

Boletín No 31

Noviembre, 1996

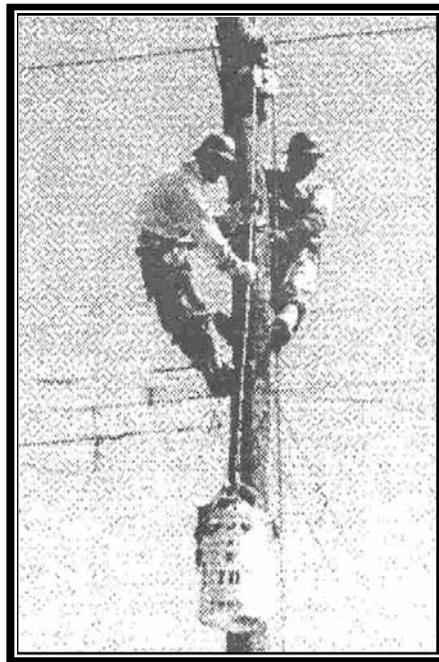


CENTRO DE ESTUDIOS URBANOS Y REGIONALES

Universidad de San Carlos de Guatemala

*QUE SON LOS CAMPOS ELECTROMAGNETICOS
Y COMO AFECTAN NUESTRA SALUD*

Columba Sagastume Paiz



PRESENTACIÓN

En esta oportunidad, el Centro de Estudios Urbanos y Regionales - CEUR- de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC- presenta a la

comunidad guatemalteca e internacional el trabajo titulado “¿Qué son los campos electromagnéticos? : Cómo afecta nuestra salud”.

Hace algunos años, el CEUR inició la implementación de una nueva línea de investigación referida al campo de la salud urbana. Entre otros trabajos relativos a la relación entre la sociedad y el campo de la salud pública se realizó una investigación titulada “Campos Electromagnéticos de extrema baja frecuencia y la incidencia de cáncer en la población urbana de la ciudad de Guatemala”, la que fuera concluida por el equipo de profesionales, encabezada por la Doctora Karin Slowing Umaña e Ingeniera Agrónomo Columba Sagastume Paiz.

Dicho estudio es bastante voluminoso, consta de dos tomos, por lo que resultó demasiado oneroso para nuestro centro de estudios su impresión completa, a pesar de haber intentado obtener recursos complementarios para su publicación. La mencionada investigación fue financiada por la Dirección General de Investigación -DIGI- de la Universidad de San Carlos de Guatemala, habiéndose constituido en el CEUR el equipo que lo elaboró finalmente, previa discusión científica en varios momentos de su concreción, en el seno del cuerpo técnico.

Por todo ello, se decidió dar a conocer las partes más importantes de tal investigación por medio de un boletín que con claridad y en lenguaje coloquial diese a conocer los principales resultados de tan importante estudio. Es esta labor realizada por la Ingeniera Agrónomo Columba Sagastume Paiz, la que nuestro centro de estudios pone en sus manos. Los dibujos y diagramas fueron realizados por el Arq. Umán Rodríguez y por el señor Nelson Morales, los cuales consideramos ilustrarán y facilitarán la comprensión del contenido del boletín del CEUR que hoy presentamos.

LA COORDINACION

Todas las medidas contempladas en este estudio deben verse como propuestas básicas a discutir conjuntamente con los sectores involucrados en esta problemática. No es viable seguir abordando el problema presente y futuro de exposición a CEM como un estandarte de ciertos sectores. Puede ser que la sociedad guatemalteca se esté enfrentando a un problema real; por lo tanto, lo que procede, en aras de la reconciliación social y la búsqueda de nuevas formas de convivencia pacífica, es el abordaje conjunto del problema para su estudio y discusión, desarrollando e implementando acciones que tiendan a salvaguardar el precario bienestar y la salud de los guatemaltecos. Un instrumento clave para este proceso es la información y el diálogo, pero también el desarrollar un proceso integrado de planificación urbana en donde se incorpore el crecimiento del sistema eléctrico de la ciudad con una visión de corto, mediano y largo plazo, y que tenga como objetivo primario, hacer de esta ciudad un espacio habitable y que fomente el desarrollo y la salud humana.

I. INTRODUCCIÓN.

La energía eléctrica es parte de la vida cotidiana, y un fenómeno al que todos estamos acostumbrados. Con el simple hecho de accionar un botón podemos convertir la noche en día, y obtener innumerables beneficios que van desde la facilitación de tareas domésticas, la mejora en la productividad, hasta la cura de determinadas enfermedades, la unión de fracturas óseas y el diagnóstico mediante técnicas de alta tecnología. Sin embargo, el uso de la energía eléctrica conlleva la necesidad de tomar ciertas precauciones para prevenir los electrochoques si se usan inadecuadamente. Adicionalmente, en los últimos años ha surgido una interrogante sobre la energía eléctrica, que se refiere a la posible relación de ésta con el cáncer (leucemias y tumores cerebrales). Estudios epidemiológicos sugieren la presencia de una posible asociación entre la exposición a Campos Electromagnéticos (CEM) y ciertos tipos de cáncer.

"ELECTROCONTAMINACION: Término acuñado para describir los peligros para la salud y el medio ambiente provocados por los campos electromagnéticos (CEM). Dentro de las fuentes de electrocontaminación se hallan incluidas las Unidades de Representación Visual (URV), las líneas de energía, las luces eléctricas y las unidades de potencia, los sistemas radar, las estaciones transmisoras de radio y microondas, y los hornos microondas. Dichas fuentes generan campos electromagnéticos de diferente intensidad".. (Informe Tierra, 1991 p. 89-90).

La fuente principal de electrocontaminación (o contaminación electromagnética) proviene de las fuentes o dispositivos de generación, transmisión, transformación y distribución de energía eléctrica, y el riesgo de que éstos procesos aumenten la incidencia de cánceres.

Este trabajo pretende hacer un repaso general a los conceptos básicos, principios de funcionamiento y la fuente principal de emisión de CEM. Así como explicar cómo se transmiten las ondas electromagnéticas.

Adicionalmente, se presenta una serie de cuadros en los cuales se indican los aparatos electrodomésticos más comunes, y los valores

mínimos y máximos que generan éstos aparatos a diferentes distancias, para que con la debida información y comprensión, se tomen las precauciones indispensables en su utilización.

Es necesario señalar que el presente boletín se deriva del Trabajo de Investigación realizado por el Centro de Estudios Urbanos y Regionales -CEUR- y la Dirección General de Investigación -DIGI-, ambas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, titulado: "Campos electromagnéticos de extrema baja frecuencia y la incidencia de cáncer en la población urbana de la Ciudad de Guatemala", el cual está a disposición de los lectores en la Biblioteca "Flavio Quesada" del CEUR, en el cual se profundiza más sobre la temática aludida, contando con una extensa revisión de literatura.

II. CAMPOS ELECTROMAGNETICOS (CEM) Y SALUD EN GUATEMALA.

ANTECEDENTES:

El posible daño que los CEM causan a la salud humana se convirtió en un tema nuevo para los guatemaltecos a partir de marzo de 1993, cuando un grupo de vecinos de esta ciudad -ante la virtual instalación de una subestación eléctrica en un sector de la zona 10- solicitaron a la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA- una copia del Estudio de Impacto Ambiental que tendría que haber presentado la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA), previo autorizar la instalación de dicha subestación, en cumplimiento con la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente¹. Ante la inoperancia e indiferencia de CONAMA, se promovió un juicio en contra de los funcionarios involucrados en estar violando las normas constitucionales², pues no se había presentado el referido estudio. Este juicio promovió que en junio de 1993, la Empresa Eléctrica de Guatemala contratara a ICAITI para realizarlo.

Este estudio estuvo basado en lineamientos para realizar evaluaciones de impacto ambiental, pero no tomó en cuenta al ser humano como parte fundamental de éste último. ICAITI tomó como único parámetro de exposición la medición puntual de campos electromagnéticos, concluyendo que: *"La salud de la población humana cercana a las líneas de transmisión y la subestación no se verá afectada por ruido, vibraciones, ni expuesta a emisiones electromagnéticas mayores que las consideradas como niveles seguros y dentro de estándares actualmente vigentes en países desarrollados. Por lo tanto, en base al análisis que se detalla en este documento, el proyecto se estima que puede desarrollarse con mínima afectación al medio ambiente"* (ICAITI, 1993 p. ix). En el grupo que realizó

¹ Artículo 8 del Decreto 68-86 del Congreso de la República.

² Artículos 95 y 97 de la Constitución Política de la República de Guatemala (referente al derecho humano a la salud y a un medio ambiente sano), y artículo 8 del Decreto 68-86.

dicha investigación no se contó con un solo investigador en salud, ni se tomaron en cuenta otras variables (por ejemplo: tiempo de exposición, dosis-respuesta, distancia de la fuente, etc.) que si se han estudiado en otros países para tratar de establecer con mayor objetividad si hay o no efectos dañinos sobre la salud.

Previo a que CONAMA resolviera la aprobación del estudio de impacto ambiental, ésta conminó a la EEGSA a firmar un convenio con cualquier institución privada o alguna de las Universidades del país para realizar estudios sobre este tema, firmándose dicho convenio con la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-. En 1994, el Centro de Investigaciones de las Ciencias de la Salud -CICS- de la Facultad de Medicina, presentó a la EEGSA un anteproyecto para un estudio epidemiológico sobre este tema a nivel de la Ciudad de Guatemala, el cual no fue aceptado por dicha institución. Paralelamente, el Centro de Estudios Urbanos y Regionales -CEUR- de esa misma Universidad, estaba trabajando en la elaboración del protocolo del estudio "*Campos electromagnéticos de extrema baja frecuencia y la incidencia de cáncer en la población urbana de la Ciudad de Guatemala*" y, al ser esto del conocimiento de la EEGSA, se abocó a CEUR, discutiéndose la posibilidad de que ésta institución financiara la ejecución del mismo.

