantes se encuentran, desde campos de muy baja frecuencia como ser las líneas de distribución de energía, y toda la gama de comunicaciones desde broadcasting de radio difusión de AM y FM, hasta las frecuencias de radar, incluidas las de telefonía celular. Estas producen efectos térmicos por absorción de energía por parte de las diferentes sustancias y en diferentes grados de absorción.

Espectro de Ondas Electromagnéticas

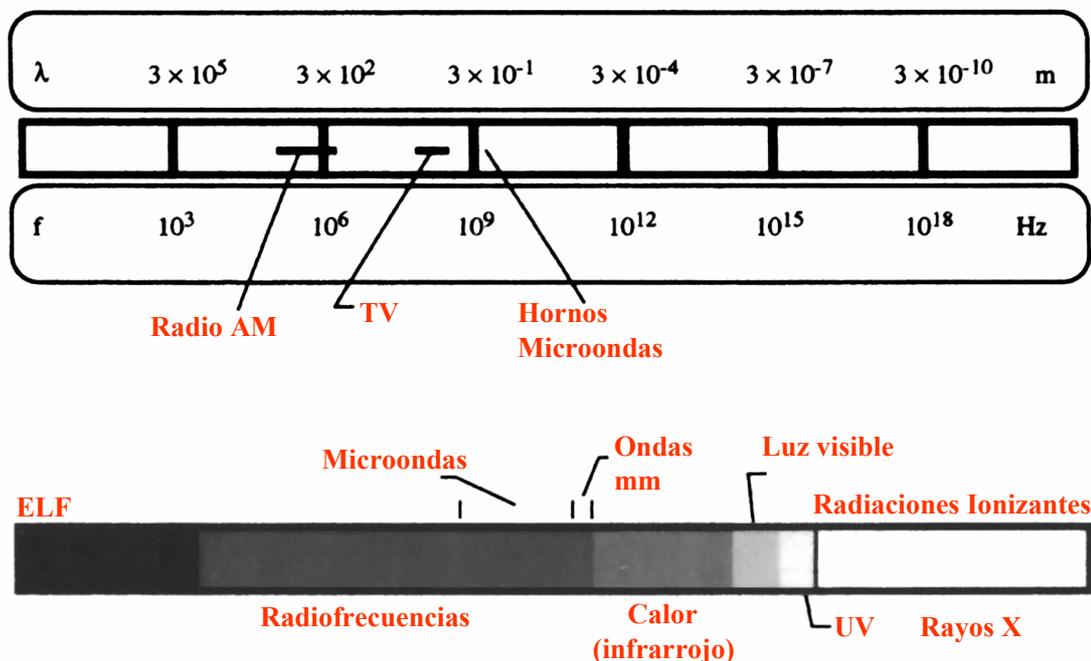


Figura 1

Una fuente de ondas electromagnéticas, en la cual los dos campos varían alternativamente en forma simultánea, interactuará con el material biológico de diferentes formas dependiendo de las veces por segundo en que varían estos campos, es decir la frecuencia de la onda. La frecuencia simplemente describe el número de veces que el campo varía por segundo y está

asociada a la longitud de onda, que describe la distancia que existe entre una onda y la otra. Partiendo de los campos estáticos, o sea cero ciclos por segundo o 0 Hertz (Hz), en general estamos expuestos a un espectro de frecuencias que llegan mas allá de los rayos X, o sea del orden de 100.000.000.000.000 millones de veces por segundo (10^{15} Hz), pasando por el resto de las emisiones como podemos ver en la figura 1.

Además de la longitud de la onda y la frecuencia existe otra característica importante de los campos electromagnéticos que se denomina “cuánto”, que es la asociación de la energía electro-magnética a una partícula. Los cuantos de alta energía están asociados a longitudes de onda pequeñas, es decir, a mayor frecuencia la energía de la onda es mayor y por el contrario las ondas de menor frecuencia tendrán menor energía cuántica.

Este rango de frecuencias son las comprendidas por arriba de los 10^{15} Hz o sea del ultravioleta en adelante. Las segundas, es decir las no ionizantes, pertenecen a las comprendidas entre cero y frecuencias que incluyen la luz visible. Dentro de las no ionizantes están comprendidas aquellas en las cuales los fotones no poseen la energía suficiente para arrancar electrones, y se encuentran en el rango comprendido entre la luz visible y el infrarrojo lejano.

Que produce las radiaciones No ionizantes

- **Efecto Térmico:** Cuando el nivel de potencia sobre un cuerpo o elemento capaz de absorber energía electromagnética, es mayor de $5000\mu\text{W}/\text{cm}^2$ se produce un incremento de temperatura en un lapso corto de tiempo
- **Efecto Biológico:** Cuando la energía electromagnética produce modificaciones a nivel biológico. Niveles $> 0.1 \mu\text{W}/\text{cm}^2$

Dentro de este rango, las ondas producen excitaciones electrónicas que ocasionan efectos fotoquímicos. Por debajo del infrarrojo lejano hasta frecuencias relativamente bajas los efectos se subdividen en los térmicos y los no térmicos, dependiendo esta subdivisión del nivel de densidad del campo electromagnético de exposición, es decir, de la cantidad de energía que recibe la célula. Para los térmicos se genera inducción de corrientes eléctricas que producen incremento de la temperatura en los tejidos celulares, mientras que para el efecto no térmico, no existe un conocimiento lo contundentemente adecuado de sus efectos a nivel celular. Esto último es lo que ha desatado una gran polémica a nivel internacional, donde existen posturas totalmente encontradas, tanto desde el punto de vista de los niveles aceptables como de las consecuencias de la exposición esporádica y crónica.

En función de esta problemática, este estudio lo referimos a los efectos producidos por la radiación no ionizante en el rango de 500 Hz a 300 GHz (300×10^9 Hz) que comprende el rango de las radiofrecuencias de comunicaciones y radar.

Las ondas electromagnéticas de radio frecuencia están compuestas por campos, tanto magnéticos como por campos eléctricos, por lo que la intensidad de radiofrecuencias se expresa en unidades específicas de cada uno de los componentes. Para el campo eléctrico se usa la unidad de “Voltios por Metro” [V/m], y por lo general se lo indica como “Intensidad de Campo Eléctrico”. Para el campo magnético se usa la unidad de “Amperes por Metro” [A/m], y por lo general se lo denomina “Intensidad del Campo Magnético”.

La unidad SAR no es la adecuada para efectos no térmicos, debido a que es una unidad específica de absorción de energía para efecto térmico, siendo ésta en función del tipo de materia expuesta, por lo tanto es función del tamaño del objeto, forma del objeto, propiedades electromagnéticas de objeto y de la frecuencia del campo electromagnético usado.

La transmisión de los impulsos nerviosos, que es la base de la función del sistema nervioso central, se debe al comportamiento biofísico de la membrana de la célula nerviosa. Esto se produce especialmente por el transporte de iones a través de las membranas celulares (que no debe confundirse con la producción de iones por ruptura de enlaces) y el desarrollo de potenciales eléctricos al atravesarlas. Estos potenciales son producidos principalmente por la concentración de iones potasio dentro de la célula y de iones sodio en el líquido extracelular; también existen dentro de la célula altas concentraciones de fosfatos y proteínas que presentan cargas negativas. Esta propiedad de la membrana celular de intercambio de proteínas e iones depende en gran medida del campo eléctrico de membrana. Esto ocurre también con los iones calcio, que como veremos mas adelante existen evidencias de alteración de este intercambio debido a los campos electromagnéticos no ionizantes de bajo nivel. Es decir, el organismo vivo posee un mecanismo de función básica que responde a campos eléctricos, por lo tanto, si éste está sometido a campos externos, se puede alterar de alguna manera el normal funcionamiento del mismo. Como referencia debemos tener en cuenta que los teléfonos celulares que se comercializan en el país poseen de 0,45 a 1,5 W/Kgr.

UNIDADES DE MEDIDA

SAR (Specific Absorption Rate) (Unidad utilizada para efecto térmico)

Energía absorbida en la unidad de tiempo por un objeto expuesto a un campo de energía electromagnética

$$SAR = \frac{\sigma_{\text{eff}} E_{\text{rms}}^2}{2\rho} \quad [\text{W/Kgr}]$$

σ_{eff} : Conductividad efectiva

ρ : Densidad de masa en Kgr/m³

El SAR es específico y es función de:

- Frecuencia del campo electromagnético
- Tamaño del objeto
- Forma del objeto
- Propiedades electromagnéticas del objeto

DENSIDAD DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (Unidades Utilizadas para Efectos Biológicos)

Potencia de Radiación Electromagnética por unidad de superficie sobre un plano de referencia

Unidad:

Watts / metro cuadrado

$$1 \text{ W/m}^2 = 0,1 \text{ mW/cm}^2 = 100\mu\text{W/cm}^2$$

Otra unidad que caracteriza al campo electromagnético de radio frecuencia es la “Densidad de Potencia” y es en general la unidad de medición que se usa mas precisamente para un punto alejado de los elementos de irradiación de la antena, es decir, a varias longitudes de onda de distancia, lo que se denomina “Campo Lejano”. En este caso se hace necesario determinar tanto las intensidades del campo eléctrico como del magnético para caracterizar el ambiente electromagnético en un punto.

La “Densidad de Potencia” se define como la “Potencia por unidad de Área” [W/m^2] o Watts por metro cuadrado, pero es común el uso de densidades de potencia expresadas en miliwatts por centímetro cuadrado [mW/cm^2], o también en microwatts por centímetro cuadrado [$\mu\text{W}/\text{cm}^2$], siendo equivalentes a $10 \text{ W}/\text{m}^2$ y $0,001 \text{ mW}/\text{cm}^2$ respectivamente.



Figura 2

Las antenas de telefonía celular se caracterizan por dividir el área colindante en tres sectores de 120° , y es por eso que se observa una parrilla triangular, la que tiene sobre cada lateral montada normalmente dos antenas receptoras y una transmisora, o bien paneles trans-receptores de acuerdo a cada tipo de instalación. Esto se debe a que para ahorro de energía irradiada, se emite solamente con el sector correspondiente al que se encuentra ubicado el usuario en ese momento. Estas antenas poseen un diagrama de irradiación particular para cada tipo de antena, pero en el caso de antenas de telefonía celular, estos diagramas difieren muy poco para los diferentes fabricantes.

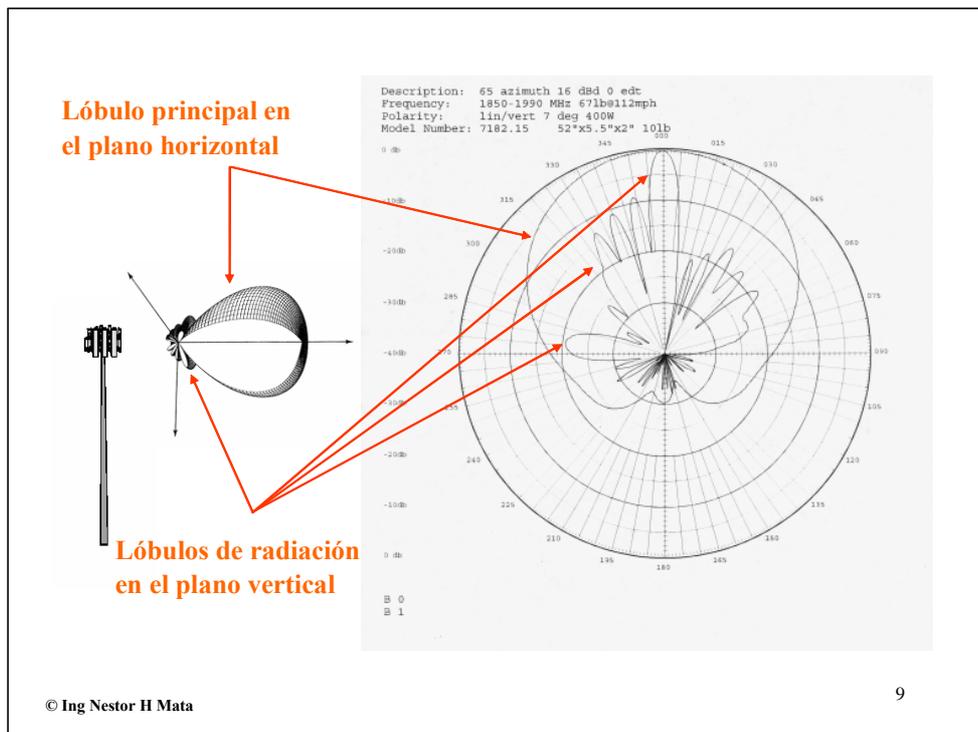


Figura 3

En el diagrama de irradiación de la figura 3, podemos observar que con respecto a la distribución de energía en el plano horizontal, ésta es de una distribución mas o menos pareja para un ángulo un poco mayor a 120° . Sin embargo, sobre la vertical la distribución no es pareja, sino que posee zonas de más radiación que otras, o bien de radiación escasa, a medida que tomamos un ángulo respecto del plano de radiación máxima, hacia la vertical de la antena. Esto conforma los denominados lóbulos de irradiación. Estos lóbulos poseen una intensidad de campos electromagnéticos mayores, que las regiones no cubiertas por ellos.

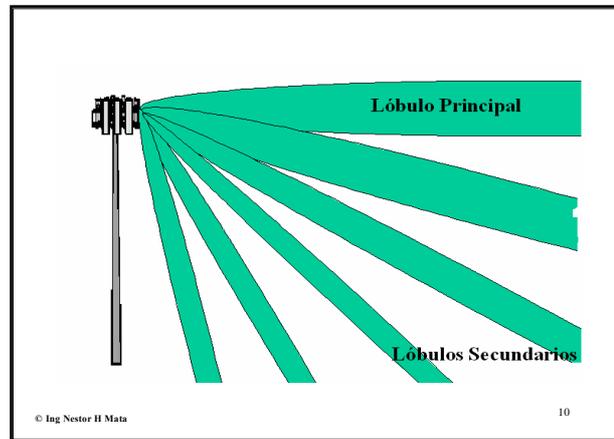


Figura 4

Un corte con un plano vertical, como se observa en la Fig. 4, nos muestra la distribución de campos a medida que nos alejamos radialmente de la antena. Por lo tanto, ésto nos dará un nivel de radiación no uniforme sobre un plano horizontal dado, creando zonas calientes y zonas frías, es decir, zonas con muy diferente densidad de campo electromagnético.

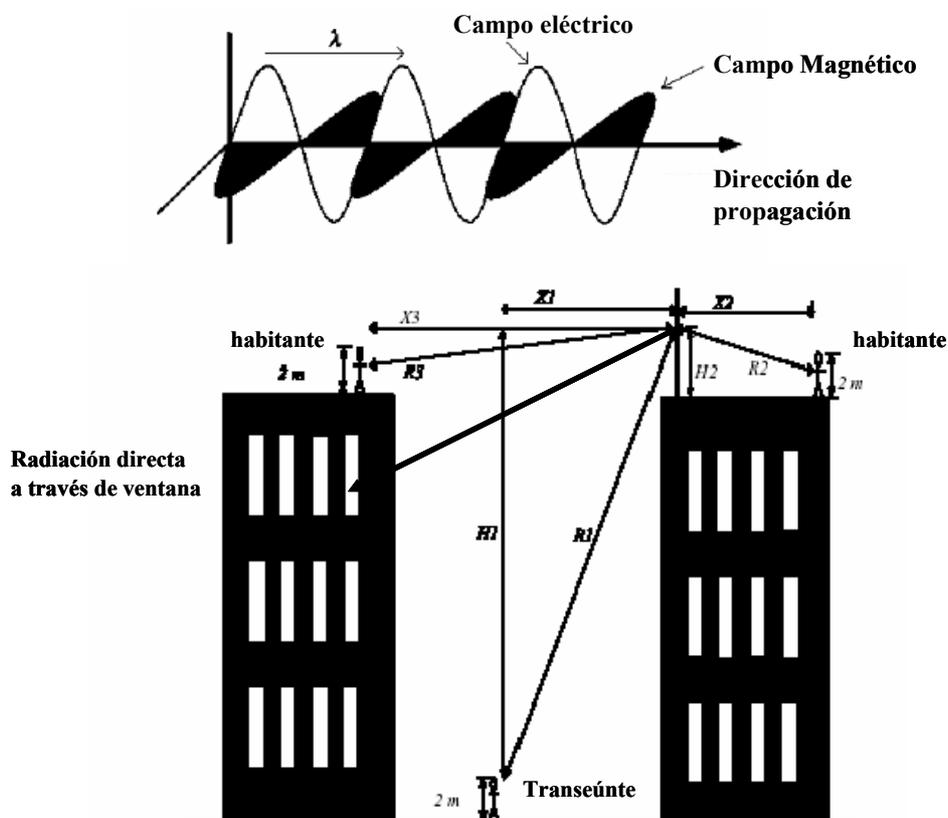


Figura 5

Debemos plantear realmente qué zonas realmente son afectadas, por lo tanto veremos que estas serán función de la distancia de la antena, y del diagrama de radiación de la antena. Puede que un individuo en la terraza de un edificio, que posee instalada una antena, reciba menos radiación que el de un edificio vecino que es iluminado por uno de los lóbulos secundarios o bien por el principal. También ocurre algo parecido con un habitante del edificio vecino el cual es irradiado a través de las ventanas por lóbulos secundarios. Para este último caso está mucho menos afectado el habitante que vive en el edificio que porta la antena, debido al cemento armado de las losas de los distintos pisos, no obstante puede estar irradiado por reflexiones, en los edificios vecinos, de energía electromagnética proveniente de la antena. Incluso un individuo a nivel del piso, puede estar iluminado por un lóbulo lateral en mayor medida que el que se encuentra en la terraza del edificio, dependiendo de la ubicación.

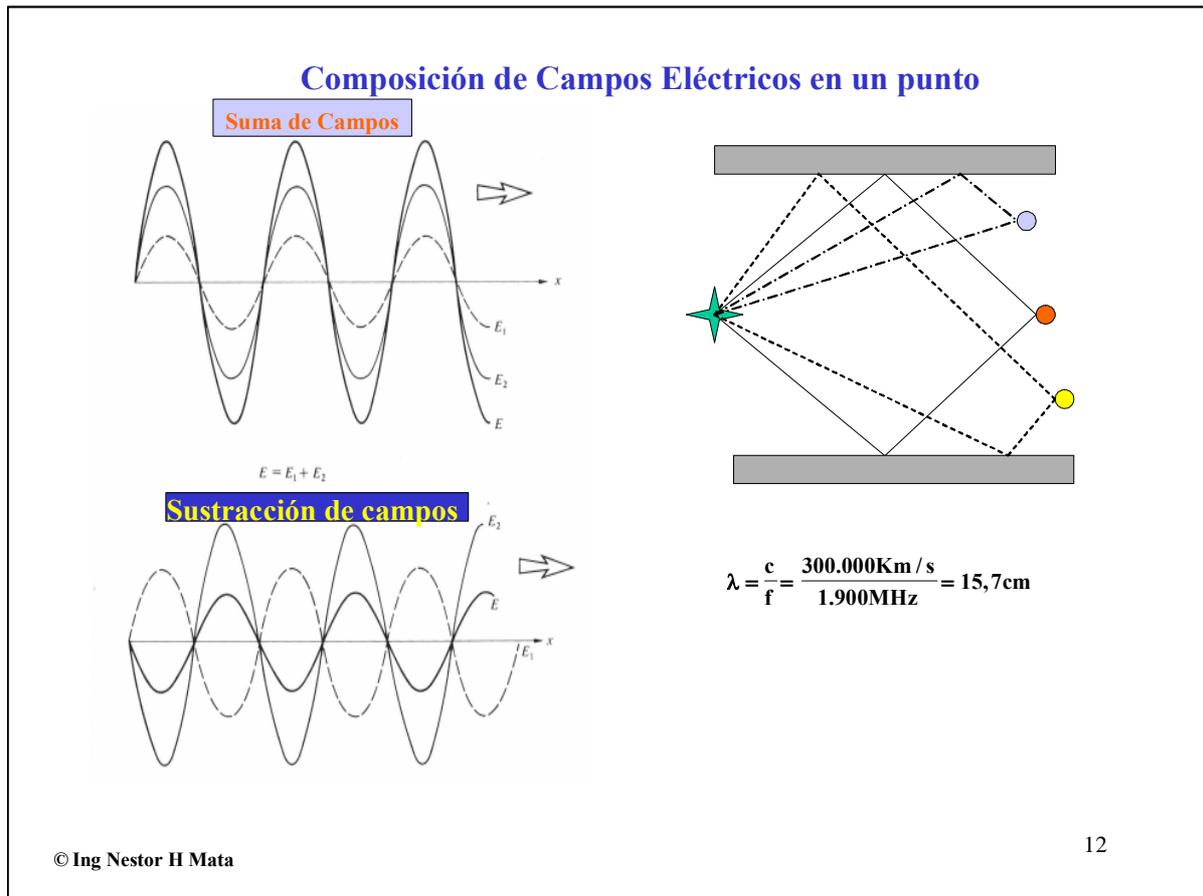


Figura 6

Por otra parte, debido a que la radiación de la antena llega en forma directa o mediante reflexiones en distintos puntos, existen puntos de mayor radiación cuando los caminos recorridos son coincidentes con múltiplos de longitud de la onda correspondiente a la frecuencia de emisión. Por ejemplo a una frecuencia de 1900 MHz la longitud de onda correspondiente es de 15,7 cm, por lo tanto corriéndose un receptor un cuarto de longitud, o sea prácticamente 4 cm, se puede producir la cancelación de la señal. Esto da origen a puntos calientes, intermedios o fríos dependiendo de la ubicación relativa del receptor o medidor intensidad de campos electromagnéticos, como los empleados para hacer las mediciones de densidad de campo, por lo tanto la recepción o la medición puede adolecer de errores. En la figura 6 b, se puede apreciar como se produce una concentración de densidad de potencia debido a reflexiones en los edificios que es mayor que la de una iluminación directa. Esta

modelación corresponde a Modelación de distribución de campo electromagnético Antena en 05, Ernst Grein Strasse - Salzburg - Austria

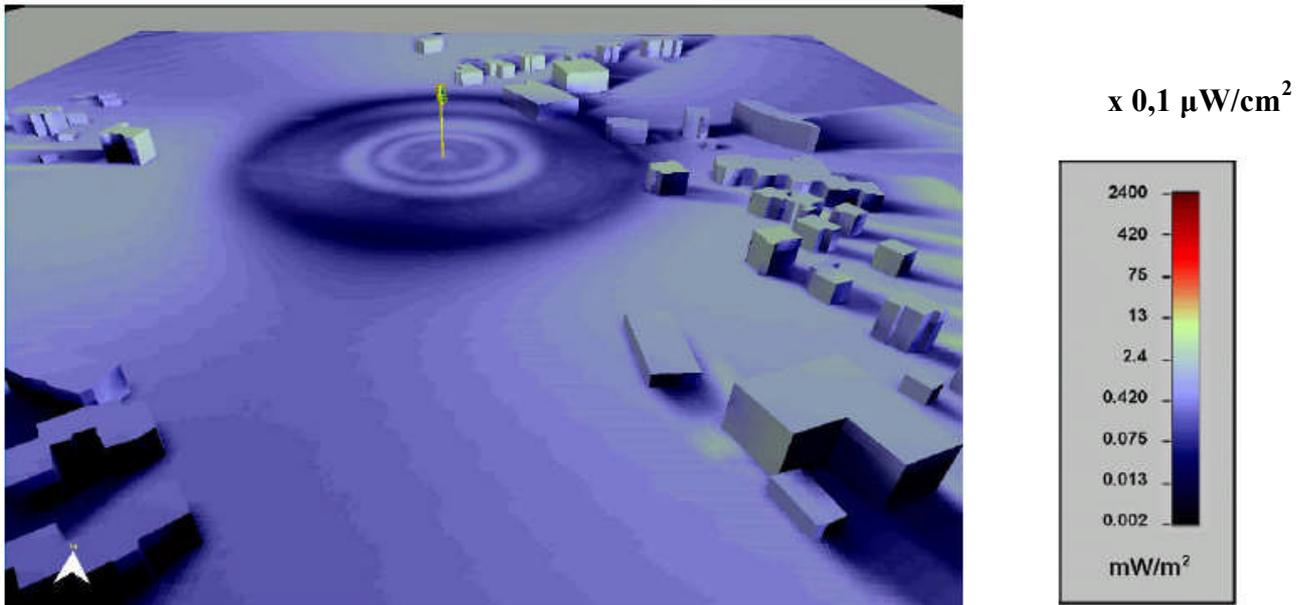


Figura 6 b

Un aspecto que se ha tenido en cuenta para la simulación realizada por el Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (IEEE) de Estados Unidos, es idear un ovoide homogéneo de 180 x 45 cm, para hacer los cálculos de la cantidad de energía absorbida por este cuerpo, a los efectos de calcular el incremento térmico, y de esa manera establecer un límite en cuanto al nivel de exposición. Como se ve en las gráficas de la figura 7, la absorción de energía es muy diferente para los distintos tejidos, ya sea grasa, músculo, hueso, etc. Por otra parte como se aprecia en la figura, también hay mayor absorción para campos magnéticos, mientras que es bajo para los campos eléctricos en baja frecuencia, produciéndose la inversa en las altas frecuencias. Es por ésto que los estudios de baja frecuencia se encaran midiendo el campo magnético, y en altas frecuencias el campo eléctrico es el que debemos estudiar.

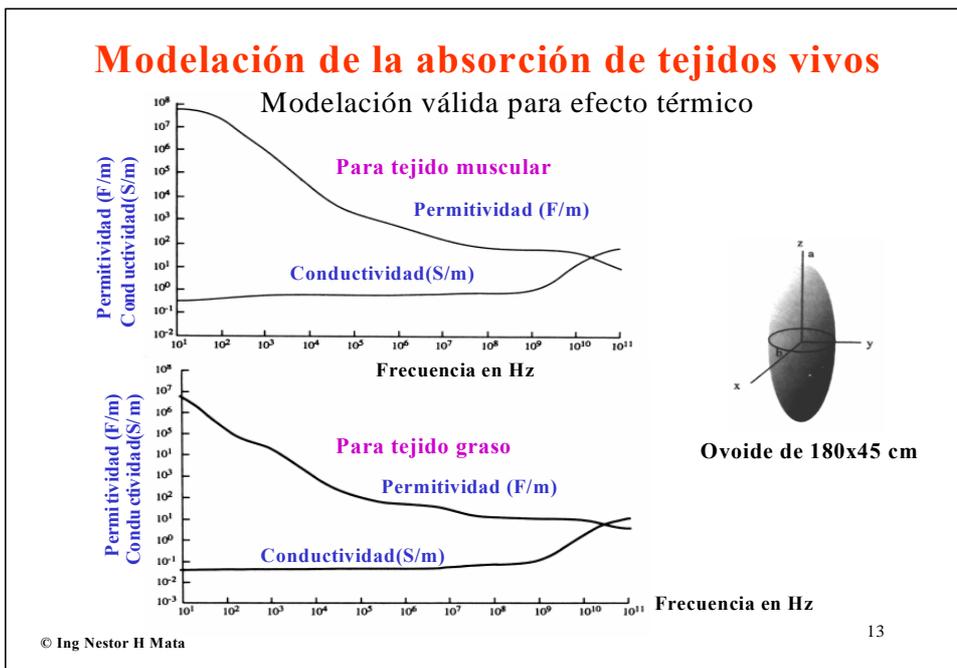


Figura 7

Este mismo estudio, es realizado para distintos tipos de polarización, ya sea campo eléctrico vertical, u horizontal. Como se observa en la figura 8 existe una frecuencia específica donde se produce un pico en el nivel de absorción de energía y que es cercano a los 100 MHz, pero esto

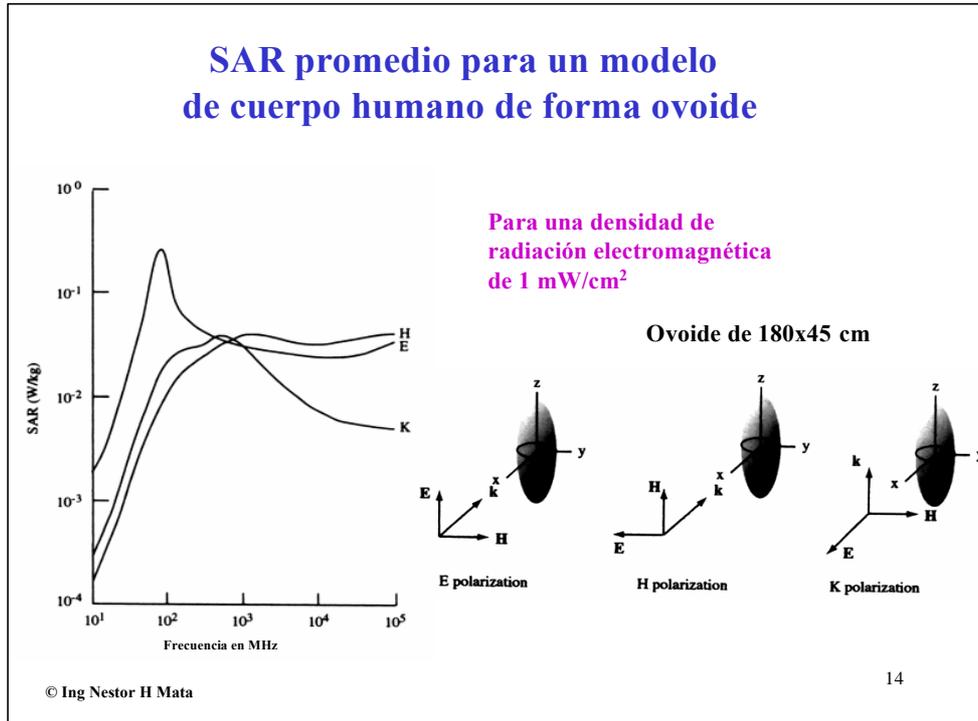


Figura 8

no es válido en general, ya que dicho pico es debido a la modelación de un ovoide de 180 cm, por lo tanto éste es un efecto de resonancia de la dimensión del ovoide en el plano vertical. Si consideramos las distintas cavidades que conforma el cuerpo humano, tendremos por ejemplo la cavidad craneal, en cuyo caso la frecuencia del pico de absorción caería en la frecuencia de 1900 MHz y que es la que corresponde a GSM.