1. En agosto de 1994, se entregó a la EEGSA una copia del protocolo completo de la investigación, con el objetivo de iniciar los trámites de obtención de financiamiento³, sin obtener ninguna respuesta de la EEGSA durante más de un año. Sin embargo, durante ese tiempo, el equipo de investigación del CEUR llevó a cabo el estudio contando para ello, con el apoyo financiero de la Dirección General de Investigación -DIGI-. Por lo tanto, los resultados de ese estudio constituyen el primer aporte que se hace al conocimiento de los efectos de los CEM sobre la incidencia de cáncer en la población guatemalteca.

³ El protocolo fue entregado personalmente al Gerente de Servicios Administrativos de la EEGSA en agosto de 1994.

En octubre de 1995 -sin tener conocimiento de que ese estudio se estaba realizando- la EEGSA, a través del Jefe de Asistencia Técnica de la Gerencia de Operaciones, se abocó nuevamente al CEUR solicitando otra vez el protocolo de esta investigación, aduciendo que la copia que se les había dado en 1994 "se les había extraviado". Al informarle que el estudio estaba en proceso, se planteó que existía otra propuesta de investigación, orientada esta vez, a evaluar la exposición de los trabajadores (estudio ocupacional). Se elaboró un nuevo protocolo y se discutió nuevamente la posibilidad de que la EEGSA apoyara en esta oportunidad el desarrollo del estudio. Sin embargo, se objetó que el mismo no era de tipo residencial sino dirigido a la población trabajadora de la institución, lo cual no era deseable para la institución (ya que podía acarrearles problemas con el sindicato). Después de discutir las razones técnicas que llevaron a plantear este segundo protocolo, se acordó que se buscaría el apoyo de la Gerencia General, previa presentación de un resumen ejecutivo de la propuesta y de una detallada justificación de su carácter ocupacional. A junio de 1997, no se logró concretar ningún tipo de apoyo por parte de la EEGSA; ni siquiera se había dado respuesta a una solicitud del CEUR para obtener una copia de la localización del tendido eléctrico de la ciudad desde 1995, como tampoco se cumplió el ofrecimiento de prestar un dosímetro⁴ y apoyo técnico para realizar algunas mediciones puntuales en la Ciudad, como en su oportunidad se acordó con el Jefe de Asistencia Técnica de la Gerencia de Operaciones.

Con la realización del primer estudio sobre exposición residencial a CEM y la incidencia de leucemias y tumores cerebrales en la población de la Ciudad de Guatemala, la Universidad de San Carlos ha honrado su compromiso de aportar su recurso humano y financiero para el estudio de esta temática, según el convenio firmado con la EEGSA en 1993. Corresponde ahora a esta institución, asumir su responsabilidad para con la población y con sus propios trabajadores y a la Comisión Nacional del Medio Ambiente -CONAMA-, velar porque se cumpla.

⁴ Aparato para medición de campo magnético que utiliza el miliGauss como unidad de medición.

III. EL PAPEL DE LA ELECTRICIDAD EN EL DESARROLLO DE LA CIUDAD DE GUATEMALA

En Guatemala las actividades de desarrollo del sector eléctrico no responden a un Plan General de Electrificación, sino que la red de energía eléctrica se ha ido incrementando con el tiempo en función de la demanda requerida. Por ejemplo, en los últimos años las zonas 9 y 10 de la Ciudad se han ido convirtiendo en un área comercial, por lo cual hubo necesidad de incrementar la red en base al incremento de la demanda, que proviene principalmente de consumidores industriales y comerciales. Esto obligó a la EEGSA a establecer nuevas subestaciones en áreas residenciales y/o escolares densamente pobladas, entre ellas la del Boulevard Los Próceres, Ciudad Vieja y una más que está en proyección/ejecución (Carretera a El Salvador), entre otras.

Esta falta de planificación del desarrollo del sistema eléctrico no es casual, ya que tampoco existe un proceso de "Planificación Urbana", el cual -con visión holística- debería integrar el crecimiento del sistema eléctrico de la ciudad con una visión de corto, mediano y largo plazo, y que tenga como objetivo primario, hacer de esta ciudad un espacio habitable y que fomente el desarrollo y la salud humana, además de la actividad económica.

El único intento de planificar (a corto, mediano y largo plazo) el desarrollo del sistema eléctrico nacional lo constituyó el "Plan Maestro de Electrificación Nacional⁵", el cual tenía como objetivos inventariar el caudal de todas las cuencas del país, y realizar estudios de factibilidad de los proyectos hidroeléctricos a desarrollar para abastecer la demanda hasta el

⁵ Este proyecto se realizó en el marco del Convenio de Cooperación entre la República Federal de Alemania y Guatemala, entrando en vigor el 1 de abril de 1975. La meta del proyecto era la preparación de un Programa de Desarrollo Integral del Sistema Eléctrico, el cual debía servir al gobierno de Guatemala de sólida base para la toma de decisiones concernientes a la realización de estudios e inversiones en el sistema eléctrico, a través de un plan óptimo y concreto de construcción de proyectos para satisfacer la demanda de energía eléctrica hasta el año de 1990. Además el plan contiene una orientación sobre los proyectos eléctricos para el período 1990-2000.

año 2,000, tomando en cuenta la proyección de crecimiento poblacional que apuntaba Guatemala a finales de los años 70. Dicho proyecto no fue desarrollado por innumerables razones, pero fundamentalmente se debe al poco tiempo que duran en su gestión los funcionarios (por ejemplo el Gerente de Planificación y Proyectos del INDE dura en promedio de 6 a 9 meses en su cargo), la falta de una política coherente que de continuidad a proyectos de largo plazo de administraciones anteriores (independientemente del partido político de turno), y a la excesiva corrupción que se generó en el Proyecto Hidroeléctrico más grande del país (Chixoy).

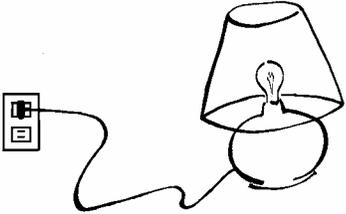
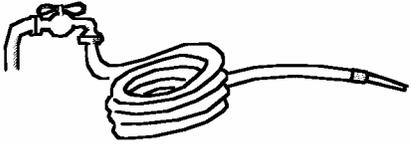
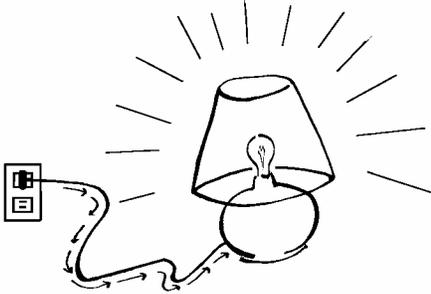
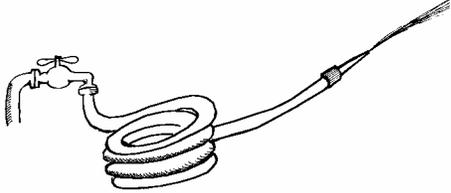
Por lo tanto, debiera retomarse la planificación del sistema eléctrico del país, con el criterio fundamental de equidad, para poder abastecer de tan vital insumo a comunidades que nunca han tenido acceso a este servicio, respetando en la medida de las posibilidades el medio natural que nos rodea.

IV. PRINCIPIOS Y CONCEPTOS ELEMENTALES SOBRE LA ENERGÍA ELÉCTRICA.

1. CONCEPTOS ELEMENTALES.

Para entender cómo se genera, transmite y usa la energía eléctrica, usaremos varios términos básicos relacionados con la electricidad: conductor, corriente, voltaje, carga, potencia y circuito. El *conductor* es el cable que se extiende entre dos postes o torres de energía eléctrica y es lo que lleva la electricidad. La *corriente* es el movimiento de electrones dentro de los conductores, y el *voltaje* es la fuerza eléctrica que hace que esa corriente se produzca. La *carga* es la energía eléctrica que requieren los hogares y establecimientos comerciales. Cuando un conductor con un voltaje determinado se conecta a una carga, se completa un circuito y fluye una corriente.

Ilustración No. 1

TERMINOS RELACIONADOS CON LA ELECTRICIDAD	EJEMPLOS COMUNES
<p style="text-align: center;">VOLTAJE</p> 	<p>Manguera conectada a un chorro abierto pero con el pitón cerrado.</p> 
<p style="text-align: center;">CORRIENTE</p> 	<p>Manguera conectada a un chorro abierto pero el pitón abierto.</p>  <p>Corriente : es el flujo de agua dentro de la manguera.</p>

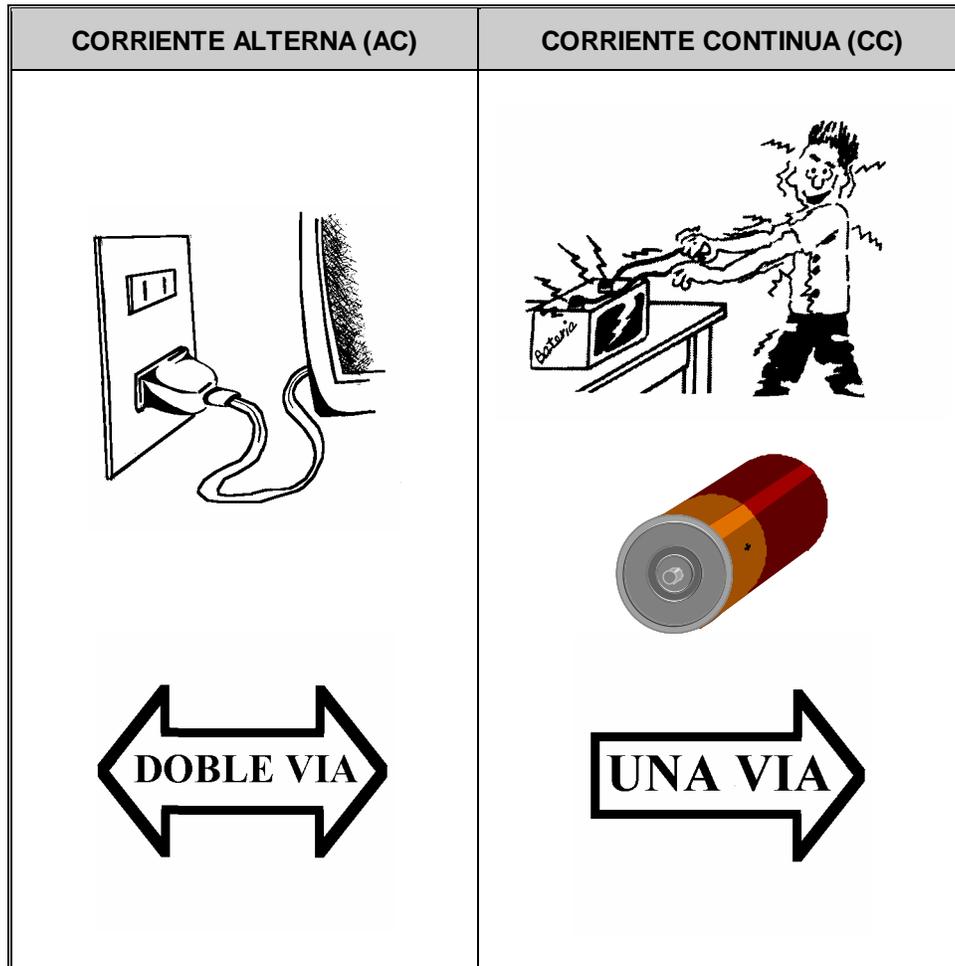
Fuente: Campos eléctricos y magnéticos asociados con el uso de la energía eléctrica. National Institute of Environmental Health Sciences y U.S. Department of Energy. Marzo de 1995.

2. DIFERENCIA ENTRE UN CAMPO ELÉCTRICO Y UNO MAGNÉTICO.

El tipo de energía eléctrica que se usa normalmente es de corriente alterna (AC). Esto significa que la corriente eléctrica no fluye en una sola dirección sino que cambia su dirección y su fuerza de un lado a otro a una velocidad de 60 veces por segundo. Por ello se le denomina energía de 60 Hertzios (Hz). Otra característica importante es que su onda es trifásica; es decir, que una onda precede a la siguiente por un tercio de ciclo.

Los aparatos que pueden funcionar de igual manera con baterías o conectados al alambrado eléctrico, suelen traer un interruptor en el cual de un lado tiene las letras AC (de corriente alterna), y del otro CC (corriente continua). Cuando se pone el interruptor en "corriente alterna", el aparato usa energía eléctrica que fluye de un lado a otro que se alterna a una velocidad de 60 ciclos por segundo; y cuando se coloca en "corriente continua", la corriente fluye en una sola dirección desde las baterías hacia el aparato.

Ilustración No. 2



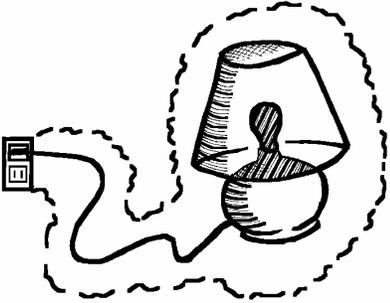
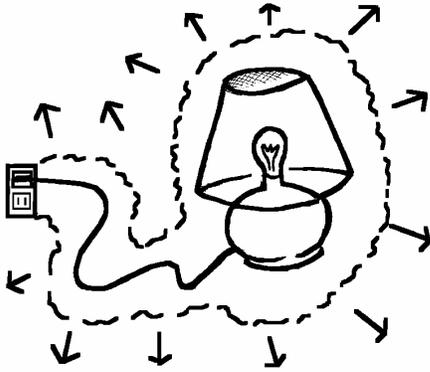
Fuente: elaboración propia.

La fuerza del campo eléctrico depende del voltaje del objeto que lo crea; una línea de energía de alto voltaje generalmente produce campos

eléctricos más fuertes que una de bajo voltaje. No es necesario que la corriente esté fluyendo para que exista un campo eléctrico; un aparato eléctrico puede estar conectado pero no encendido y de todos modos se produce el campo eléctrico. Sin embargo, cuando fluye la corriente eléctrica es que se produce el campo magnético; a mayor corriente, más fuertes los campos que se generan. La fuerza de un campo eléctrico se mide en unidades de "voltios por metro (V/m)", mientras que la fuerza de los campos magnéticos se mide más comúnmente en "gauss" o en "teslas"⁶. Los campos magnéticos traspasan casi todos los objetos mientras que los eléctricos si son afectados por los objetos, especialmente aquellos que son conductores de electricidad. Las casas "normales" bloquean parcialmente los campos eléctricos aunque la cantidad del bloqueo depende de los materiales de construcción empleados. Una casa de concreto aísla alrededor del 90% del campo eléctrico externo.

⁶ 10,000 Gauss equivalen a una Tesla.

Ilustración No. 3

CAMPOS ELECTRICOS	CAMPOS MAGNETICOS
<p>1. Los produce un voltaje. La lámpara está conectada pero apagada. El voltaje produce un campo eléctrico.</p>	<p>1. Los produce una corriente. La lámpara está conectada y encendida. Ahora la corriente también produce un campo magnético.</p>
 <p>The diagram shows a lamp with a cord plugged into a wall outlet. A dashed, irregular line surrounds the lamp and cord, representing the electric field produced by the voltage. The lamp is unlit.</p>	 <p>The diagram shows the same lamp, but now it is lit. In addition to the dashed line representing the electric field, there are several arrows radiating outwards from the lamp, representing the magnetic field produced by the current flowing through it.</p>
<p>2. Se miden en voltios por metro (V/m) o en kilovoltios por metro (Kv/m). 1 kv= 1000 V</p>	<p>2. Se miden en gauss o teslas. 1miligauss(mG) = 0.11 microtesla(uT)</p>
<p>3. Son bloqueados (debilitados) con facilidad por objetos conductores, como los árboles y los edificios.</p>	<p>3. No son bloqueados (debilitados) con facilidad por la mayor parte de los materiales.</p>
<p>4. Se debilitan a medida que se alejan.</p>	<p>4. Se debilitan a medida que se alejan de la fuente.</p>

Fuente: Campos Eléctricos y Magnéticos Asociados con el uso de la Energía Eléctrica. National Institute of Environmental Health Sciences y U.S. Department of Energy. Marzo 1995

3. **¿QUÉ SON LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS EN EL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO?**

El espectro electromagnético cubre una enorme gama de frecuencias que se expresan en ciclos por segundo (Hertz, Hz). La energía eléctrica de 60Hz⁷, está dentro del espectro de frecuencias extremadamente bajas, que son las de menos de 3,000 Hz. Mientras más alta es la frecuencia, más corta es la distancia entre una onda y la siguiente y mayor cantidad de energía posee el campo. Por ejemplo, los campos situados en el espectro de frecuencia de los hornos de microondas tienen suficiente energía para generar calor en materiales de conducción. Las frecuencias más altas, como las de los rayos X, causan la ionización o ruptura de los enlaces intermoleculares, fenómeno que daña el material genético. Los campos que están en el espectro de frecuencias de la energía eléctrica, tienen niveles de energía muy bajos que no producen ni calor ni ionización.

Dentro del espectro electromagnético se generan dos tipos de radiación:

3.1) **Radiación Ionizante:** Es la radiación que puede eliminar electrones de los átomos. Comprende las ondas electromagnéticas como rayos X, rayos alfa, beta, gamma y neutrones. La unidad de dosis de radiación, el Gray (Gy), mide la energía absorbida por una substancia como resultado de la exposición a la radiación: 1 Gy = 100 rad. La información sobre la capacidad de la radiación a dosis relativamente grandes para inducir la aparición de cáncer en los seres humanos se ha obtenido a partir de los estudios efectuados en los sobrevivientes de las explosiones de bombas atómicas, a partir de personas expuestas de forma accidental a radiación o a lluvia radioactiva y en pacientes expuestos a radiación por motivos diagnósticos o terapéuticos. Se sabe que casi todos los tejidos son susceptibles a la inducción tumoral por parte de la

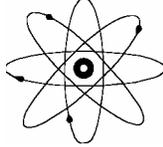
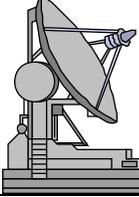
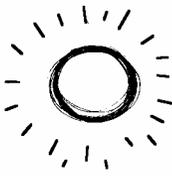
⁷ En América se utiliza energía eléctrica de 60 Hertzios y en Europa y casi el resto del mundo se emplea energía de 50 Hz.

radiación, aunque con una sensibilidad variable. Los tejidos más sensibles son la médula ósea, la mama y la glándula tiroides. (Harrison, 1994).