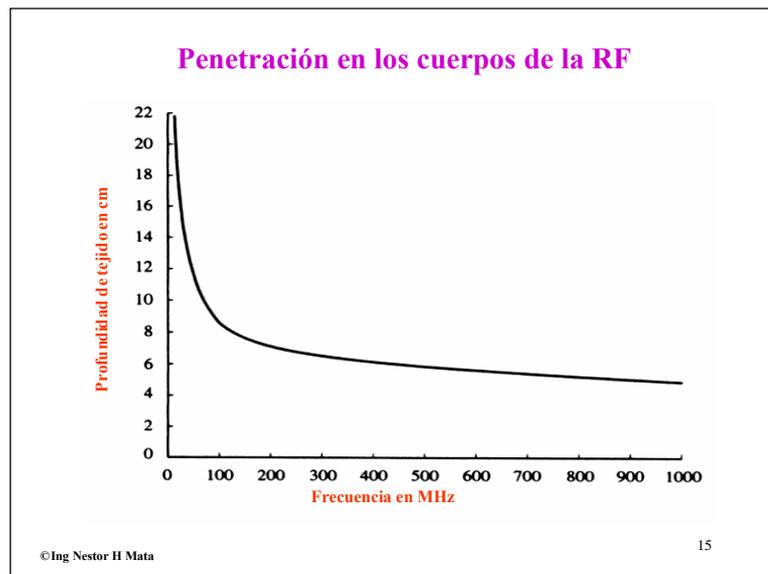


Figura 9

También es cierto que en general la penetración de la radio frecuencia en los cuerpos disminuye con el incremento de la frecuencia, como se puede observar en la figura. Ésto es la

capacidad de una radiofrecuencia de atravesar un cierto espesor de materia, siendo esta penetración una función específica del tipo de material de que se trate.

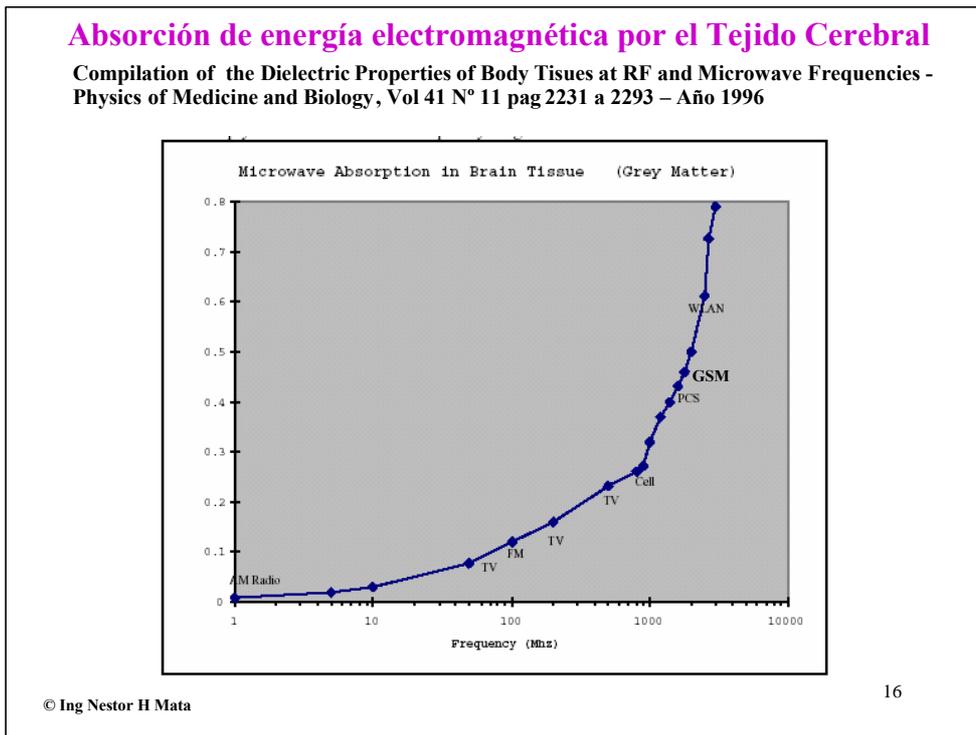


Figura 10

En la Fig. 10 se demuestra cómo varía la absorción de energía por parte de la materia gris cerebral, en función de la frecuencia, si ésto lo asociamos a la resonancia de la cavidad cerebral para los campos eléctricos verticales, podemos deducir que una de las partes mas afectadas por la radiación de GSM es el cerebro humano. Otro tanto debemos considerar para las emisiones de WLAN inalámbricas, o sea WiFi que tanto están en boga actualmente, y como se puede observar es mayor la absorción por parte de la materia gris cerebral.

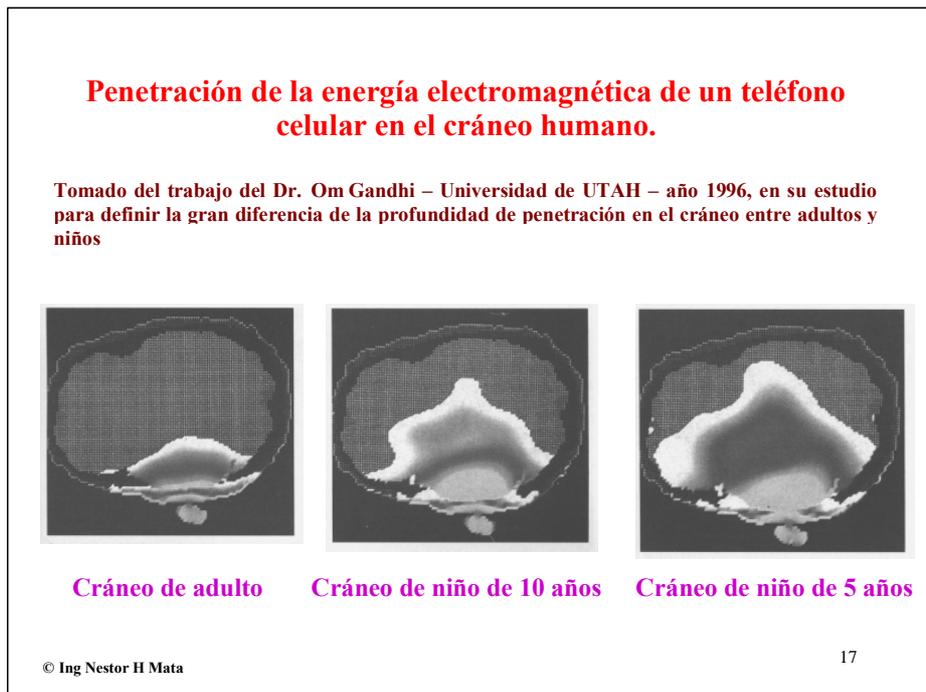


Figura 12

Otro aspecto es el desarrollado en este trabajo del DR Om Gandhi, que como se puede apreciar, es mucho mayor la penetración de la radiación electromagnética en el cerebro de un niño que en el de un adulto. Esto se debe a que la consistencia del hueso craneal es menor en un niño que en un adulto. Este trabajo fue tomado por las autoridades de Gran Bretaña, asociado al efecto sobre el ADN de las ondas electromagnéticas, y al hecho que en el ser humano hay modificaciones biológicas estructurales en los primeros años de vida, para recomendar la prohibición el uso de celulares a menores de 15 años.

Estudios de Efectos Biológicos

- Los primeros efectos biológicos registrados provienen de los casos de cáncer y trastornos neurológicos en operadores de estaciones de RADAR en la guerra de Corea y operadores de estaciones de alerta temprana en Polonia

Durante el conflicto de la guerra de Corea, se encontró que entre los operadores de radar comenzó a incrementarse en forma notable los casos de cáncer. Esto mismo ocurrió con los operadores de las estaciones de alerta del Pacto de Varsovia durante la Guerra Fría. Estos operadores estuvieron expuestos a radiación crónica durante períodos prolongados de tiempo, aunque los niveles de radiación eran relativamente bajos.

Los primeros trabajos de investigación que daban un alerta sobre las posibles implicancias de la radiación electromagnética no ionizante data de 1982 realizados por el Dr. William Ross Adey "Tissue Interaction with Nonionizing Electromagnetic Fields" y que fueron publicados recién en enero de 1991 por "The American Planning Association", en el cual se destacan los siguientes resultados:

Nivel	Efecto
0.01 μ W/cm ²	Altera/incrementa la permeabilidad de la barrera sanguínea cerebral
0.03 μ W/cm ²	Incrementa los niveles de aminas en el cerebro
0.05 μ W/cm ²	Disminuye la cuenta de esperma masculino
4 μ W/cm ²	Efectos neuroendocrinos
10 μ W/cm ²	Efectos genéticos
28 μ W/cm ²	Efectos paragenéticos (efectos causantes de tumores)

Tabla 1

El Dr William Ross Adey, fue el primero en realizar un estudio sistemático de los efectos de las radiaciones de bajo nivel, en forma experimental. Los hallazgos de Adey muestran que en niveles debajo del microvatio por cm cuadrado, ya empiezan a aparecer efectos biológicos. Aunque parezca mentira, estos trabajos recién fueron publicados una década después de realizados, y fue el disparador de las investigaciones relacionadas con las emisiones electromagnéticas de bajo nivel.

Trabajos más significativos

Densidad de Potencia	Reporte de Efectos Biológicos de la Radiación Electromagnética	Trabajo Publicado
0.1 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ (0.001 W/Kg)	Las ondas cerebrales en un EEG son alteradas por señales de teléfonos celulares	Von Klitzing 1995
0.16 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Afectación en niños de edad escolar en la memoria, funciones motoras, y atención	Latvia Kolodynski 1996
4 - 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Afectación en niños de edad escolar en la disminución de la reacción visual y afectación de memoria	Chiang, 1989
0.168 a 1.053 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Infertilidad irreversible en ratones después de cinco generaciones de exposición de señales proveniente de una torre de telefonía celular	Magras & Xenos 1997

© Ing Nestor H Mata

20

Tabla 2

En estos trabajos se puede apreciar que los niveles de radiación se encuentran en el orden de mil a diez mil veces menores de los umbrales establecidos para el efecto térmico.

0.5 a 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	“Sutra Tower Study” Estudio estadístico de casos de Leucemia dentro del radio de radiación de antena de televisión digital	Selvin et al. 1992
0.2 – 8 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Incremento al doble de los casos de Leucemia para exposición de radiaciones de AM-FM	Hocking, 1996
1.3 – 5.7 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Incremento al doble de los casos de Leucemia en adultos para exposición de radiaciones de AM-FM	Dolk, 1997
2.0 – 4.0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Efectos directos de la radiación de RF sobre los canales de iones en las células / apertura de los canales de acetilcolina	D’Inzeo, 1988
5 – 10 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Deterioro de la actividad del sistema nervioso	Dumanski, 1974
10 - 25 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Cambios en el Hipocampo del cerebro	Belokrinitskiy, 1982

© Ing Nestor H Mata

21

Tabla 3

2 - 7 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Observación de ruptura del ADN	H. Lai - J. Singh 1996
0,25 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Apertura de la barrera sanguínea cerebral	Salford 1997
0.6 – 2.9 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Incremento de las propiedades promotoras de cáncer del mitomycin-C.	Maes – Collier 1996
0.4 – 8.0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Disminución de la secreción de la hormona “melatonina”	Neil Cherry 2000
0.8 – 10.0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Las células cancerosas crecen y se reproducen más rápidamente cuando se las expone a campos electromagnéticos	Mark Pinsky 1995
0.8 – 4.0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Aplicación de 24 horas de exposición a la irradiación. Daño evidente, por formaciones de micro núcleos en las células sanguíneas cuando la condición normal es de un núcleo simple.	Tice – Hook 1999

© Ing Nestor H Mata

22

Tabla 4

0.4 – 4.0 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Ruptura en la barrera de la transferencia sanguínea en el cerebro humano	Roti Roti 1999
30 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Efectos sobre el sistema inmunológico Elevación de la cuenta de PFC (Producción de células anticuerpos)	Veyret 1991
50 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Reducción en un 18% del sueño REM (Afecta las funciones de memoria y aprendizaje)	Mann 1996
100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Cambios en las funciones del sistema inmunológico	Elekes 1996
100 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Disminución del 26% en la secreción de insulina	Navakatikian 1994
120 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$	Cambios Patológicos en la barrera sanguínea cerebral	Salford 1993

© Ing Nestor H Mata

23

Tabla 5

El Dr Neil Cherry, de Lincoln University, Canterbury, New Zealand, (Julio, 2000) estudió la disminución de la secreción de la hormona “melatonina” por la glándula pineal cuando el cerebro se encuentra sometido a radiación de campos electromagnéticos de bajo nivel. La glándula pineal, es un órgano ubicado en el centro del cerebro, que convierte la serotonina en melatonina.

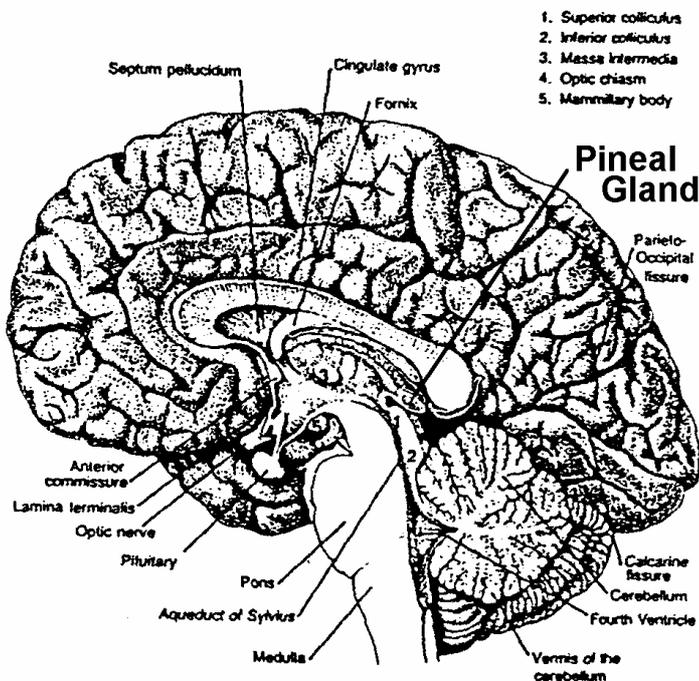


Figura 13

Estas secreciones varían durante las horas diurnas y nocturnas. Durante el día hay una mayor secreción de serotonina mientras que en la noche aumenta la secreción de melatonina. La melatonina es una parte vital del sistema bioquímico del cuerpo humano que trabaja sobre el sueño, el aprendizaje, y un barredor de los radicales libres en todas las células y por lo tanto un potente antioxidante con propiedades anticancerígenas y antifatiga. La melatonina, activa las funciones de muchas hormonas y ayuda a mantener el sistema inmunológico del sistema de salud y la protección antiviral.

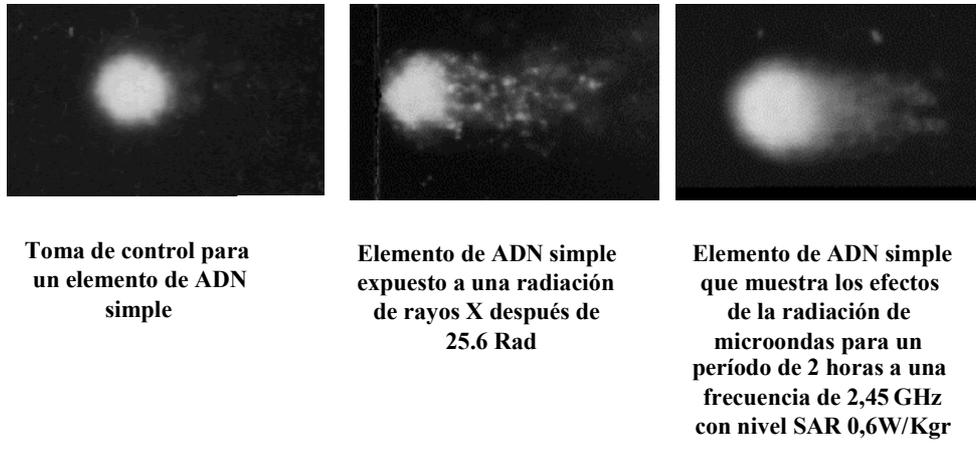
Otra evidencia del daño que puede producir la irradiación electromagnética, está dada por el trabajo del Dr. Ph.D. Leif Salford de 1994, y que fue ratificado en 1999 por el Dr. Ph. D. Joseph Roti Roti de la Universidad de Washington en Saint Louis Mo., en cuanto a la ruptura en la barrera de la transferencia sanguínea en el cerebro humano.

Esto último, es el proceso que permite filtrar la sangre en el cerebro, pero que bloquea a los compuestos químicos para que no alcancen el tejido sensible de aquel.

La ruptura de la barrera cerebral se produce a muy bajos niveles de irradiación ($0.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$), a frecuencias del orden de hasta 2 GHz cercanas a las usadas en telefonía PCS y GSM

Este fenómeno permitiría el pasaje de sustancias químicas cancerígenas al cerebro, como ser el tabaco, pesticidas, polución ambiental o algunos fármacos que son normalmente inocuos cuando esta barrera actúa naturalmente.

Efectos de la Radiación de telefonía celular sobre el ADN
Dr Henry Lai at the Bioelectromagnetics Research Laboratory,
University of Washington in Seattle – 1998 –
Para niveles de radiación de 2 a 7 $\mu\text{W}/\text{cm}^2$



Toma de control para un elemento de ADN simple

Elemento de ADN simple expuesto a una radiación de rayos X después de 25.6 Rad

Elemento de ADN simple que muestra los efectos de la radiación de microondas para un período de 2 horas a una frecuencia de 2,45 GHz con nivel SAR 0,6W/Kgr

© Ing Nestor H Mata

27

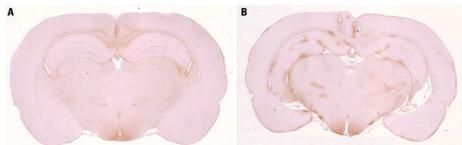
Figura 14

En el caso de la figura 14 se puede apreciar el efecto cometa, que es típico en el caso de exposición de un elemento de ADN simple a radiación ionizante, cuando se expone en forma crónica un elemento de ADN simple a una radiación de nivel equivalente al de un teléfono celular estándar durante 2 horas. La frecuencia utilizada es la de las comunicaciones inalámbricas de teléfonos inalámbricos y de WiFi de computadoras.

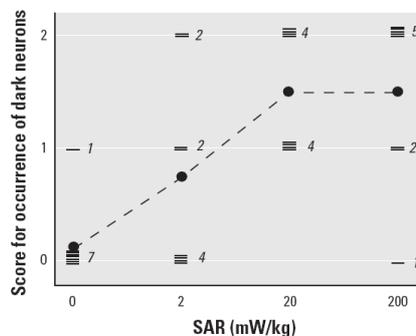
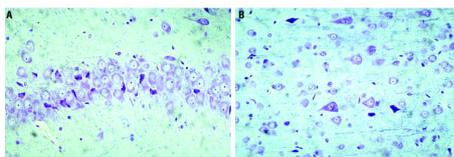
Daño a células nerviosas en el cerebro de ratas expuestas a radiación de microondas proveniente de telefonía móvil en GSM

L.G.Salford et Al. – Environmental Health Perspective – Vol 111 N° 7 – June 2003

Corte transversal del cerebro de rata
 a) No expuesto b) Expuesto



Ruptura de las estructura nerviosa del hipotálamo



© Ing Nestor H Mata

28

Figura 15

En la figura superior A, que presenta la sección transversal de la parte central del cerebro, de una rata no expuesta a la radiación, que fue tomada como elemento de control, y en la figura B el de la rata expuesta, ambas marcadas con tintura para albúmina, las cuales se puede observar con color amorronado. En la figura A se puede apreciar en la parte inferior del cerebro (El hipotálamo), en el estado normal. En la figura B superior, la albúmina es visible en pequeñas cavidades múltiples, que representan la pérdida de muchos vasos.

En las fotos inferiores se observa la microfotografía de la sección del cerebro de las ratas teñidas con cresil violeta, siendo la A la no expuesta y la B la expuesta a radiación de RF. En la A se observa una fila definida de células nerviosas de la banda de células piramidales del hipocampo; una cantidad normal de células nerviosas (células largas) con inserción de células nerviosas negras, también llamadas neuronas oscuras. En la B se observa un agrupamiento desordenado de las células nerviosas y neuronas oscuras.

En el gráfico de la figura se puede observar la ocurrencia de los casos en función de la energía de exposición, neuronas oscuras. Como se puede observar, los niveles de radiación son inferiores a los emitidos por un teléfono celular estándar.

Si nos detenemos a observar la figura 16 podemos ver, que dentro de las células nerviosas existe una polarización en estado normal como podemos observar en la gráfica de la izquierda. Cuando la célula es expuesta a un campo eléctrico, la distribución de carga normal es alterada, como se observa en la gráfica de la derecha.

El sistema neurotransmisor inicia una orden proveniente de una neurona que transmite a través del axón el disparador eléctrico, que se transmite a través de la ramificación nerviosa correspondiente. Esta acción se denomina sinapsis y consiste en que en el extremo del axón se produce una alteración química que genera un ión calcio, este ión transmite el impulso eléctrico a través de la ranura sináptica, para lograr el impulso que después transmite el sistema nervioso con el intercambio iónico entre iones sodio y potasio.

La cocaína por ejemplo bloquea este efecto, logrando con ello reducir las sensaciones de dolor. En el caso de las radiaciones de RF de bajo nivel se ha experimentado un resultado inverso, lo que conlleva una disminución del umbral del dolor. Esto traería como consecuencias que una persona se sienta molesta y con un estado gripal. Este fenómeno lo han experimentado un gran número de efectivos militares que estuvieron en actividades en la Guerra del Golfo. A esta enfermedad se la denominó Fibromialgia, y que en Estados Unidos solamente existen mas de 12 millones de casos. Si bien esta enfermedad está en proceso de estudio para determinar cuáles son sus orígenes, uno de las teorías es que es producto del fenómeno indicado.

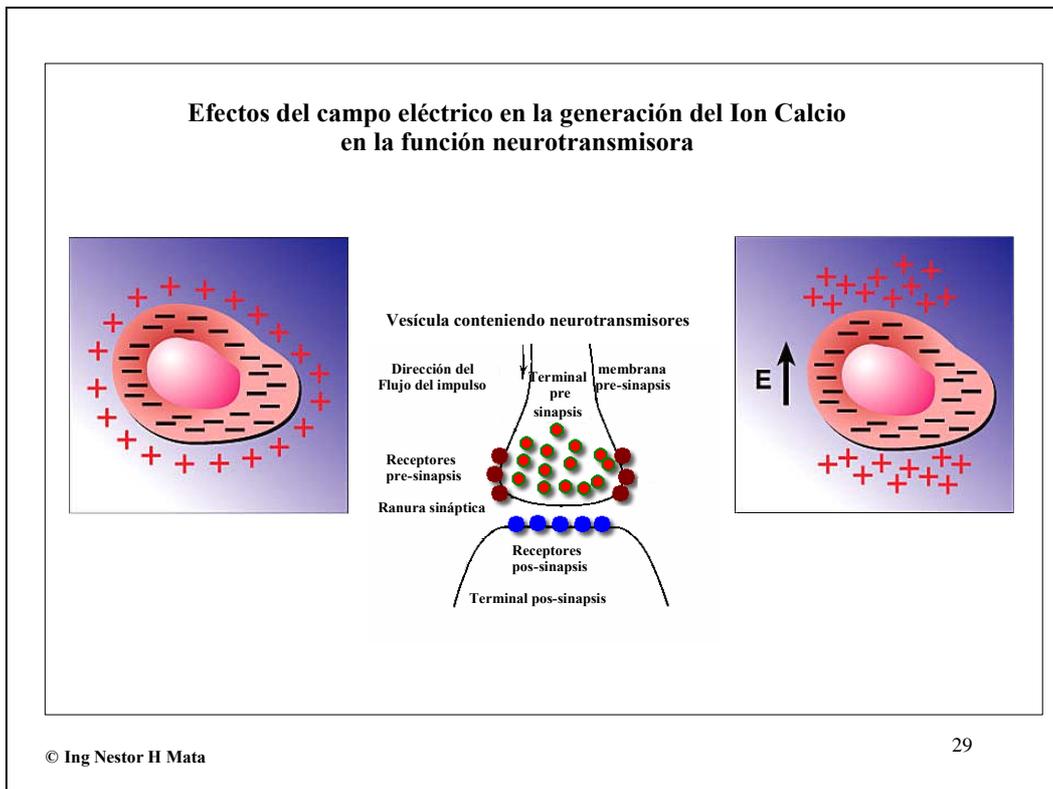


Figura 16

Efectos de la radiación crónica sobre animales vivos

El experimento realizado por científicos en el Royal Adelaide Hospital (Australia) en 1997 para 200 ratones de laboratorio, en los cuales previamente se les indujo células cancerosa, para luego exponer 100 de ellos a ondas MW semejantes a las irradiadas por una antena celular en GSM a razón de 30 minutos dos veces por día durante 18 meses.

En un estudio comparativo con el grupo igual de ratones inyectados y no expuestos se encontró que los casos de muerte por cáncer se duplicó.

Este estudio fue supervisado por el Dr Mike Repacholi y con fondos de la compañía de telecomunicaciones australiana Telstra.

EMF-Induced Lymphatic cancer in mice after two 30 minute cell phone exposures per day

Exposed: 43 Mice with Cancer	
Unexposed: 22 Mice with Cancer	

© Ing Nestor H Mata 30

Figura 17

En la figura 17 se encuentra un caso de experimentación con seres vivos. Este es un caso patente de ocultamiento de información, ya que la empresa de telecomunicaciones Telstra, no permitió la publicación oficial del mismo, aunque fue difundido en forma extraoficial. Además es doblemente pernicioso, dado que quien supervisó el trabajo, el Dr. Michael Repacholi, en ese momento era el Director del "Proyecto EMF" de la Organización Mundial de la Salud, que se encuentra estudiando los efectos biológicos de las radiaciones electromagnéticas de bajo nivel desde 1996, y que hasta la fecha no se ha expedido.

Estudios Estadísticos

Los estudios estadísticos son los de mayor peso ya que son difíciles de refutar, pero aún así han sido atacados tratando de desprestigiarlos restándole validez, argumentando que no se consideraron otros aspectos ambientales que podrían haber causado los mismos resultados.

- Selvin et al. (1992) de la recopilación estadística de los casos de leucemia ocurridos en la Ciudad de los Ángeles, California, para menores de 21 años, “Sutra Tower Study”
- Estudio estadístico sobre casos de cáncer cerebral en la región de Örebro, Suecia sobre 1617 pacientes de edades entre 20 a 80 años de ambos sexos, contra un muestreo entre control de 1470 personas. (Año 1999) Dicho estudio comprende un período de exposición de 10 años desde las primeras instalaciones de teléfonos del sistema GSM. Este estudio arroja una probabilidad estadística de obtener un cáncer cerebral de tipo “neurinoma acústico” en un 60 % para usos de mas de 2 horas diarias del teléfono celular.
- Estudio estadístico sobre casos de cáncer cerebral “Realizado por la Swdish National Institute for Working Life”, Suecia (Marzo de 2006) sobre 905 pacientes de edades entre 20 a 80 años de ambos sexos, contra un muestreo de control de 1130 personas. Dicho estudio comprende un período de exposición de 10 años para instalaciones de teléfonos del sistema GSM. En este estudio de los 905 casos con cáncer cerebral, 85 usaron el teléfono asiduamente. Este estudio arroja una probabilidad estadística de obtener un cáncer cerebral de tipo “neurinoma acústico” en un 240 % para uso acumulativo de 2000 horas del teléfono celular durante ese período.

El “Interpone Project” es el mayor esfuerzo internacional para la investigación del posible riesgo de tumor por el uso asociado de telefonía celular, en el cual participan científicos de trece países. Los resultados de los estudios que fueron realizados por los grupos científicos, fueron manipulados por la prensa pagada por las empresas de telefonía celular, para bajar los índices de incidencia a valores despreciables.

Este método consiste en cambiar los umbrales de comparación desde donde se toma la muestra para determinar el porcentaje de incidencia. Por ejemplo se podría bajar la incidencia del cáncer del fumador, si tomo como el fumador habitual a aquel que fuma un cigarrillo por semana, para tomar las estadísticas de incidencia.

Para el caso de los estudios del “Interpone Project” se toma por parte de algunos estudios subvencionados por las empresas telefónicas, definen al uso habitual como del uso de una vez por semana.

En la gráfica de la figura 18 se puede apreciar perfectamente cómo influye en los resultados de los estudios científicos, el hecho de que se recibiera subsidio proveniente de empresas de telecomunicaciones, comparativamente con las que recibieron fondos de otras fuentes de financiamiento, que por lo general son de origen estatal. Los casos indicados con los rombos azules, pertenecen a investigaciones cuyos fondos provienen del estado o propios de las universidades. Mientras que los cuadrados rojos indican aquellos que fueron subvencionados por empresas del sector de telecomunicaciones. La línea central vertical indica la el umbral de no incidencia. La línea horizontal negra divide la zona superior de significación estadística de los datos manejados, mientras que por debajo indica una zona de significado estadístico de baja confiabilidad.

Excess Risk of Glioma with 5 Years or More and/or Cellphone Use on Same Side of Head as Tumor Location Combinations of Wireless Phone Use: Results from Hardell et al. and Interphone Studies

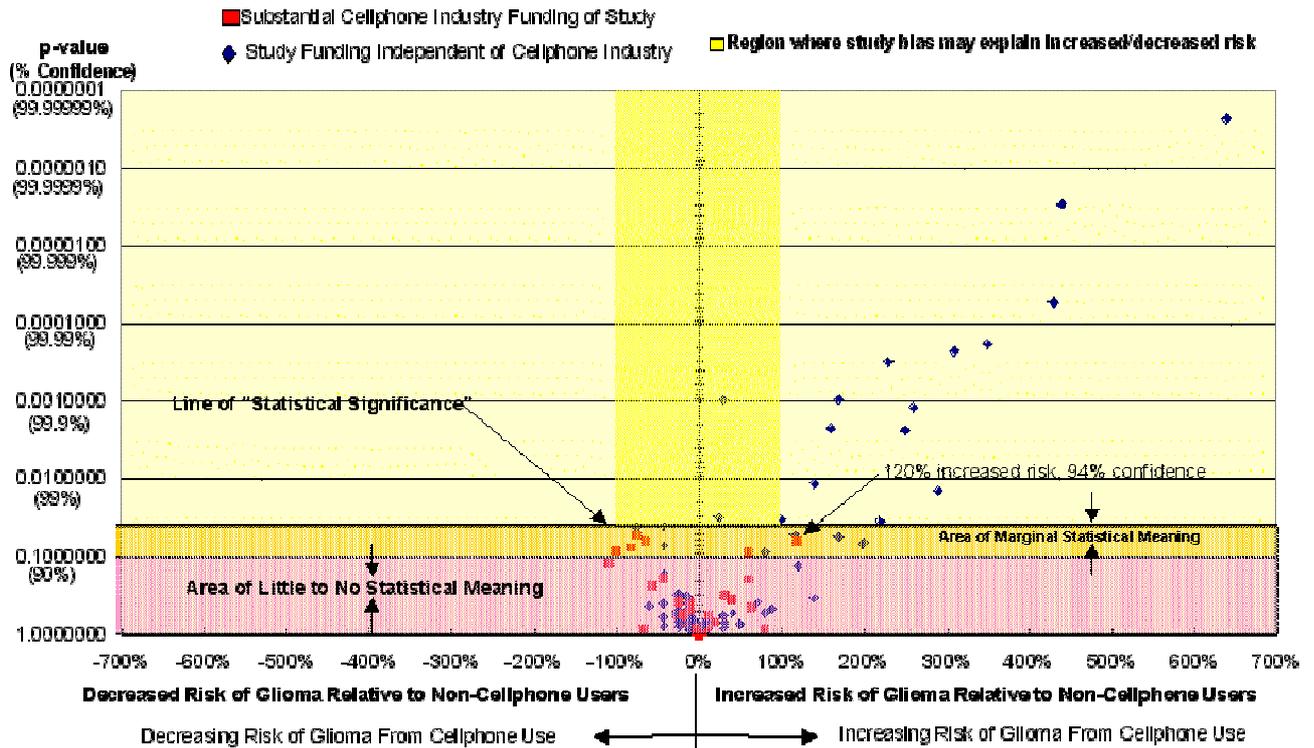


Figura 18

“Sutra Tower Study”

En el área de la Ciudad de San Francisco existe una torre de transmisión de Televisión Digital de 300 metros de altura, que a su vez se encuentra sobre una colina de 276, metros lo que hace un total de 576 m; Los elementos activos se encuentran a 520 m. Posee un diagrama de irradiación lineal para la emisión de TV Digital de alta frecuencia (UHF). Frecuencia de la banda de 800 MHz.