La radiación solar, resultante de la exposición a la radiación electromagnética procedente del sol, es el principal factor de riesgo para el cáncer de la piel. La exposición a radiación ultravioleta de origen solar es también un factor de riesgo para el melanoma. Al igual que en el carcinoma de piel, existe una mayor incidencia del melanoma en grupos de población que viven en latitudes próximas al Ecuador, en las que la exposición a la radiación ultravioleta es superior. (Harrison, 1994).

3.2) Radiación No Ionizante: Es aquella forma de radiación que altera la frecuencia de vibración de los electrones, pero no produce suficiente energía para liberarlos de los átomos, aunque si eleva la temperatura del sistema y puede provocar un cambio en sus funciones. La unidad de medición de este tipo de radiación es el miligauss (mG). Un gauss es una unidad de medida del flujo del campo magnético. Este tipo de radiación se compone de ondas electromagnéticas que emanan de una parte de rayos ultravioleta, la luz visible (solar), rayos infrarrojos, microondas, radares, televisión, radio y líneas de transmisión de energía eléctrica. Dentro de este espectro, la extrema baja frecuencia (abajo de 60 hertzios) la constituye principalmente la generación, transmisión, transformación y distribución de energía eléctrica. Debido a que las corrientes conducidas por los cables de alto voltaje que salen de las subestaciones nunca están balanceadas, los campos magnéticos que producen -semejantes a líneas invisibles de fuerza que penetran virtualmente cualquier cosa que esté en su camino, incluyendo al cuerpo humano- nunca se acaban. Los niveles de los campos magnéticos generados por los equipos de televisión disminuyen considerablemente a una distancia de dos o tres pies del aparato, mientras que los campos magnéticos fuertes pueden ser medidos a 100 pies de distancia de una subestación y a la misma distancia de los cables de distribución de alta tensión que salen de la misma.

Ilustración No. 4
ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO

RADIACIÓN NO IONIZANTE		RADIACIÓN IONIZANTE	
	10^2 Hz.		10^{16} Hz.
	10^3 Hz.	Rayos α	
	10^8 Hz.	Rayos β	
	10^9 Hz.	Rayos γ	
	10^{10} Hz.		Rayos X 10^{22} Hz.
0	10^7	10^{14}	10^{16}
			10^{22}

Fuente: elaboración propia.

Los campos eléctricos y magnéticos se encuentran también ampliamente diseminados en la naturaleza y en los seres vivientes. El campo geomagnético por ejemplo, se produce por el flujo de corrientes eléctricas dentro del estrato de materia fundida en el interior de la Tierra. Este es un campo magnético producido por una corriente eléctrica no alterna (llamada también estática o continua = CC) y tiene en promedio alrededor de 500 miligauss (mG), que es más de lo que suelen tener los campos magnéticos producidos por la energía eléctrica de corriente alterna, pero ésta, debido a su naturaleza estática, no genera corrientes en objetos en la forma en que lo hacen los campos de corriente alterna. Los campos eléctricos se producen cuando hay tormentas atmosféricas.

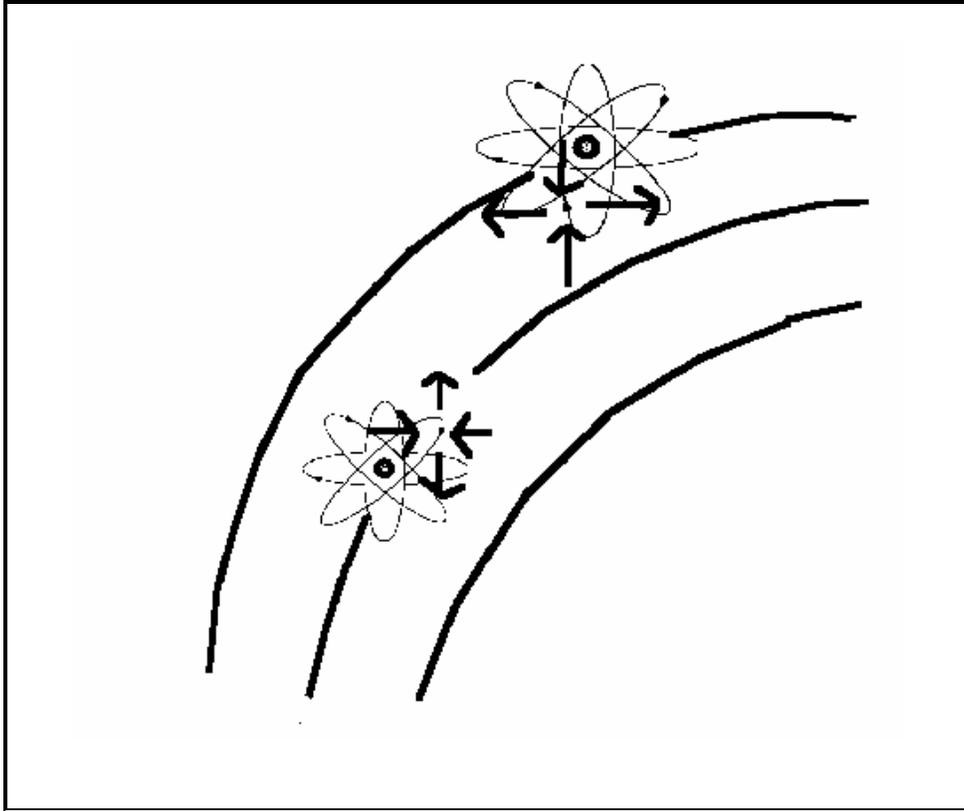
4. CÓMO SE TRASMITEN LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS.

Para comprender lo que ocurre a una onda electromagnética cuando en su propagación se encuentra con alguna sustancia, es imprescindible conocer cómo interacciona esa onda con partículas cargadas, tales como electrones, protones, núcleos, átomos y moléculas. Cuando se hayan entendido los mecanismos de interacción de las ondas electromagnéticas con los componentes básicos de la materia, se podrán entender mejor muchos de los procesos que ocurren cotidianamente.

Cuando una onda electromagnética pasa alrededor de un átomo (o de una molécula) perturba el movimiento de sus electrones como resultado de la interacción de los campos eléctrico y magnético de la onda. Esto significa que los electrones absorben cierta energía de la onda. Pero como los electrones así excitados empiezan a oscilar, resulta que a su vez, emiten en todas direcciones toda o parte de la energía que absorbieron de la onda incidente. Esta energía la emiten en forma de ondas electromagnéticas que se llaman "ondas dispersas". Cuando la luz u otra radiación electromagnética pasa a través de una sustancia, su intensidad disminuye, no solo por dispersión, sino también porque su energía es absorbida por los átomos o moléculas de la sustancia. (Rojo y Alonzo, 1981). En consecuencia, dado que toda materia existente está formada por átomos -incluido el cuerpo humano- éste último también es sujeto a absorber este tipo de ondas, las cuales pueden distorsionar la función

celular y provocar daño a la salud. Esto se conoce como electrocontaminación.

ILUSTRACIÓN No. 5



5. FUENTE PRINCIPAL DE EMISIÓN DE CEM EN LA SOCIEDAD MODERNA: LA GENERACIÓN, TRANSMISIÓN, TRANSFORMACIÓN Y DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

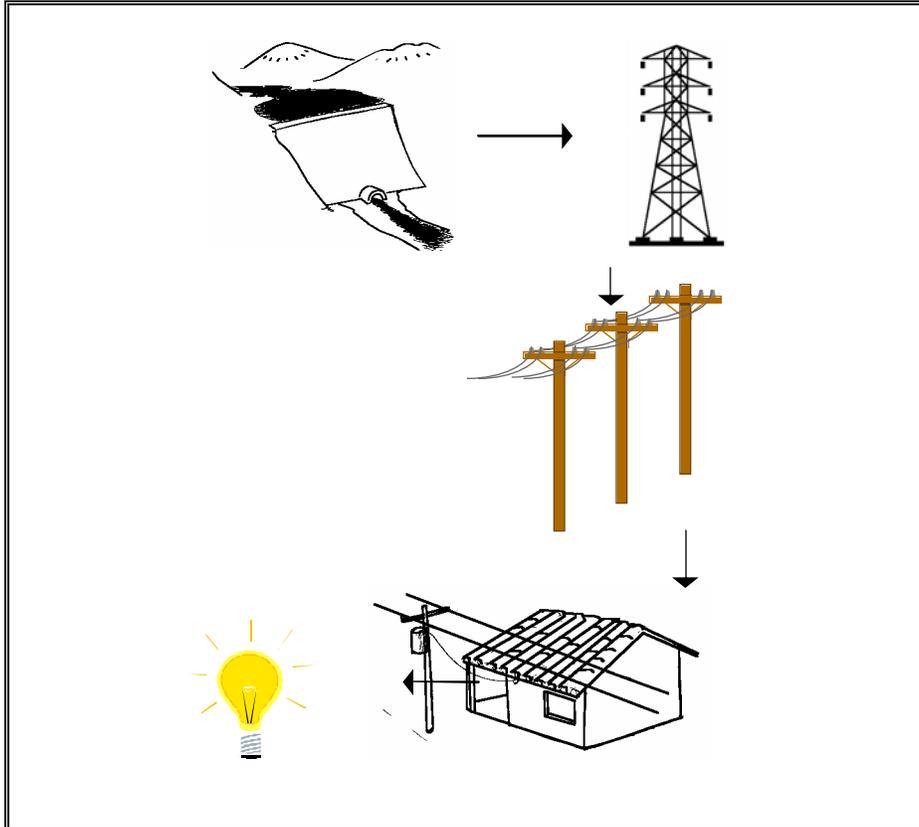
La red de abastecimiento de energía eléctrica está formada por las plantas generadoras, las líneas de transmisión, las subestaciones de energía y finalmente, las líneas de distribución que son las que llevan la electricidad directamente a los hogares, fábricas y comercios. La energía eléctrica se produce en grandes plantas o centrales de generación. Estas son instalaciones en las cuales se realizan procesos de transformación de la energía; es decir, se transforma un tipo de energía cualquiera en energía eléctrica. Existen varios tipos de plantas generadoras de electricidad que se clasifican según la clase de "medio" que se emplea: Centrales de vapor, centrales de motores de combustión interna y centrales de turbinas de gas. En Guatemala se utilizan únicamente dos tipos de centrales -las centrales hidroeléctricas y las térmicas-. Estas últimas pueden ser de tres tipos: de vapor, de gas y de combustión interna. El voltaje de generación es de 13,800 voltios, trifásico y de 60 Hz. Generalmente, las centrales o plantas generadoras se localizan lejos de los centros urbanos para facilitar el acceso a la fuente de energía que va a ser transformada y también por razones de seguridad. En las centrales siempre existe una subestación elevadora de voltaje, la cual -como su nombre lo indica- eleva el voltaje a niveles que hacen más eficiente la transportación de la energía.

Las líneas de transmisión son las líneas de alimentación de alto voltaje que permiten que la energía eléctrica se transmita eficientemente a grandes distancias desde las plantas generadoras hasta las subestaciones, que se encuentran ubicadas en las cercanías de los centros urbanos. En el continente americano, casi todas las líneas de transmisión usan corriente alterna (AC) y operan con voltajes que varían entre 50 a 765 kilovoltios (kV). En Guatemala se utilizan tres voltajes de transmisión: 230 kilovoltios (kV), 138 kV y 69 kV. En un sistema de generación de energía eléctrica siempre existen varias centrales generadoras, por lo que se vuelve necesario la instalación de subestaciones de maniobras, las cuales tienen la función de darle versatilidad y operatividad al sistema. Existen sub-estaciones de maniobras en todos

los niveles de voltaje en el proceso de transmisión. Cuando se está cerca de los centros poblados donde se consume la energía, se instalan subestaciones que bajan el voltaje o transformadoras, que sirven para convertir los altos voltajes de las líneas de transmisión en los voltajes más bajos que se emplean en las líneas de distribución. Las subestaciones de cortacircuitos se usan para encender y apagar las líneas de alimentación.

Las redes de abastecimiento público usan líneas de distribución de voltaje más bajo para traer la energía eléctrica de las subestaciones a los domicilios y establecimientos comerciales. Las líneas de distribución primaria operan con voltajes de 69 y 13.8 kV. En las de distribución secundaria, que son las que abastecen al consumidor doméstico, éstos niveles se reducen a 220/110 voltios (V) una vez que la energía llega a su destino.

Ilustración No. 6
COMPONENTES BÁSICOS DE UN SISTEMA DE ENERGÍA



Fuente: elaboración propia.

V. **¿CÓMO ESTUDIAN LOS CIENTÍFICOS LOS POSIBLES EFECTOS DE LOS CEM EN LA SALUD HUMANA?**

Se basan en la ciencia denominada *Epidemiología*, que es el estudio de los patrones de una enfermedad y sus posibles causas en las poblaciones humanas. Los epidemiólogos estudian epidemias de corta duración y las de larga duración o crónicas, como el cáncer. Los resultados de estos estudios se notifican en términos de asociaciones estadísticas detectadas entre los diversos factores y la enfermedad. Un resultado que se considere "estadísticamente significativo", debe tener un grado de confianza del 95%.

Como se menciona anteriormente, antes de 1,993 pocas personas en Guatemala habían escuchado el término "electrocontaminación" o se habían preguntado si la exposición a campos eléctricos y magnéticos -tan frecuente y diseminada en nuestro medio- podía tener algún efecto nocivo sobre la salud. Sin embargo, en los países desarrollados, el debate sobre el tema renació hace 15 años, a la luz del estudio publicado en Estados Unidos de Norteamérica por Wertheimer y Leeper (1,979) donde se reporta por primera vez un exceso de casos de cáncer infantil asociado a la configuración del tendido eléctrico ubicado en la cercanía de las residencias de los pacientes. Al trabajo pionero de Wertheimer y Leeper lo han sucedido una serie de estudios (entre otros: Vagero y Olin, 1983; Milham, 1985; Cameron et al., 1985; Tomenius, 1986; Savitz, Wachtel et al., 1988; Tenforde, 1992; Feychting y Ahlbom, 1993) cuyos resultados muestran marcadas diferencias.

Estos estudios pueden agruparse básicamente en tres grandes categorías:

1. Estudios epidemiológicos, que analizan la distribución de un determinado problema de salud en la población (en este caso el cáncer principalmente) y buscan identificar los posibles factores de riesgo asociados. Estos estudios pueden ser de tipo residencial (cerca o dentro de las casas) y ocupacionales (en el trabajo).

2. Estudios biológicos que, por medio de experimentación "in vitro" (con células y tejidos) y en animales vivos, tratan de establecer los mecanismos fisiológicos y bioquímicos que son afectados o inducidos por la exposición a los CEM y que podrían tomar parte en el proceso de carcinogénesis⁸ ; y
3. Estudios de dosimetría de campos y físico-eléctricos, que investigan las propiedades de los CEM y desarrollan métodos e instrumentos para evaluar con confiabilidad los niveles de exposición.

Ver en la siguiente página, el Cuadro No. 1, el cual contiene un Resumen de los estudios epidemiológicos más relevantes a nivel residencial sobre el cáncer, las líneas de energía y el lugar de residencia.

⁸ Es el proceso de formación, apareamiento o surgimiento del cáncer.

Centro de Estudios Urbanos y Regionales -CEUR

ESTUDIOS SOBRE EL CÁNCER EN NIÑOS			
ESTUDIO	LUGAR	LEUCEMIAS	OTROS CÁNCERES
Wertheimer & Leeper '79	Denver	OR = 2.35*	OR para todos los cánceres = 2.22*
Fulton et. al '80 Tomenius '86	Rhode Island Suecia	OR = 1.09 OR = 0.30	No se estudiaron. OR para todos los tumores del SNC =3.70*
Savitz et. al. '89	Denver	OR = 1.54	OR para todos los cánceres = 1.53*
Coleman et. al. '88 Lin & Lu '89	Reino Unido Taiwan	OR = 1.50 OR = 1.31	No se estudiaron OR para todos los cánceres = 1.30
Myers et. al. '90	Reino Unido	OR = 1.14+	OR para todos los cánceres = 0.98
London et. al. '91 Lowenthal et. al. '91	Los Angeles Australia	OR = 2.15* O/A = 2.00	No se estudiaron
Feychting & Ahlbom '93	Suecia	OR = 3.80*	OR para todos los cánceres = 1.30
Olsen et. al. '93	Dinamarca	OR = 1.50	OR para todos los cánceres = 5.60*
Petridou et. al. '93 Verkasalo '93	Grecia Finlandia	OR = 1.19 RIE = 1.60	No se estudiaron RIE para todos los cánceres = 1.50 y RIE para todos los tumores del SNC en hombres = 4.20
Fajardo G. et. al. '93	México	OR = 2.63*	* No se estudiaron

ESTUDIOS SOBRE EL CÁNCER EN ADULTOS			
ESTUDIO	LUGAR	LEUCEMIA	OTROS CÁNCERES
Wertheimer & Leeper '82	Denver	OR = 1.00	OR para todos los cánceres = 1.28*
McDowall '86	Reino Unido	RME = 143	RME para el cáncer de pulmón = 215*
Severson et. al. '88 Coleman et. al. '89 Youngson et. al. '91	Seattle Reino Unido Reino Unido	OR = 0.80 OR = 0.90 OR para leucemia y linfomas = 1.29	No se estudiaron No se estudiaron
Eriksson & Karlsson '92	Suecia	No se estudió	OR para el mieloma múltiple = 0.94
Feychting & Ahlbom '92	Suecia	OR = 1.00 (OR para los sub-tipos de leucemia = 1.70)	
Schreiber et. al. '93	Países Bajos	No hubo casos.	RME para todos los cánceres = 85, y RME para la enfermedad de Hodking = 469
<p>OR = Razón de Productos Cruzados, llamada también Riesgo relativo: es una estimación en la cual la razón de exposición de los casos se compara con la de los testigos. Si los casos tienen la razón más alta, hay una asociación directa con el factor en estudio. Si los casos tienen una razón de exposición más baja, hay una asociación inversa, lo que sugiere que el factor en estudio podría ser un factor de protección contra la enfermedad.</p>			

RME = Razón de Mortalidad Estandarizada. Una RME de 100 significa que el riesgo no está ni aumentado, ni disminuido.
RIE = Razón de Incidencia Estandarizada. Una RIE de 1.00 significa que el riesgo no está aumentado, ni disminuido.
SNC = sistema nervioso central
O/A = número de casos observados dividido por el número de casos anticipados.
* = el número es estadísticamente significativo (mayor de lo que cabría esperar si se debiera al azar).
+ = para los tumores no sólidos, entre los que figuran las leucemias y los linfomas.