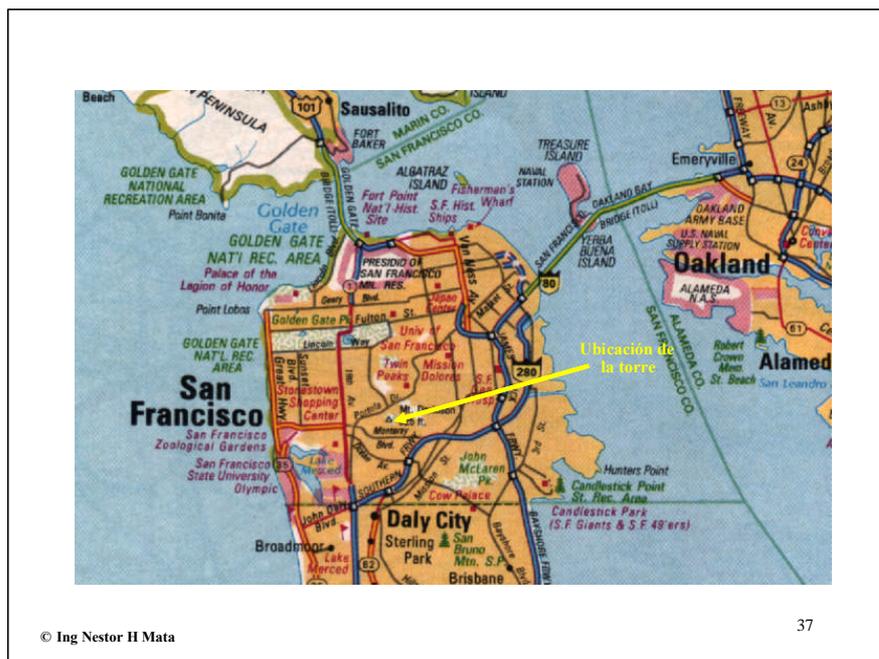


Figura 19

El estudio consiste en la comparación de la situación geográfica de casos de leucemia perfectamente documentados, y el diagrama de radiación producida por las emisiones de la torre de televisión digital.

Este es un estudio estadístico correspondiente a emisiones con modulación digital, que difieren de las actuales en nuestro país que son con modulación analógica y de menor frecuencia.

Las zonas indicadas, en la figura 19 en verde o blanco, son de parques mientras que la indicada por color amarillo es una zona densamente poblada.

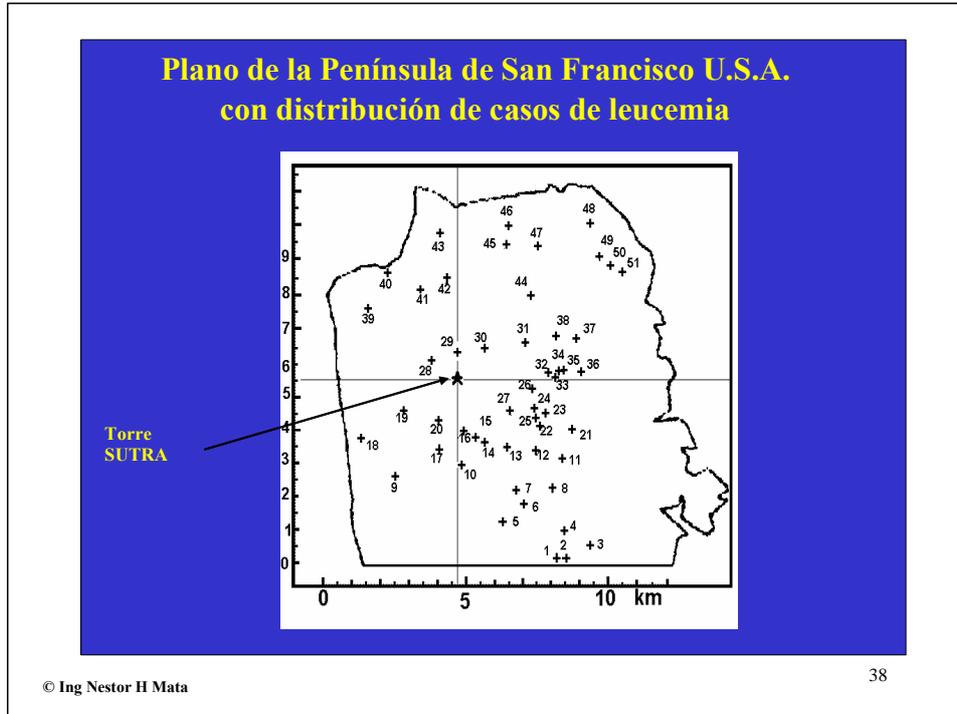


Figura 20

Las cruces indican los casos de leucemia detectados en menores de 19 años, de acuerdo a la ubicación de los casos, en el lugar de residencia habitual.

En la figura 21 se puede observar la superposición del diagrama de intensidad de radiación producida por la antena, superpuesto con la indicación de los casos de cáncer. Como es notorio en la zona de mayor intensidad de radiación de la antena, se encuentran la mayor densidad de casos, caso contrario que en la zona de mínima intensidad de radiación de la antena.

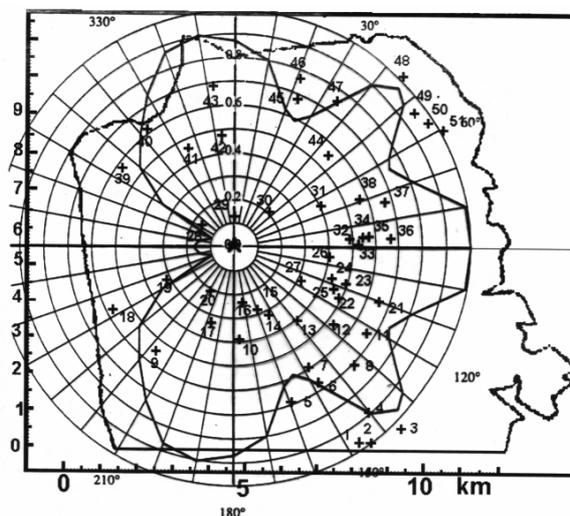


Figura 21

Como podemos apreciar, en la figura 22, la distribución de la densidad de potencia en función de la distancia a la torre, ya después de 1 Km. de distancia, se encuentra por debajo del un $\mu\text{W}/\text{cm}^2$. Sin embargo si volvemos a la figura anterior, encontramos incidencia de casos de cáncer hasta mas allá de los 10 Km. Donde el nivel es de tan solo 0,1 micro vatio por cm. cuadrado.

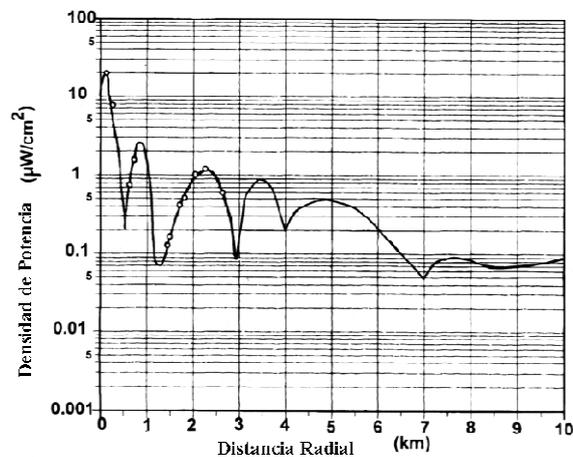


Figura 22

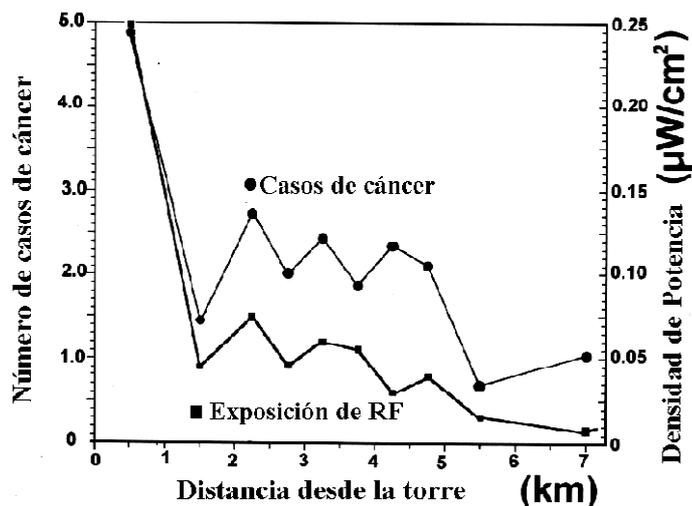


Figura 23

En la figura 23, se hace evidente, que existe prácticamente una coincidencia entre las curvas de numerosos caso de cáncer con la de intensidad del campo electromagnético.

Caso Estudio de radiación sobre escuela N° 63 Bahía Blanca

- Antena de Telecom Personal con potencia instalada de 16 W (Vatios) en la frecuencia de 1930 a 1990 MHz
- Distancia mas cercana desde el mástil 30 mts
- Diagrama de radiación de antena sectorizado de 60°
- Diagrama de irradiación vertical con lóbulos múltiples
- Radiación de potencia máxima por sector de 9 W (Vatios)
- Altura de la antena 43 mts.

Este estudio teórico fue realizado por el GEBI de la Fac. Reg Bahía Blanca de la UTN, en diciembre del año 2000, a partir de los datos suministrados por la firma Telecom. Personal,

que también cubrió los gastos de este estudio. Se debe destacar que la empresa no solo no objeto el estudio, sino que lo catalogó como impecable.

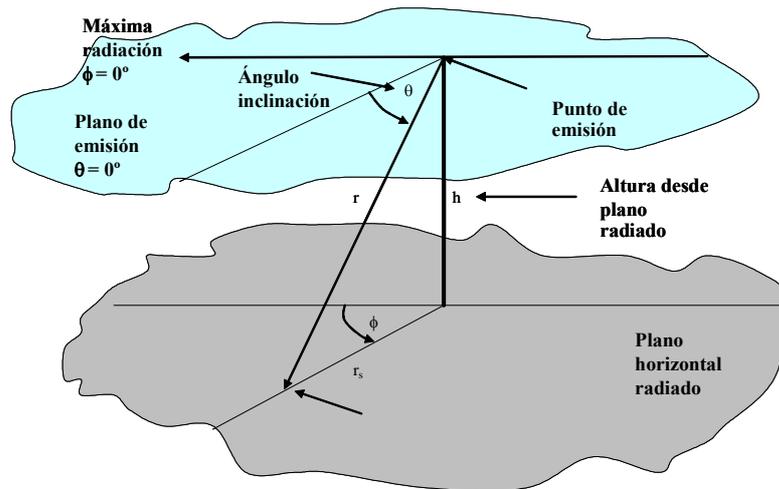


Figura 24

$$S(r_s, \phi, \theta) = \frac{\left[\log^{-1} \left(\frac{P_0 \text{ dB} + G_{az}(\phi) + G_{in}(\theta)}{10} \right) \right] \cdot 10^3}{4 \pi h \left(h + \frac{r_s}{\text{tg}\theta} \right)}$$

Potencia máxima por cada canal	10 Watts
Ganancia de antena a $\phi = 0$	+16 dB
Pérdida en cable coaxial	-2.5 dB
Pérdida en duplexer	-6.5 dB
Cantidad de canales	16
Cantidad de antenas anguladas a 120°	3
Ángulo de inclinación de antenas	0°

En la figura 24 se muestra el esquema utilizado para el cálculo teórico. Se tomó para el mismo el plano horizontal

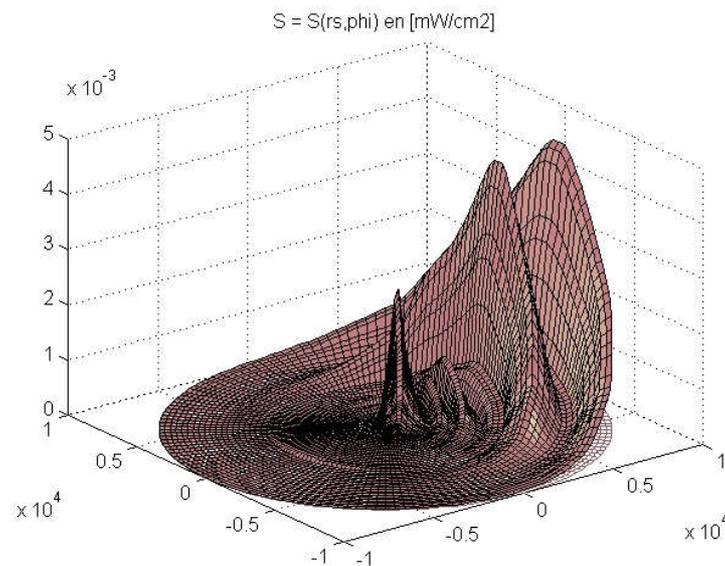


Figura 25

A partir de ello se desarrolló el algoritmo que determina la densidad de campo electromagnético sobre el plano de incidencia a un metro del suelo, por ser dicho plano el promedio de altura de la población del caso de estudio. Con esto, en forma incremental se fueron calculando las densidades de potencia en la zona.

En la figura 25 se observa el resultado gráfico de la aplicación del algoritmo de cálculo, donde se representa la densidad de potencia para un sector de 120° y hasta la distancia de 100 mts. En dicho gráfico que se calculó para una potencia de 16 W, se demuestra que los picos de densidad pueden llegar a 4,7 micro vatios por centímetro cuadrado, sobre un plano de incidencia a 1 metro del suelo, a una distancia de 70 metros de distancia de la torre.

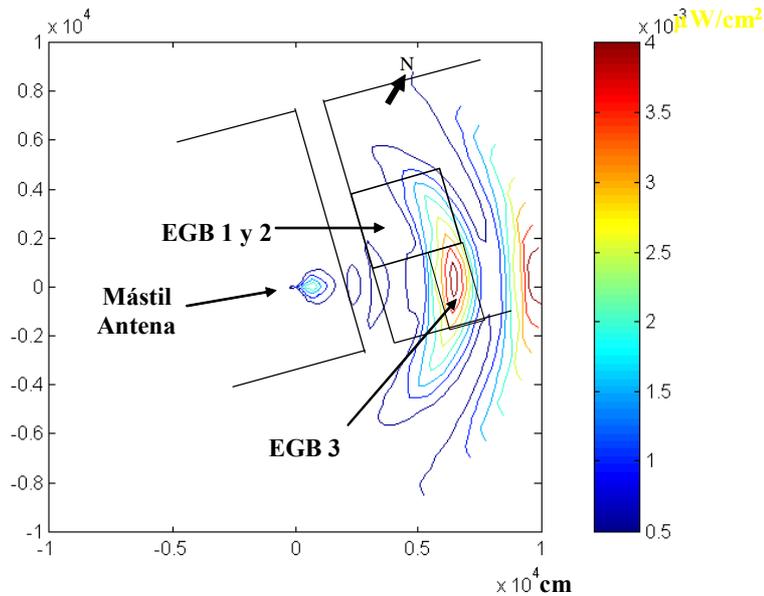


Figura 26

Como se puede observar en la figura 26, de acuerdo con las cotas indicadas, los lóbulos verticales dan una mayor incidencia sobre el sector comprendido por el edificio de la EGB3. Es de remarcar que desde el 2001 a la fecha se han registrado dos muertes por cáncer en alumnos que concurrían a la EGB 3, y otra muerte de una joven que vivía en la adyacencia de este local.

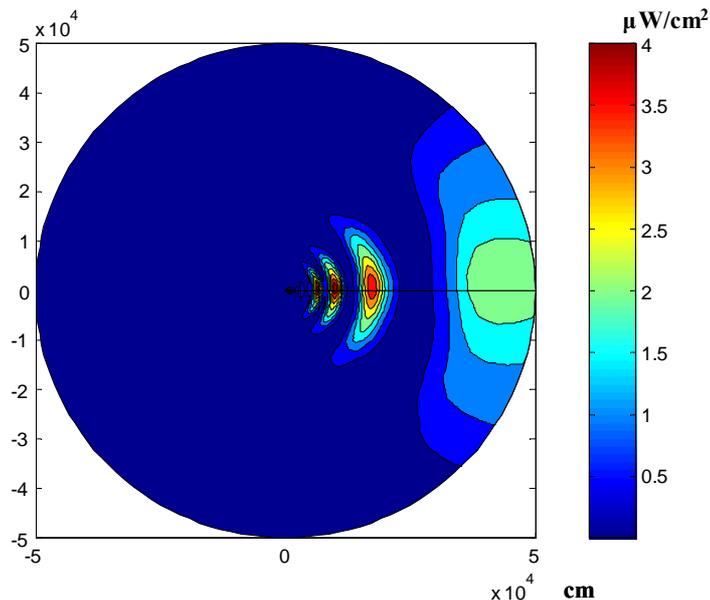


Figura 27

En la figura 27, se observa el diagrama de distribución de nivel de densidad electromagnética para un radio de 500 metros desde la antena sobre un plano a 2 mts. (Para potencia de emisión teórica de 16 Vatios). En este caso debe tenerse en cuenta que los niveles de radiación llegan hasta mas allá de los 500 mts. Con una densidad por arriba de un micro vatio por centímetro cuadrado.

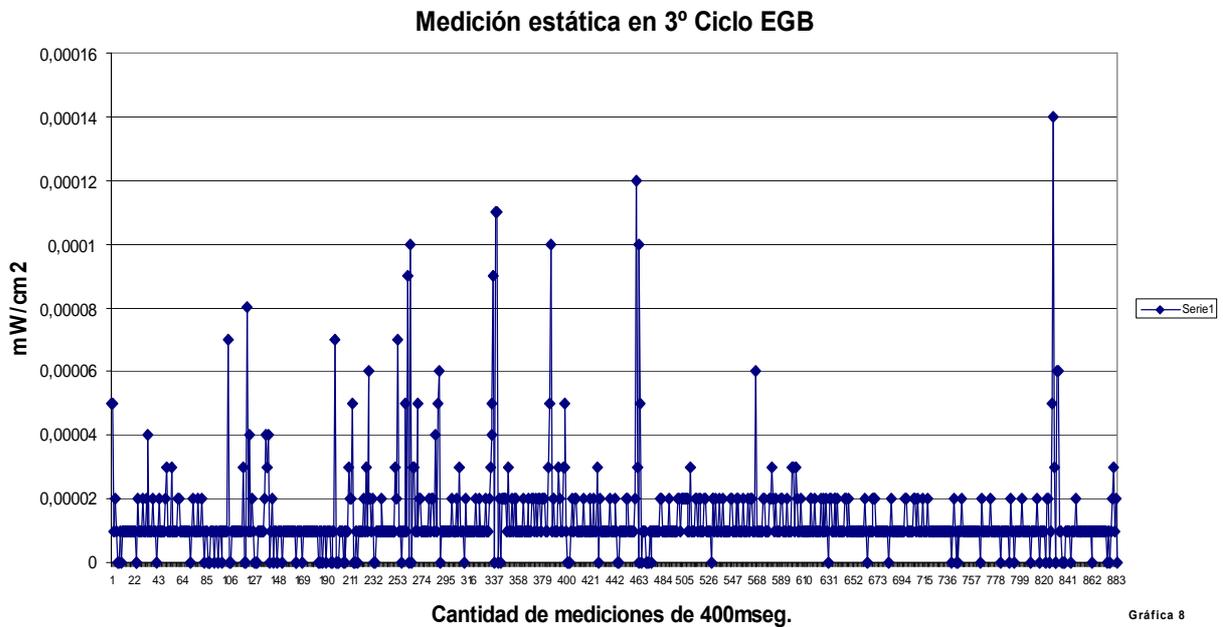


Gráfico 1

En el gráfico 1 se observan las mediciones reales realizadas por técnicos de la empresa Telecom Personal para una potencia real de 9 vatios de emisión. Esta medición fue la realizada por personal de Telecom Personal, para lo cual utilizó un medidor Marca Wendel & Goltermann, modelo EMR 300, certificado. Este medidor fue colocado en un aula del EGB3, en forma estática y se lanzo una medición de muestras cada 400mSeg, con ochocientas muestras en forma continua. La ubicación donde se colocó el medidor fue elegida por el personal de la empresa.

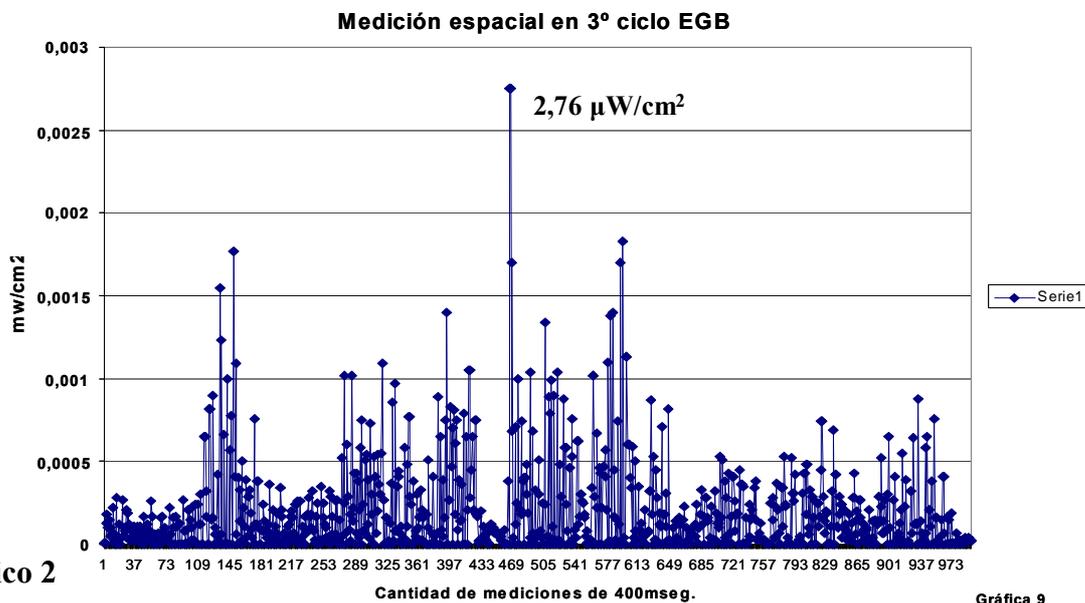
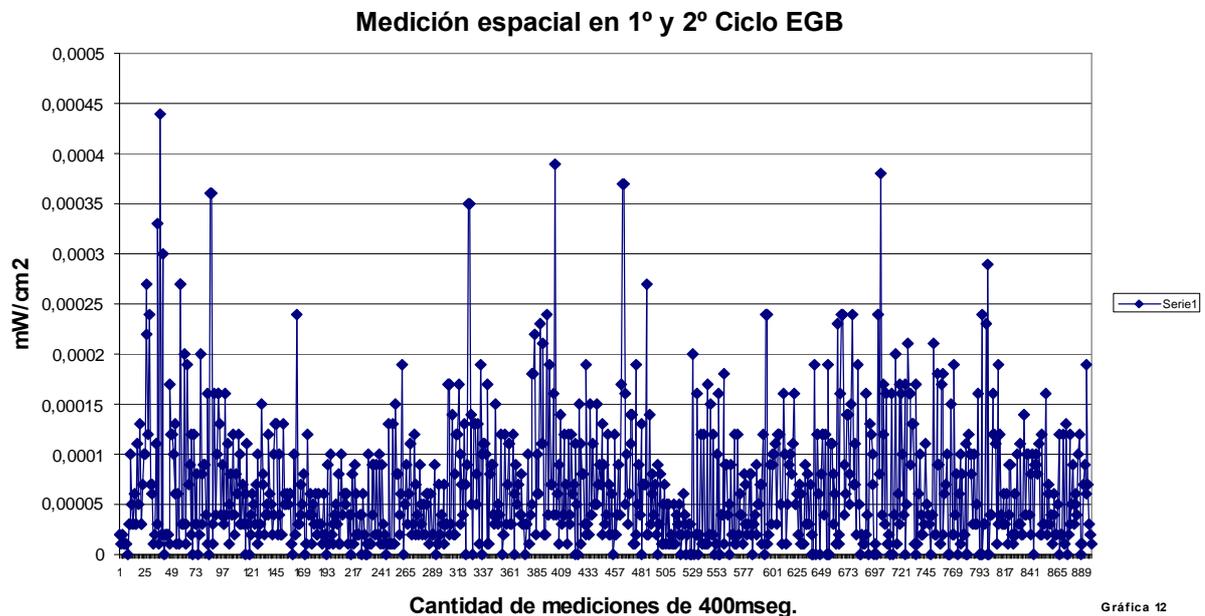


Gráfico 2

En el Gráfico 2 se puede observar la medición espacial. En este caso la medición fue realizada por el GEBI a continuación de la medición de Telecom Personal, pero con la modalidad de que el equipo no se colocó en un punto estático, sino que se hizo recorriendo un aula determinada durante las 800 lecturas automáticas con intervalos de 400 mSeg. Como se puede observar, existe un orden de magnitud en las lecturas.



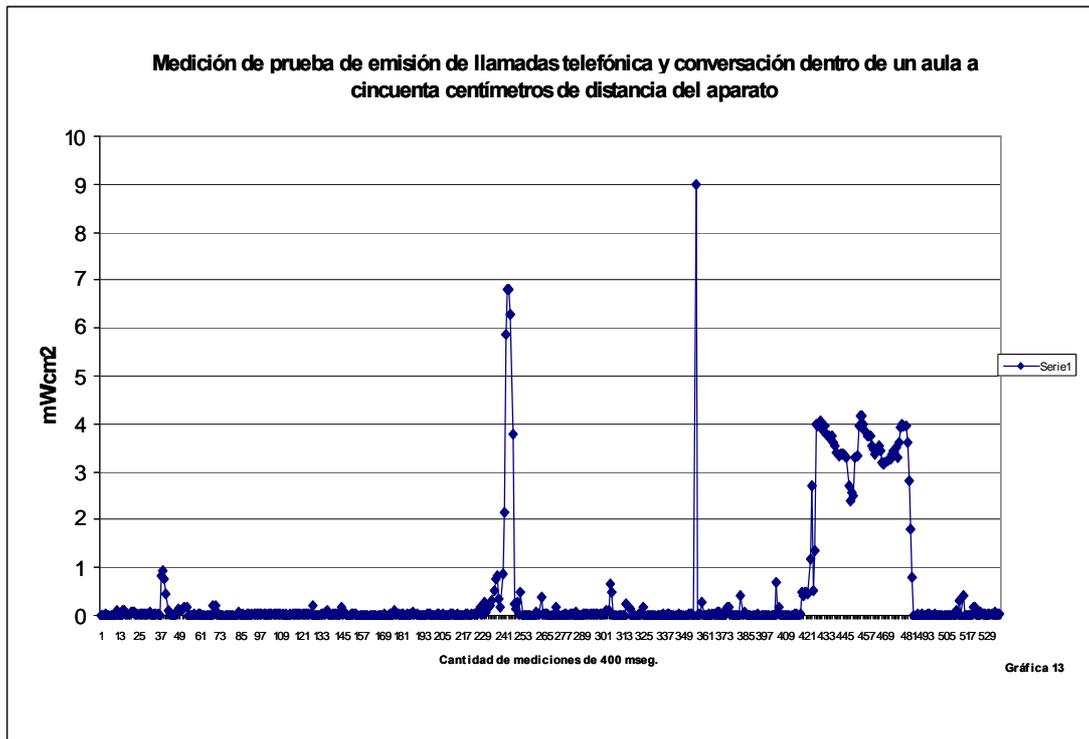
Gráfica 3

Esto se debe a que de esta manera se toma las lecturas en forma aleatoria, por lo tanto se consideran por igual puntos calientes o puntos fríos.

Debe tenerse en consideración que después de cinco años de operación de dicha torre, el resultado para el caso de la sección EGB3, es un registro de dos casos de muerte por cáncer entre los alumnos que concurrieron a esa escuela.

En el gráfico 3 se observa la medición espacial realizada por el GEBI dentro del sector de EGB3. En este caso se realizó la lectura en forma aleatoria, y los niveles son inferiores comparados con el caso del aula del EGB-3, Esto se debe a que se encuentra en una zona de menor radiación por una parte, y por otra el edificio de EGB-1/2 posee tejidos metálicos ornamentales en sus ventanas y techo de cemento armado, por lo tanto se encuentra protegido para las radiaciones electromagnéticas, ya que se estaría conformando una pseudo jaula de Faraday.

En la gráfica 4 se observa la medición realizada para la emisión de un teléfono celular. Esta medición corresponde a la de la densidad de campo electromagnético proveniente de un teléfono móvil, a una distancia de 60 centímetros. El pico que llega a 9mW/cm² (9.000 μW/cm²) en el instante de encendido del teléfono, y entre 3 y 4 mW/cm² (3.000 a 4.000 μW/cm²) durante la comunicación. Este nivel está fuera de toda norma ya que según la Resolución del Ministerio de Salud 202/95, establece un umbral de 965 μW/cm² para un período máximo de 6 minutos (Efecto Térmico).



Gráfica 4

Antecedentes Internacionales de Niveles de Densidad Permitidos

La FCC de Estados Unidos permite un límite, que se calcula de acuerdo al procedimiento indicado en el Boletín N° 65 /97 de la Oficina de Ingeniería y Tecnología del FCC (OET Bulletin 65 –August 1997), dado por

$$S_{\text{admisible}} = \frac{f}{300} \quad \left[\text{mW/cm}^2 \right]$$

para frecuencias hasta 1500MHz, estableciendo para el rango de 1500 a 100.000 MHz un valor fijo de 5 mW/cm², el cual es mas alto que el admisible de nuestro país.

En los Estados Unidos de América, la regulación en cuanto al nivel de radiación permitido, está reglado por el Comité Federal de Comunicaciones (FCC), y expresamente lo define en función al efecto térmico y con un tiempo de exposición no mayor a 30 minutos en el mejor de los casos, sino este límite es de 6 minutos.