Nota: Este cuadro resume brevemente algunos de los resultados seleccionados y citados con mayor frecuencia de los estudios residenciales sobre el cáncer. Consulte nuestra bibliografía si desea obtener información más detallada.

Fuente: Campos Eléctricos y Magnéticos asociados con el Uso de la Energía Eléctrica. 1995.

Uno de los estudios más completos y rigurosos que se han hecho al respecto proviene de Suecia, sus resultados han motivado incluso, un cambio a nivel de la política pública (Microwave News, 1992). A continuación se describe en el siguiente cuadro un resumen de dicho estudio:

**RESUMEN DEL ESTUDIO SUECO SOBRE
EL CÁNCER Y EL LUGAR DE RESIDENCIA.**

- Se seleccionaron los casos de cáncer (de 1960-1985) y los testigos entre las 500,000 personas que habían vivido en sitios ubicados a 300 m o menos de una línea de transmisión de 220/400 kV.
- Se estimó la exposición mediante los métodos siguientes: 1) mediciones dentro de los domicilios; 2) la distancia entre la vivienda y las líneas de energía; y 3) la estimación del campo magnético anual promedio antes y cerca del momento en que el cáncer se diagnosticó.
- El riesgo relativo de leucemia en niños fue de 1.50 para campos de una intensidad estimada de 1 a 2.9 mG (tomando como base cuatro casos de leucemia), y de 3.80 para campos de más de 3 mG (tomando como base siete casos). La tendencia del riesgo a aumentar mientras más intenso el campo de energía fue estadísticamente significativa.
- En el caso de viviendas ubicadas a 50 m o menos de una línea de transmisión, el riesgo relativo de leucemia en la infancia fue de 2.90, cifra que está en el límite de los valores estadísticamente significativos.
- La presencia de un riesgo excesivo de leucemia se observó solamente en viviendas con una sola familia. No se observaron riesgos aumentados en relación con otros cánceres.
- Aún después de tomar en cuenta los posibles efectos de la contaminación ambiental y del nivel socioeconómico, los resultados del estudio no cambiaron.
- Los adultos con las mayores exposiciones acumulativas a los CEM de líneas de energía tuvieron un riesgo dos veces más alto de desarrollar leucemia mielóide aguda o crónica.

Fuente: Feychting y Ahlbom, 1992 y 1993.

4. Las Conclusiones más relevantes a nivel mundial son:

4.1. Si bien el estudio sobre CEM y la salud data desde hace más de 2,000 años, es durante los últimos 15 años que se ha profundizado en la temática con investigaciones básicamente en 3 categorías:

- 1. Estudios epidemiológicos de tipo residencial y ocupacional.**
- 2. Estudios biológicos.**
- 3. Estudios de dosimetría de campos y físico-eléctricos.**

4.2. La tendencia de los estudios epidemiológicos de tipo residencial es a mostrar una asociación entre exposición a CEM y una elevación del riesgo para leucemia infantil. Los hallazgos en relación a cánceres en adultos son menos concluyentes. En general, se observa una elevación en el riesgo de dos a tres veces para leucemia infantil, aunque la evidencia no es lo suficientemente sólida todavía como para concluir que la relación sea de tipo causal.

4.3. En relación a los estudios epidemiológicos de tipo ocupacional la evidencia es más consistente en cuanto a la dirección y características de sus resultados. En general, los hallazgos apuntan hacia una posible elevación del riesgo para leucemias -especialmente mieloides agudas- y para tumores cerebrales aunque para estos últimos la evidencia es menos contundente; otra patología importante relacionada con esta exposición es el cáncer de mama en hombres y neuroblastomas en niños.

4.4. La evidencia procedente de los estudios de tipo biológico o experimental ha logrado identificar algunos mecanismos biológicos a nivel celular sobre los cuales podrían actuar los CEM. Sin embargo, pocos estudios han visualizado una inducción directa de tumores en animales expuestos a CEM.

4.5. Hasta la fecha hay consenso entre la comunidad científica internacional de que, si los CEM son carcinogénicos, su acción estaría dada a nivel de la promoción de la enfermedad, pero no de su inducción.

4.6. El mecanismo biológico que hasta ahora se ha mostrado más plausible para explicar cómo los CEM podrían actuar como promotores del cáncer es la inhibición del ciclo circadiano de la glándula pineal, que disminuye la síntesis y secreción de la melatonina. Los CEM podrían actuar acelerando la proliferación de células que ya tienen un patrón neoplásico. Esto se manifestaría primero en aquellos casos en los que cambios genéticos mínimos son suficientes para que se presente la transformación maligna, lo que explicaría la asociación con cánceres infantiles.

4.7. Se menciona también que los CEM actúan sobre las células únicamente a ciertas frecuencias e intensidades de onda, lo que se conoce como "efecto de ventana". A la fecha, las investigaciones se orientan a confirmar ésta posibilidad.

4.8. En relación a la evaluación de la exposición de CEM, se han hecho considerables progresos en desarrollar métodos e instrumentos confiables para la medición de campos. Se ha confirmado que la clasificación de Wertheimer y Leeper en relación a la configuración del tendido eléctrico es confiable como un indicador indirecto de la exposición pasada o de largo plazo a CEM.

4.9. Las mediciones puntuales son tan efectivas como las mediciones de CEM promedio de 24 horas, para evaluar la exposición presente; se hace la salvedad de que los campos magnéticos exhiben notables variaciones en el espacio, por lo que la ubicación del dosímetro dentro de la residencia es un elemento determinante de los resultados, por lo que se requiere de mucha cooperación por parte de los residentes.

4.10. En la actualidad se trabaja ya en la creación de matrices de exposición ocupacional para así poder hacer comparaciones entre niveles de exposición dentro del sector electricidad y en cualquier otro sector donde se sospeche que hay exposición a CEM.

4.11. Uno de los mayores cuestionamientos que se hace a la literatura que apoya la existencia de una asociación entre CEM y cáncer son las deficiencias metodológicas que se enumeran a continuación:

1. La dosimetría de campo eléctrico y magnético ha sido fundamentalmente de tipo cualitativo.
2. Las muestras de población fueron pequeñas y los incrementos reportados en la incidencia de cáncer, podrían ser simplemente producto del azar.
3. Los grupos control fueron frecuentemente escogidos de manera no ciega, involucrando criterios subjetivos.
4. La mayoría de estudios ha ignorado la presencia de factores de confusión.

4.12. Si bien estas deficiencias metodológicas han afectado la solidez de la evidencia que se ha recolectado en distintos países, los hallazgos son lo suficientemente sugestivos de la existencia de un potencial problema, como para hacer que en algunos países desarrollados se comiencen a tomar medidas para prevenir o limitar la exposición.

VI. MEDIDAS QUE SE HAN TOMADO EN OTROS PAÍSES

A pesar de la controversia que prevalece sobre si los CEM producen daños a la salud o no, existe un creciente consenso de que los CEM poseen algún tipo de riesgo para la salud humana y muchos científicos creen que esta posibilidad no puede ser ignorada. La duda acerca de los CEM es uno de los típicos problemas que enfrentan los encargados de preparar las políticas cada vez que abordan un asunto que depende de la información científica, pero en los cuales el dato científico no es concluyente. Lo que es posible con el nivel actual de conocimiento es definir un posible curso de acción para los próximos años, hasta que se sepa más al respecto. Los aspectos a considerar son: 1) La regulación a la exposición a los CEM -potencialmente el aspecto más contencioso ya que podría ser oneroso para la industria y porque es difícil aún establecer que es lo que se va a regular-. 2) La creación de un fondo para realizar más investigaciones y 3) la preparación para la posibilidad de que exista un problema real (Pool, 1990).

El primer aspecto mencionado por Pool -la regulación de la exposición- representa un enorme problema en estos momentos, pues todavía no hay criterios suficientemente confiables para establecer límites máximos recomendables de exposición. Sin embargo, aún en estas condiciones, algunos países han comenzado a proceder al respecto. El 30 de septiembre de 1992, la Junta Directiva Nacional para el Desarrollo Industrial y Técnico de Suecia (NUTEK) formalmente anunció que procedería asumiendo que existe una relación entre la exposición a CEM y el cáncer infantil. La nueva política fue establecida sobre la base de dos grandes estudios epidemiológicos suecos (Feychting y Albohm, 1993; Floderus, 1993) y se aplicó fundamentalmente a niños, pues aún no se considera que esta conexión esté probada en adultos. Uno de los principales elementos en que se han basado los funcionarios suecos para tomar esta decisión, es que estos estudios han logrado establecer una relación dosis-respuesta a los CEM. NUTEK ya empezó a trabajar en las regulaciones para nuevas casas cercanas a líneas de alta tensión y para cualquier nueva instalación eléctrica.