A pesar de que es un regla federal, en este momento debido a fallos de la Suprema Corte Federal, y en otros casos estatales, 34 de los 48 estados continentales desconocen este umbral. El 1^{er} caso fue el de Omnipoint Communications v. Newtown Township, 00-353, 3rd U.S. Circuit Court of Appeals Supreme Court

International Conference on Cell Tower Siting - Linking Science & Public Health Salzburgo 7-8 de junio del 2000

1.- Se recomienda que los derechos para la erección y la operación de una estación base deberá estar sometida a un procedimiento de permiso. El protocolo deberá incluir los siguientes aspectos:

- *Información anticipada con la participación del público local*
- *Inspección de lugares alternativos para la instalación*
- *Protección de la salud y el bienestar*
- *Consideración en la conservación del panorama del terreno y ciudad*
- *Registro y medición de exposición.*
- *Consideración de exposición de las fuentes preexistentes de emisión de HF EMF.*
- *Inspección y monitoreo periódico después de la instalación.*
-

2.- *Se recomienda que se establezca una base de datos nacional a nivel de gobierno, para dar detalles de todas las estaciones base y sus emisiones.*

3.- *Se recomienda para las estaciones base preexistentes y las nuevas, explotar todas las posibilidades técnicas para asegurar exposiciones lo más bajas posibles (principio ALATA), y que las nuevas estaciones base estén planificadas para garantizar, que la exposición sobre lugares donde la gente pasa largos períodos de tiempo, sea la mas baja posible, pero con un estricto cumplimiento de las normas públicas de salud.*

4.- *En este momento las evaluaciones de los efectos biológicos de la exposición de radiación desde las estaciones base en el rango de bajo dosaje es dificultoso, pero es indispensable para la protección de la salud pública. No hay evidencia de un umbral que afecte a la salud en forma adversa.*

La recomendación de un límite específico de exposición está propensa a una considerable cantidad de incertezas, por lo cual debe considerarse como preliminar. Para el total de irradiaciones de alta frecuencia se recomienda el valor límite de 100 mW/m² (10 μW/cm²). Para una protección de la salud pública preventiva, se recomienda como un nivel de referencia para la suma del total de exposición desde todas las estaciones de EMF moduladas por pulsos de alta frecuencia, tales como estaciones base GSM, el valor de 1mW/m² (0.1 μW/cm²).

Normativa para la República Argentina

Dirección Nacional de Calidad Ambiental, de la Secretaría de Salud y Acción Social, establece un nivel admisible de densidad de potencia para el caso de la población en general, que está definido para el rango de frecuencias de 400MHz a 2000 MHz, en un valor dado por

$$S_{\text{admisible}} = \frac{f}{2000} \quad \left[\text{mW/cm}^2 \right]$$

Esta expresión forma parte de la resolución N° 202/95 del ministerio de Salud y Acción Social de la Nación.

De acuerdo a esta última expresión, el límite para la frecuencia de la antena GSM

$$S_{\text{admisible}} = \frac{1930}{2000} = 0,965 \quad \left[\text{mW/cm}^2 \right]$$

Ambas expresiones están dadas para efecto térmico con exposición máxima de 6 minutos de acuerdo a lo establecido por el ICNIRP.

Esta resolución de la Secretaría de Salud, fue resulta en función al estudio “Prospección de radiación electromagnética ambiental no ionizante” que fuera ordenado en 1984 y fue entregado y publicado en 1988. Como es notorio, para esa época, la telefonía celular era inexistente en el país.

NIVELES ADOPTADOS POR DISTINTOS PAISES

Suecia	0,0022 mW/cm ²	2,2 μW/cm ²
Italia	0,010 mW/cm ²	10 μW/cm ²
Austria	0,0001 mW/cm ²	0,1 μW/cm ²
Suiza	0,0042 mW/cm ²	4.2 μW/cm ²
Rusia	0,0024 mW/cm ²	2,4 μW/cm ²
Polonia	0,01 mW/cm ²	10 μW/cm ²
ECM	0,0027 mW/cm ²	2.7 μW/cm ²
Reino Unido	0.01 mW/cm ²	10 μW/cm ²
China	0.0033 mW/cm ²	3.3 μW/cm ²

Estos niveles son los actuales en función de tener en cuenta el efecto biológico, pero el único que daría una protección adecuada es el adoptado por Salzburgo, Austria

Los principales elementos que contribuyen a producir muchas enfermedades, en especial el cáncer, para el caso de los campos electromagnéticos, son los siguientes:

- 1.- Tiempo de exposición a las fuentes de microondas
- 2.- Distancia desde la fuente de emisión
- 3.- Rango de frecuencia de la fuente de emisión
- 5.- Tipo de modulación de las microondas
- 6.- Edad de los individuos irradiados

Principio Precautorio

Es una política de manejo del riesgo, aplicada en circunstancias de un alto grado de incertidumbre científica, que refleja la necesidad de tomar algún tipo de acción para riesgos potencialmente serios, sin esperar los resultados de las investigaciones científicas replicables y estudios estadísticos.

La Organización Mundial de la Salud, estableció que se reuniera su Comisión Europea, en una fecha determinada para el estudio de la aplicación del Principio Precautorio. Esta reunión fue fijada para el 24 al 26 de Febrero de 2003, en Luxemburgo. En dicha reunión la OMS decidió que existen suficientes evidencias para aplicar el “Principio Precautorio” tanto a frecuencias extremadamente bajas (ELF) como para las frecuencias de radio frecuencia y microondas (RF)/(MW).

Quienes dirigen el Proyecto Internacional de la OMS, Drs. Michael Repacholi y Leeka Kheifets, anticiparon la posición de la OMS donde se invocaría el Principio Precautorio para las radiaciones de ELF, RF y MW, para tomar acciones para la preservación del ambiente y la salud humana.

Decisión del Comité Político de la OMS

En Junio de 2003 este comité decidió no aplicar la resolución expresada por la reunión de Luxemburgo, aduciendo que ésto traería muchas demandas legales y dificultaría el desarrollo de las comunicaciones, y que debía esperarse a obtener mayores precisiones estadísticas.

Situación en la Republica Argentina para la aplicación del Principio Precautorio

Artículo 41 de la Constitución Nacional

Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las futuras generaciones; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.

Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

Corresponde a la Nación dictar las normas que protejan los presupuestos mínimos de protección, y a las Provincias, las necesarias para complementarlas, sin que aquellas alteren las jurisdicciones locales.

Artículo 42 de la Constitución Nacional

Los consumidores y usuarios de bienes y servicios tienen derecho, en relación del consumo, a la protección de su salud, seguridad e intereses económicos; a una información adecuada y veraz; a la libertad de elección y a condiciones de trato equitativo y digno.

Las autoridades proveerán a la protección de esos derechos, a la educación para el consumo, a la defensa de la competencia contra toda forma de distorsión de los mercados, al control de los monopolios naturales y legales, al de la calidad y eficiencia de los servicios públicos, y a la constitución de asociaciones de consumidores y de usuarios.

La legislación establecerá procedimientos eficaces para la prevención y solución de conflictos, y los marcos regulatorios de los servicios públicos de competencia nacional, previendo la necesaria participación de las asociaciones de consumidores y usuarios, y de las provincias interesadas, en los organismos de control.

Ley General del Ambiente N° 25.675

En nuestro país, la ley general del ambiente (ley 25.675) establece diez principios de política ambiental, entre ellos, el principio precautorio.

ARTICULO 4 - La interpretación y aplicación de la presente ley, y de toda otra norma a través de la cual se ejecute la política Ambiental, estarán sujetas al cumplimiento de los siguientes principios:

- **Principio precautorio**

Cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente.

Situación en la Provincia de Buenos Aires para la aplicación del Principio Precautorio

Artículo 28 de la Constitución Provincial

Los habitantes de la Provincia de Buenos Aires tienen derecho a gozar de un ambiente sano y al deber de conservarlo y protegerlo en su provecho y de las generaciones futuras. La Provincia ejerce el dominio eminente sobre el ambiente y los recursos naturales de su territorio incluyendo el subsuelo y el espacio aéreo correspondiente, el mar territorial y su lecho, la plataforma continental y los recursos naturales de la zona económica exclusiva, con el fin de asegurar una gestión ambientalmente adecuada. En materia ecológica deberá preservar, recuperar y conservar los recursos naturales, renovables y no renovables del territorio de la Provincia; planificar el aprovechamiento racional de los mismos; controlar el impacto ambiental de todas las actividades que perjudiquen el ecosistema; promover acciones que eviten la contaminación del aire, agua y suelo; prohibir el ingreso en el territorio de residuos tóxicos o radiactivos; y garantizar el derecho a solicitar y recibir la adecuada información y a participar en la defensa del medio ambiente, de los recursos naturales y culturales. Asimismo, asegurará políticas de conservación y recuperación de la cualidad de agua, aire y suelo compatible con la exigencia de mantener su integridad física y su capacidad productiva, y el resguardo de áreas de importancia ecológica, de la flora y la fauna. Toda persona física y jurídica cuya acción u omisión pueda degradar el ambiente está obligado a tomar todas las precauciones para evitarlo.

Legislación Provincia de Buenos Aires, Secretaria de Política Ambiental Artículo Nro. 28 de la Constitución Provincial y la Ley Nro. 11.723

Artículo 22°: Queda prohibida la radicación de instalaciones generadoras de campos electromagnéticos en el rango de frecuencias mayor a 300 KHZ en un radio menor o igual a 100 metros de los siguientes lugares: espacios verdes públicos, lugares históricos, hospitales, centros de salud, institutos de diagnóstico y/o tratamiento, clubes deportivos, jardines de infantes, escuelas, colegios, universidades, geriátricos, estaciones de servicio de combustibles y/o depósito de combustibles, playas de maniobras de camiones transportadores de combustibles o sustancias explosivas, depósitos de explosivos. La presente enumeración no es taxativa y puede ser ampliada por disposición de la autoridad de aplicación.-

Lamentablemente esta Resolución fue derogada, y reemplazada por la Resolución 144/07 a partir del 29 de Febrero, que elimina este artículo y lo reemplaza por el siguiente:

ARTICULO 15. Las nuevas instalaciones generadoras de campos electromagnéticos en el rango de frecuencias mayor a 300 KHz que se ubiquen en un radio menor de 100 m de, hospitales, centros de salud, geriátricos, jardines de infantes, escuelas, colegios, deberán presentar un estudio que demuestre la necesidad de adopción de la localización propuesta y su justificación por la no disponibilidad de sitios alternativos, necesidad de cobertura de servicio, conjuntamente con la evaluación de alternativas posibles. La viabilidad de las propuestas serán evaluadas por la Secretaria de Política Ambiental.

La aprobación de sitios en tales condiciones tanto para instalaciones nuevas como para preexistentes, podrá llevarse a cabo siempre que se demuestre que la nueva instalación no incrementa el nivel existente por encima de los límites de exposición establecidos en el Artículo 1°, o bien para las preexistentes, que el nivel existente en la zona encuadra en los

citados límites. En estos casos a su vez, se requerirán mediciones de control de radiaciones electromagnéticas a cargo de la empresa, las cuales comprenderán sitios sensibles y puntos de acuerdo a protocolo, y se realizarán con la periodicidad que esta Autoridad de Aplicación fije.

La Secretaría de Política Ambiental podrá requerir la relocalización de un sitio, cuando existan motivos de riesgo hacia la población.

Esto es producto de la presión ejercida por las Empresas de comunicaciones, pero los funcionarios se olvidan del último párrafo del artículo 28 de la Constitución Provincial que dice: “Toda persona física y jurídica cuya acción u omisión pueda degradar el ambiente está obligado a tomar todas las precauciones para evitarlo”.

Situación a nivel Municipal dentro de la Provincia de Buenos Aires

Los municipios no tienen posibilidad de legislar sobre los niveles de radiación electromagnética, pero si tienen la posibilidad de aplicar zonificación para la instalación de torres de antenas con emisión de ondas electromagnéticas.

Así han sido las soluciones encaradas por las comunidades de varios países como ser el Reino Unido, Australia, y Nueva Zelanda donde se excluye la posibilidad de instalar torres de telefonía celular dentro de un radio de 500 metros de escuelas, hospitales, hogares de ancianos y zonas residenciales.

Situación del Municipio de Bahía Blanca

1.- Exclusión de 500 metros alrededor de escuelas, hospitales, hogares de ancianos y zonas residenciales.

En este caso, prácticamente debido a la ubicación de escuelas, hospitales y hogares de ancianos, la zona de exclusión está dada por todo el ejido urbano

2.- Exclusión de toda zona residencial del ejido urbano

Este caso implica la erradicación de la mayoría de las antenas instaladas dentro de la ciudad, lo cual crea problemas técnicos de comunicación de los teléfonos con sus respectivas torres, en especial en la zona céntrica, debido a la baja potencia de los teléfonos.

Soluciones Técnicas Propuestas

Solución 1

Zonificación con la instalación de torres comunitarias fuera de la Zona Residencial de la Ciudad de Bahía Blanca

Problema:

Pérdida de comunicaciones entre teléfonos y torres debido a la baja potencia de emisión de los teléfonos

Solución:

Mantener torres con antenas receptoras dentro de la zona residencial las que se enlazarían con las torres comunitarias mediante fibra óptica, y o enlaces puntuales de microondas.

Las torres comunitarias deberán estar instaladas a no menos de 2000 metros de las zonas residenciales

Solución 2

Zonificación con la instalación de equipos de potencia limitada sin torres.

Problema:

Pérdida de comunicaciones entre teléfonos cuando se aleja de la zona residencial debido a la baja potencia de emisión de los teléfonos

Solución:

Esto consiste en colocar un equipo trans-receptor de baja potencia por cuadra dentro de la Zona Residencial de la Ciudad de Bahía Blanca sin antena, reemplazando éstas por una línea con pérdida a lo largo de la cuadra.

Mantener torres con antenas trans-receptoras fuera de la zona residencial. Las torres comunitarias deberán estar instaladas a no menos de 2000 metros de las zonas residenciales

Situación Provincia de Córdoba

Constitución Provincia de Córdoba – Título “Medio ambiente y calidad de vida”

Artículo 66. Toda persona tiene derecho a gozar de un medio ambiente sano. Este derecho comprende el de vivir en un ambiente físico y social libre de factores nocivos para la salud, a la conservación de los recursos naturales y culturales y a los valores estéticos que permitan asentamientos humanos dignos, y la preservación de la flora y la fauna.

El agua, el suelo y el aire como elementos vitales para el hombre, son materia de especial protección en la Provincia.

El Estado Provincial protege el medio ambiente, preserva los recursos naturales ordenando su uso y explotación, y resguarda el equilibrio del sistema ecológico, sin discriminación de individuos o regiones.

Para ello, dicta normas que aseguren:

- 1. La eficacia de los principios de armonía de los ecosistemas y la integración, diversidad, mantenimiento y recuperación de recursos.**
- 2. La compatibilidad de la programación física, económica y social de la Provincia, con la preservación y mejoramiento del ambiente.**
- 3. Una distribución equilibrada de la urbanización en el territorio.**
- 4. La asignación prioritaria de medios suficientes para la elevación de la calidad de vida en los asentamientos humanos.**

Defensor del Pueblo

Artículo 124. La Legislatura con el voto de los dos tercios de sus miembros designa al Defensor del Pueblo, como comisionado para la defensa de los derechos colectivos o difusos, la supervisión sobre la eficacia en la prestación de los servicios públicos y la aplicación en la administración de las leyes y demás disposiciones, de acuerdo con lo que determine la ley. Goza de las inmunidades y privilegios de los legisladores, dura cinco años en sus funciones y no puede ser separado de ellas sino por las causales y el procedimiento establecido respecto al juicio político.