La norma podría requerir que el promedio de exposición anual fuera menor de 2 miligauss aunque podría terminar siendo entre 3 y 4 miligauss. Si el promedio de 2 miligauss es adoptado, habrá un derecho de vía de aproximadamente 200 metros de cada lado para estaciones y líneas de energía de 400 kv. Este derecho de vía podría reducirse a 100 metros con diseños de campos magnéticos menores y la utilización de otras estrategias para mitigarlos. Lo más difícil de resolver es qué hacer con las instalaciones eléctricas ya existentes y las casas cercanas a las mismas. El costo de reducir estos campos magnéticos sería enorme y tendría enormes consecuencias sobre la industria sueca. Una norma que establezca una exposición de 2-4 miligauss sería 100 veces más estricta que las de los estados de Nueva York y Florida -los únicos con limitaciones en campos magnéticos en los Estados Unidos de Norteamérica-. Sería 500 veces más estrictas que las normas de la Asociación Internacional para la Protección contra las Radiaciones y 2,500 veces más estricta que la norma ocupacional de dicha Asociación. Además, se menciona la necesidad de diseñar nuevas casas con instalaciones eléctricas que limiten la exposición a CEM. NUTEK se comprometió también a patrocinar investigaciones para determinar el mecanismo de interacción de los CEM. Los estudios de Ahlbom-Feychting y Floderus costaron más de US \$2 millones y tardaron más de dos años en ser completados (Micro Wave News, 1992). Además, actualmente hay un equipo especial responsable de revisar la concentración de escuelas y centros de cuidado diurno cercanas a las líneas de transmisión en ese país. Esta es la primera vez que un gobierno nacional ha reconocido públicamente la situación. Aunque en general el riesgo de leucemia en niños es muy bajo (1 en 20,000 por año) y las investigaciones no son aún concluyentes, la prudencia indica que la ubicación ideal de un nuevo centro de cuidado diario de niños no sería precisamente, cerca de las líneas de transmisión (Gorman, 1992).

En Dinamarca, el Ministro del Ambiente ha pospuesto la construcción de una línea de energía de 100 kms. de largo hacia Alemania mientras se reevalúan los resultados de tres estudios -dos suecos y un danés- pues, si bien los mismos presentan resultados similares, éstos no concuerdan completamente. Feychting y Ahlbom en Suecia, reportaron que los niños que viven cerca de las líneas de energía tienen riesgo elevado

para leucemia, mientras que el equipo danés encontró que los niños que viven cerca de las líneas de energía tienen el riesgo elevado para linfoma, no para leucemia (Lancet, 1992).

Muchos estados de los Estados Unidos de Norteamérica han establecido límites para la exposición humana a campos de 60 Hz. en la vecindad de líneas de transmisión de alto voltaje. Sin embargo, no hay actualmente ninguna regulación federal sobre la exposición pública u ocupacional a CEM. En Alemania e Inglaterra existen límites de exposición. En Alemania el límite de exposición a campos magnéticos se estableció al nivel de 20 μT para frecuencias abajo de los 2 Hz.; para frecuencias entre 2 y 10,000 Hz. el límite es de 5.0 μT a 50 Hz. En Inglaterra, la exposición ocupacional está regulada a 10 μT para frecuencias abajo de los 10 Hz. y a 1.88 μT a 50 Hz. También se aclara que el personal no debe estar expuesto a los niveles máximos permisibles por más de dos horas al día. En 1990 el Comité Internacional sobre Radiaciones No-Ionizantes recomendó una exposición límite a los CEM de 50 y 60 Hz. El límite de densidad de flujo magnético para exposiciones ocupacionales fue establecido a 0.5 μT para todo el día laboral, 5 μT para exposiciones de menos de dos horas de duración y 25 μT para exposición de las piernas durante todo el día. Los límites para la exposición del público fue establecido a 0.1 μT para exposición continua y 1.0 μT para exposiciones durante períodos de "unas cuantas horas al día" (Tenforde, 1992).

A partir de algunos estudios epidemiológicos entre la población laboral expuesta, se han recomendado algunos "Criterios de Seguridad", los que están patrocinados desde 1989 por la Organización Mundial de la Salud, el Programa de Medio Ambiente de Naciones Unidas y la Asociación Internacional de Radioprotección. Estos criterios generales son: 1) Para la densidad de flujo magnético: Hasta 2 Teslas no se han observado efectos adversos; entre 2 y 5 se desconoce si existen efectos; densidades arriba de los 5 Teslas producen daños a la salud. 2) Para las corrientes eléctricas: Con intensidades de corriente inferiores a 10 miliamperios/ m^2 no existen efectos significativos; entre 10 y 100 mA. tienen lugar trastornos menores, siempre que la exposición se reduzca a unas cuantas

horas; arriba de 100 mA, se producen serios daños a la salud (Muy Interesante, 1992).

Tabrah y Batkin (1991) se refieren a situaciones específicas que se viven en Honolulu en relación a fuentes de emisión de CEM y las posibles implicaciones de este problema sobre la política pública local. Un elemento importante de su trabajo es que enfatiza la necesidad de hacer un esfuerzo racional para evitar causar pánico en el público hasta que haya más investigación. Así mismo, recomienda el obtener mejor información sobre los efectos fisiológicos de las terminales de computadora y de los campos de fuerza y los niveles de exposición deben hacerse disponibles antes de que se tomen decisiones a nivel de la política de salud pública.

Se destaca el papel de la investigación y la forma como grandes agencias como la EPRI, Bioelectromagnetics Society, Bioelectrical Repair and Growth Society y Universidades están estudiando continuamente los fundamentos de las interacciones de los CEM, así como su epidemiología. A pesar de la incertidumbre actual en relación a niveles permisibles y seguros de exposición a fuentes de CEM, se sugiere prudencia en el diseño y ubicación de nuevos sistemas de energía, instalaciones de radiodifusión, equipo eléctrico comercial y del hogar, a manera de minimizar la posible exposición a los CEMBF.

Un aspecto importante que merece consideración es el potencial de demandas legales por personas que se sienten afectadas por el problema, lo que hace pensar en el impacto económico del problema que afectaría la energía, comunicaciones, construcción, manufactura y el estilo de vida de los países desarrollados (Tabrah y Batkin, 1991). Se han fijado y adoptado pocos estándares para la instalación y manejo de la generación, transmisión y distribución de la energía eléctrica por parte de las empresas a cargo del servicio. Esto los deja más susceptibles a posibles demandas por daños por parte de la población, pues no se puede probar que las instalaciones y el funcionamiento se llevan a cabo según los estándares más altos que existen. Además, los grupos de ciudadanos se han convertido en expertos en el tema de los CEM y no confían en ninguna

recomendación basada en investigaciones financiadas por las industrias de la energía eléctrica.

Además, en los Estados Unidos de Norteamérica, el público acusa a estas empresas de que su investigación, si bien puede que no sea falsa, si tiende a minimizar los riesgos generados por los CEM. Este clima de desconfianza ha hecho imperativo que ingrese el gobierno en el asunto y que el congreso emita un decreto autorizando un programa federal que proporcionaría un fondo de \$34 millones de dólares para un período de 5 años, el que sería administrado por un comité de 12 miembros y apoyados por la Agencia de Protección del Ambiente y el Instituto de Ciencias de la Salud Ambiental. Los objetivos de este programa serían organizar un centro de información y desarrollar y coordinar investigación en este campo (Bazan et al., 1991). Debido a la incertidumbre de la información disponible, el temor del público y los posibles daños económicos a las actividades eléctricas que involucran exposición del público, Tabrah y Batkin (1991) recomiendan varios pasos sencillos que deberían ser implementados para resolver los problemas que presenta la etapa del conocimiento del tema en que nos encontramos así como sus implicaciones políticas:

- 1) Se debería de formar un grupo técnico asesor interesado y competente para asistir al Estado y evaluar lo pertinente a los CEM. Estos individuos deberían ser estimulados para desarrollar cualquier tipo de investigación en CEM que sea apropiado y factible. Para ello, es esencial que haya apoyo financiero suficiente.
- 2) Se debería formar una agencia estatal que tenga poder para asegurar y mantener equipo actualizado para mediciones de campos así como personal para ello.
- 3) La construcción de nuevos sistemas de energía deben ser diseñados para prevenir la innecesaria proximidad de las líneas de transmisión y de campos electromagnéticos fuertes en áreas densamente pobladas. La información pública debería hacer recomendaciones en contra del uso prolongado de terminales de computadora y el uso de frazadas eléctricas

en embarazadas hasta que haya información más confiable sobre los riesgos.

4) Más importante que nada, las múltiples enfermedades de la población no deben de ser atribuidas a los CEM antes de que haya absoluta prueba de ello.

Los autores finalizan destacando el hecho de que el conocimiento actual de los efectos de los CEM sobre los sistemas biológicos es casi comparable al que tenía Leuwenhoek en 1687 en relación a la microbiología. En 5-10 años más, muchas de las controversias sobre el tema habrán sido resueltas por la ciencia. La Agencia para la Protección Ambiental (EPA) de los Estados Unidos de Norteamérica, en su informe enfatiza que los estudios epidemiológicos no pueden ser interpretados todavía como evidencia ya sea a favor o en contra de una asociación causal entre cáncer y la exposición a CEM. Sin embargo, desde el punto de vista de los estudios de laboratorio, hay razones para creer que los hallazgos de carcinogénesis en humanos por CEM son biológicamente posibles. Sin embargo, como todavía se carece de la explicación de cómo y cuales procesos biológicos son afectados, la EPA recomienda la necesidad de continuar evaluando la información proveniente de los diversos estudios y estudiar con más profundidad los mecanismos de acción carcinogénica y las características de la exposición que produce tales efectos (Tabrah y Batkin, 1991).

Por su parte, Goldberg y Creasey (1991) hacen también algunas sugerencias específicas para la experimentación en animales: 1) Los experimentos deberán diseñarse con mucha aproximación a la condición supuesta de la exposición en la niñez. 2) Los animales deberán estar lo menos expuestos a factores de confusión como son otros carcinogénicos y la exposición deberá realizarse en la época prenatal o perinatal. 3) Deberá usarse un rango de bajo nivel con variación en la exposición en el tiempo, simulando las fluctuaciones que muestran los estudios epidemiológicos. 4) Basados en las indicaciones de los efectos de ventana, deberán investigarse una gama de exposiciones en el mismo sistema experimental.