Municipios:Competencia material

Artículo 186. Son funciones, atribuciones y finalidades inherentes a la competencia municipal:

7. Atender las siguientes materias: salubridad; salud y centros asistenciales; higiene y moralidad pública; ancianidad, discapacidad y desamparo; cementerios y servicios fúnebres; planes edilicios, apertura y construcción de calles, plazas y paseos; diseño y estética; vialidad, tránsito y transporte urbano; uso de calles y subsuelo; control de la construcción; protección del medio ambiente, paisaje, equilibrio ecológico y polución ambiental; faenamiento de animales destinados al consumo; mercados, abastecimiento de productos en las mejores condiciones de calidad y precio; elaboración y venta de alimentos; creación y fomento de instituciones de cultura intelectual y física y establecimientos de enseñanza regidos por ordenanzas concordantes con las leyes en la materia; turismo; servicios de previsión, asistencia social y bancarios.

OMS (Organización Mundial de la Salud)

Debido a que algunas experiencias en las cuales los campos de ondas electromagnéticas de bajo nivel en el orden de los $\mu\text{W}/\text{cm}^2$, han presentado algunas evidencias de daño a organismos vivos, ha emprendido, a partir de 1996, un programa multidisciplinario de investigación de gran magnitud, a nivel internacional, para poder establecer cuál es el nivel aceptable de radiación electromagnética que puede establecerse como seguro para la salud humana.

Este estudio comenzó en 1996, por un comité especial para este tema. En el momento de inicio se dijo que en 1999 se tendría una definición. Cumplido este plazo fue prorrogado hasta el 2003 para luego ser nuevamente extendido al año 2007 durante el cual se espera que sea entregado. Esto tiene un parangón con el caso de los asbestos (amianto) que iniciaron el estudio del efecto cancerígeno en 1919, para recién prohibir el uso de los asbestos en forma definitiva a partir de 1980, debido a que se encontró un sustituto económicamente más rentable.

ICNIRP (Comité Internacional para Protección de Radiaciones No Ionizantes)

“Lineamiento Básico para la Limitación de Exposición”, (Abril 1998) dice:

Este lineamiento para la limitación de la exposición se ha desarrollado siguiendo una revisión de toda la literatura científica publicada. El criterio aplicado en el transcurso de la revisión fue diseñado para evaluar la credibilidad de varios de los reportes encontrados (Repacholi y Stolwijk 1991; Repacholi y Cardis 1997)); solamente establecen efectos que están limitados en base de exposición de radiación restringida. La posibilidad de cáncer inducido por la exposición a radiaciones para largo término no han sido consideradas para el establecimiento del límite, por lo tanto este lineamiento está basado en término de tiempos cortos, y efectos de la salud inmediatos tales como la estimulación de los nervios y

músculos periféricos, golpes y quemaduras causadas por el toque de elementos conductores, y elevación de la temperatura de la piel como resultado de la absorción de energía durante la exposición de REM (Radiación Electromagnética)._En el caso potencial de los efectos de exposición a largo término, tal como el incremento de riesgo de cáncer, ICNIRP concluye que los datos disponibles son insuficientes para proveer lineamientos básicos para establecer restricciones a la exposición, aunque se esté avanzando en estudios epidemiológicos que proveen de datos sugestivos, pero no convincentes.

Como podemos observar la norma establecida por el ICNIRP es exclusivamente aplicable a efecto térmico, y expresamente deja de lado todo efecto biológico, además establece un período de tiempo, el cual es de 6 minutos, por lo tanto, no puede tomarse como referencia a exposición crónica, como lo es el caso de transmisión continua, como lo son las transmisiones de telefonía celular, estaciones de AM - FM, y Televisión, siendo esto más problemático para modulación digital.

FCC (Federal Communication Commission)

“Una guía para gobiernos locales oficial, para la emisión segura de antenas transmisoras de emisión de RF” (Julio 2000)

El límite establecido para el MEP (Maximum Permissible Exposure)(Exposición Máxima Permissible) son especificados para límites de tiempos promedios de exposición. Esto significa que la exposición puede ser promediada sobre un intervalo tiempo promedio especificado (30 minutos para población en general/exposición no controlada o 6 minutos para caso de ocupacional/ exposición controlada. Sin embargo para el caso de público en general, el tiempo promedio no es usualmente aplicable debido a las incertezas sobre las condiciones de exposición exactas y la dificultad del control del tiempo de exposición. Por lo tanto, la aproximación conservativa típica, es asumir que cualquier exposición a RF para el público en general es continua dentro del tiempo establecido.

Como podemos observar la norma establecida por la FCC es exclusivamente aplicable a efecto térmico, y para un período de 6 minutos, por lo tanto no puede tomarse como referencia a exposición crónica, como lo es el caso de transmisión continua.

Organizaciones Internacionales

Comisión Internacional para la Seguridad Electromagnética (ICEMS)

Resolución de Benevento

La Comisión Internacional para la Seguridad Electromagnética (ICEMS) organizó una conferencia internacional denominada *Aproximación al Principio de Precaución y los Campos Electromagnéticos: Racionalidad, legislación y puesta en práctica*, en la ciudad de Benevento, Italia, los días 22,23 y 24 de febrero de 2006. La reunión fue dedicada a W. Ross Adey, M.D. (1922-2004).

En la conferencia, los científicos han desarrollado y ampliado la resolución 2002 de Catania y han resuelto que :

1. Nuevas evidencias acumuladas indican que hay efectos adversos para la salud como resultado de la exposiciones, laboral y pública, a los campos eléctricos, magnéticos y

electromagnéticos, o CEM, en los niveles de exposición actuales. Es necesario, pero todavía no se ha realizado, un examen comprensivo, independiente y transparente de las pruebas puntuales que señalan este riesgo potencial emergente para la salud pública.

2. Los recursos y medios necesarios para esto son bastante inadecuados, a pesar del explosivo crecimiento de las tecnologías de telecomunicaciones así como la inversión enorme en el transporte eléctrico.
3. Hay evidencias de que las fuentes actuales de financiación sesgan y desvían los análisis y la interpretación de los resultados de las investigaciones hacia el rechazo de la evidencia de riesgos para la salud pública.
4. Los argumentos según los cuales los campos electromagnéticos (CEM) de intensidad débil no pueden afectar sistemas biológicos no representan el conjunto actual de la opinión científica.
5. De acuerdo con nuestra revisión científica, los efectos biológicos pueden ocurrir por exposiciones campos electromagnéticos de baja frecuencia y los campos electromagnéticos de radiofrecuencias y microondas. Los estudios epidemiológicos así como los experimentos *in vivo* e *in vitro* demuestran que la exposición a ciertos campos electromagnéticos de baja frecuencia puede aumentar el riesgo del cáncer en niños e inducir otros problemas de salud en niños y adultos.
Además, hay una evidencia epidemiológica acumulada que indica un riesgo creciente de tumor cerebral por el uso a largo plazo de teléfonos móviles, los primeros campos electromagnéticos de radiofrecuencias que han comenzado a ser estudiados comprensivamente.
Los estudios epidemiológicos y de laboratorio que demuestran los riesgos crecientes para los cánceres y otras enfermedades por exposiciones laborales a campos electromagnéticos no pueden ser ignorados. Los estudios de laboratorio sobre cánceres y otras enfermedades han divulgado que la hipersensibilidad a campos electromagnéticos puede ser debida en parte a una predisposición genética.
6. Animamos a los gobiernos a que adopten una normativa marco de pautas para la exposición pública y laboral a campos electromagnéticos (CEM) que reflejen el Principio de Precaución, como algunos países han hecho ya. Las estrategias preventivas deben basarse en el diseño de estándares de funcionamiento y pueden no definir necesariamente umbrales numéricos porque tales umbrales se pueden interpretar erróneamente como los niveles debajo de los cuales ningún efecto nocivo puede ocurrir. Estas estrategias deben incluir:
 - 6.1. Promover las alternativas a los sistemas de comunicación sin hilos, por ejemplo: uso de la fibra óptica y de los cables coaxiales; diseño de teléfonos portátiles con especificaciones más seguras de funcionamiento, incluyendo la radiación lejos de la cabeza; preservar las líneas telefónicas terrestres existentes. Soterrar las líneas eléctricas de áreas pobladas, solamente instalarlas en zonas residenciales como último recurso.
 - 6.2. Informar a la población los riesgos potenciales del uso de los teléfonos móviles e inalámbricos. Aconsejar a los usuarios limitar llamadas por teléfonos móviles y utilizar una línea telefónica para las conversaciones largas.

- 6.3. Limitar el uso de los teléfonos móviles e inalámbricos a niños, jóvenes y adolescentes al nivel más bajo posible y prohibir, de una manera urgente, a compañías de telecomunicación de la comercialización y publicidad dirigida a ellos.**
- 6.4. Requerir a los fabricantes que provean dispositivos de manos libres (altavoz o auriculares), para cada teléfono móvil e inalámbrico.**
- 6.5. Proteger a los trabajadores de los equipo de generación de CEM, con restricciones en los accesos y blindaje electromagnético de individuos y estructuras físicas.**
- 6.6. Planificar la instalación de antenas estaciones base y otras infraestructuras de telecomunicaciones para reducir al mínimo la exposición humana. Registro de las estaciones base de telefonía con las entidades de planificación locales y uso de cartografía digital para informar al público sobre las exposiciones potenciales posibles. Las propuestas para los sistemas inalámbricos urbanos (por ejemplo. Wi-Fi, WIMAX, sometidas a una revisión pública de la exposición potencial a campos electromagnéticos (CEM) y, en el caso de estar instalados con anterioridad, los municipios deben asegurar una información disponible para todos y actualizada regularmente.**
- 6.7. Definir zonas urbanas libres de emisiones, en edificios públicos (escuelas, hospitales, áreas residenciales) y en los sistemas de transporte público, con el objetivo de permitir el acceso a las personas extremadamente sensibles a campos electromagnéticos (CEM).**
- 7. La ICEMS está dispuesta ayudar a las instituciones en el desarrollo de una agenda de la investigación de campos electromagnéticos. ICEMS anima el desarrollo de protocolos clínicos y epidemiológicos para las investigaciones de conglomerados (clusters) geográficos de personas con reacciones alérgicas y otras enfermedades o sensibilidades a campos electromagnéticos (CEM), y documenta la eficacia de intervenciones preventivas. ICEMS anima la colaboración científica y las revisiones de los resultados de las investigaciones.**

Nosotros, los científicos abajo firmantes, estamos de acuerdo en la necesidad de ayudar a la promoción de la investigación sobre campos electromagnéticos y el desarrollo de estrategias de protección de la salud pública con la aplicación del principio de precaución.

Firmantes:

Fiorella Belpoggi, Fundación Europea de Oncología y Ciencias Medioambientales, B.Ramazzini, Bolonia, Italia.

Carl F. Blackman, Presidente de la Sociedad de Bioelectromagnetismo, (1990-91), Raleigh, NC, Estados Unidos.

Martin Blank, Departamento de Fisiología, Universidad de Columbia, Nueva York, Estados Unidos.

Natalia Bobkova, Instituto de Biofísica Celular, Pushchino, Región de Moscú

Francesco Boella, Instituto Nacional de Prevención y Seguridad en el Trabajo, Venecia, Italia

Zhaojin Cao, Instituto Nacional de Salud Medioambiental, Centro Chino para el Control de Enfermedades, China

Sandro D.Allessandro, Físico, Alcalde de Benevento, Italia, (2001-2006).

Enrico D.Emilia, Instituto Nacional para la Prevención y Seguridad en el Trabajo, Monteporzio, Italia

Emilio Del Giudice, Instituto Nacional de Física Nuclear, Milán, Italia.

Antonella De Ninno, Agencia Nacional para la Energía, Medio Ambiente y Tecnología de Italia,

Frascati, Italia

Alvaro A. De Salles, Universidad Federal de Rio Grande del Sur, Porto Alegre,

Brasil

Livio Giuliani, Veneto del Este y Sur del Tirol, Instituto Nacional para la Prevención y la Seguridad en el Trabajo, Universidad de Camerino.

Yury Grigoryev, Instituto de Biofísica; Presidente del Comité Nacional Ruso del NIERP.

Settimo Grimaldi, Instituto de Neurobiología y Medicina Molecular, Centro de Investigación Nacional, Roma, Italia

Lennart Hardell, Departamento de Oncología, Hospital Universitario, Orebro, Suecia

Magda Havas, Estudios sobre Recursos y Medio Ambiente, Universidad de Trent, Ontario, Canadá

Gerard Hyland, Universidad de Warwick, Reino Unido; Instituto Internacional de Biofísica, Alemania; EM Radiation Trust, Reino Unido

Olle Johansson, Unidad de Dermatología Experimental, Departamento de Neurociencias, Instituto Karolinska, Suecia.

Michael Kundi, Jefe del Instituto de Salud Ambiental, Universidad Médica de Viena, Austria.

Henry C. Lai, Departamento de Bioingeniería, Universidad de Washington, Seattle, Estados Unidos

Mario Ledda, Instituto de Neurobiología y Medicina Molecular, Consejo Nacional para la Investigación, Roma, Italia

Yi-Ping Lin, Centro de Políticas y Análisis de los Riesgos para la Salud, Universidad Nacional de Taiwan, Taiwán.

Antonella Lisi, Instituto de Neurobiología y Medicina Molecular, Consejo Nacional para la Investigación, Roma, Italia.

Fiorenzo Marinelli, Instituto de Inmunocitología, Consejo Nacional para la Investigación, Bolonia, Italia

Elihu Richter, Jefe de Medicina Laboral y Medioambiental, Universidad Hebrea-Hadassah, Jerusalem, Israel

Emanuela Rosola, Instituto de Neurobiología y Medicina Molecular. Consejo Nacional para la Investigación, Roma, Italia

Leif Salford, Jefe del Departamento de Neurocirugía, Universidad de Lund, Suecia.

Nesrin Seyhan, Jefe del Departamento de Biofísica, Director del Gazi NERP Center, Ankara, Turquía.

Morando Soffritti, Director científico de la Fundación Europea de Oncología y Ciencias Medioambientales,

B. Ramazzini, Bolonia, Italia

Stanislaw Szmigielski, Instituto Militar de Epidemiología e Higiene, Varsovia, Polonia

Mikhail Zhadin, Instituto de Biofísica Celular, Pushchino, Región de Moscú

Solución Técnica Para lograr emisiones de bajo nivel sin afectar el sistema de comunicaciones inalámbricas

En primer lugar se deben cambiar los actuales transmisores por equipos trans-receptores para telefonía celular que son de tamaño reducido, como se puede apreciar en la figura 28 y deberían ser colocados uno por cuadro conectados a líneas con pérdidas para producir un campo de irradiación bajo en toda la zona de influencia.

Equipos Ericsson RBS-230 para telefonía GSM de Baja Potencia



© Ing Nestor H Mata

90

Figura 28

En lugar de torres con antenas se usa un cable coaxial construido especialmente para que irradie con bajo nivel de densidad de potencia. Este cable coaxial está preparado ex profeso con una apertura en el blindaje para producir pérdidas de bajo nivel como se puede apreciar en la figura 29. Con este tipo de cable se puede conseguir una densidad de campo electromagnético por debajo de $1\mu\text{W}/\text{cm}^2$.



Figura 29

El costo estimativo de una instalación utilizando este tipo de configuración es del orden de un 20% más cara que la instalación utilizando torres, para una misma cobertura.



**Universidad Tecnológica Nacional
Facultad Regional Bahía Blanca
Grupo de Estudios de Bio-Ingeniería**

**Ing Néstor Hugo Mata
Director**

nmata@frbb.utn.edu.ar

Villa María, 4 de Mayo de 2007