VII. EN BASE A ESTAS CONSIDERACIONES, ¿QUE ORIENTACIÓN DEBERÍA TENER LA POLÍTICA PÚBLICA EN RELACIÓN A LA EXPOSICIÓN A LOS CEM Y LOS RIESGOS A LA SALUD?

- 1) Hay que continuar y expandir la investigación, concentrándose especialmente en los aspectos de la salud humana, para así obtener respuestas claras.
- 2) Más difícil de plantear puesto que no hay conclusiones claras. Sin embargo, hay tres enfoques bajo los cuales se podría orientar la política pública:
 - 2.1)No hacer cambios en la manera que se hacen las cosas hasta que los resultados de la investigación muestren claramente si existe un riesgo y si es así, cuán grande es. La argumentación detrás de esta postura es que los esfuerzos y gastos en salud y seguridad deben limitarse para abordar aquellos que constituyen riesgos demostrados, de manera que se esté seguro que se están obteniendo beneficios de todos esos esfuerzos.
 - 2.2) Aceptar que existen algunos elementos objetivos para preocuparse por la exposición a CEM y como resultado, adoptar una posición de "prudencia"; esto significa limitar las exposiciones que pueden ser evitadas con una pequeña inversión de dinero y de esfuerzo. Esto implica, no hacer nada drástico u oneroso hasta que la investigación muestre un panorama más claro sobre si hay riesgo y cual es su dimensión. Sin embargo, en circunstancias en las que los costos y los problemas asociados con hacer algo se vuelven muy grandes, los que abocan ésta opción sugerirían que lo más prudente sería esperar a que haya mejor información disponible. La prudencia significa que se pueden desarrollar acciones para controlar el riesgo pero a un costo modesto; se mantiene un sentido de proporción y no se cometen excesos en el actuar. Podrían por ejemplo, a nivel individual, no usar más la frazada eléctrica o usarla solo para precalentar la cama, o quitar el reloj eléctrico de la mesa de noche o usar uno digital en su lugar. Si se está comprando una nueva casa, sería prudente tomar en

cuenta la ubicación de las líneas de distribución y transmisión entre otras cosas. A nivel de las políticas públicas, la prudencia en relación a la exposición de la población a CEM debería limitarse en estos momentos, a las instalaciones nuevas. Las instalaciones nuevas deberían ubicarse de tal manera que no expongan a las personas a los campos, pero solo hasta un límite práctico. Es difícil justificar un gasto arriba de unos cuantos miles de dólares por persona expuesta para reducir el posible riesgo de la exposición.

- 2.3) Considerar que, en base a la evidencia disponible actualmente, existe un problema real lo que implica invertir seriamente en términos de dinero y tiempo en un programa agresivo para limitar la exposición a los CEM, tomando el riesgo de que eventualmente se sepa que algo o todo este esfuerzo ha sido en vano, ya sea porque no era necesario o porque no se hizo de la manera correcta. Aún cuando los CEM fueran un riesgo a la salud, solo puede esperarse que una fracción muy pequeña de la gente expuesta desarrolle problemas de salud (probablemente no más de una en varios miles).

VIII. IMPACTO SOCIOECONÓMICO DE UNA ASOCIACIÓN NOCIVA ENTRE CEM Y LA SALUD:

La posibilidad de que la exposición residencial y/o ocupacional a CEM pueda jugar un papel en la carcinogénesis⁹ plantea un serio cuestionamiento para las instituciones encargadas de velar por la salud de la población así como para el sector responsable de la generación y distribución de la energía eléctrica en cualquier sociedad. Algunos académicos sostienen que si bien los cánceres son responsables de alrededor de un cuarto del total de muertes en los Estados Unidos de Norteamérica, la mortalidad por esta causa era significativa mucho antes de que los campos electromagnéticos de 60 Hz. se convirtieran en una característica común de la vida diaria; más aún, el número de muertes por cáncer no ha mostrado un incremento dramático con la electrificación, por lo que parece poco probable que los CEM sean un contribuyente mayor a la incidencia actual de cáncer.

Sin embargo, con la evidencia disponible, es muy arriesgado concluir que los CEM de 60 Hz. no constituyen un factor de riesgo; pero, de comprobarse un vínculo entre la incidencia de cáncer y las líneas de distribución de energía eléctrica, habría un profundo impacto social y económico. Además de generar temor al cáncer entre los consumidores, ésto implicaría la reubicación de las líneas de distribución eléctrica, lo que sería extremadamente costoso ya que la disminución del voltaje de las líneas de transmisión a las de distribución ocurre en la vecindad de los hogares (en las subestaciones).

En la medida que la gente y las líneas de energía se mueven más cerca una de la otra, solo puede esperarse que se incremente la polémica que existe alrededor de este problema. En los Estados Unidos de Norteamérica se espera un incremento del 40% en la demanda de electricidad para el año 2,000 y, una opción para satisfacer la creciente demanda es incrementar el voltaje de las líneas. Actualmente, el límite de

⁹ Proceso de origen o formación de cáncer.

carga es de 765 kV. pero se está experimentando con líneas de 1,200 kV., lo que generaría campos electromagnéticos mucho más fuertes. Según el reporte de la Agencia para la Protección Ambiental¹⁰, si las asociaciones sugeridas entre CEM y leucemia fueran correctas y se aplican en todo el territorio estadounidense, y si se establece una relación causal, los CEM podrían ser responsables hasta del 15% de los casos de cáncer infantil.

Aunque los supuestos son todavía muy grandes, son importantes y demandan más investigación. La incidencia normal de leucemia infantil es de 1 por cada 10,000 personas al año; el estudio de Savitz reporta una incidencia de 2 por 10,000 al año. Además, se ha mostrado que la mayor contribución a la generación de los campos magnéticos en los hogares proviene de las líneas de distribución en las calles. Esto implica que el problema es serio y tiene menos que ver con las líneas de alto voltaje, que con la manera en que las ciudades y pueblos están cableados y la forma en que se distribuye la electricidad.

La exposición masiva a CEM es en realidad un problema nuevo y de amplia diseminación en la sociedad, que está asociada a la tecnología emergente. Varios autores mencionan que en 1970, un grupo de científicos, educadores, economistas, humanistas e industriales se reunió en Roma para discutir los problemas de la humanidad. El reporte del "Club de Roma" -como se denominó a este grupo- hace una análisis crítico del entrelazamiento entre las curvas de crecimiento de la población mundial, de la tecnología, de los recursos y de la contaminación, haciendo énfasis en la necesidad de poner límites al crecimiento. Implícito en este reporte está el argumento de que es posible lograr un cambio fundamental en los valores y enfoques que se tienen en relación a estos cuatro elementos del proceso de desarrollo.

Aunque las preocupaciones sobre la salud y las exposiciones dañinas involucran conceptos técnicos y científicos, la prevención de la exposición a CEM es en realidad, resultado de un proceso

¹⁰ EPA, siglas en inglés.

socioeconómico. Según Gochfeld, se dará un cambio fundamental en la relación tecnología-sociedad que afectará qué y cómo se desarrollará la tecnología en el futuro. Para él es indispensable que la sociedad aprenda a monitorear y controlar sus distintas exposiciones. Enfatiza además el hecho de que mucha de la tecnología se desarrolla primariamente para usos recreacionales y ésto, al igual que las drogas recreacionales, pueden ser una carga muy pesada para la sociedad.

Además, mucha de la tecnología se exporta a los países en desarrollo quienes, ansiosos de generar empleos, no reparan tanto en los costos ambientales. En el caso específico de la exposición a CEM, es razonable preguntarse si los consumidores estarían dispuestos a pagar los costos adicionales que representaría el tener ambientes saludables de vida y de trabajo. Otro aspecto mencionado es que la sociedad ha desarrollado una forma de vivir en la cual se recompensan los beneficios de corto plazo a costas de metas de más largo alcance. Esto es porque los beneficios de corto plazo se miran prontamente y esto se aplica no solo a la toma de decisiones en la industria sino también a los funcionarios del gobierno que pronto estarán de nuevo fuera del cargo. Esto también se aplica a los académicos quienes, por obtener una titularidad, desarrollan sus carreras alrededor de objetivos de investigación de corto plazo. Esta es una de las razones de por qué se tienen datos epidemiológicos tan débiles sobre muchos aspectos ambientales de la salud; tanto los investigadores como las agencias financieras rechazan los estudios prospectivos de largo plazo, que son los que proporcionan información definitiva. El ciclo de tres años o menos para el financiamiento de investigaciones es probablemente la peor cosa que pudo haberle pasado a la investigación ambiental.

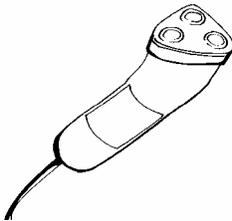
Otro de los problemas serios que afrontan la salud y seguridad ambiental es que la gente que toma las decisiones sobre si invertir o no en salud ocupacional, en la seguridad de los productos o en la calidad del ambiente, no son la gente que sufre las consecuencias cuando estas decisiones resultan dañinas, como sucede por ejemplo, con las compañías de tabaco. Por ello, se debe poder definir posibles daños de cada tecnología durante su desarrollo así como identificar resultados significativos. También es importante la habilidad de monitorear,

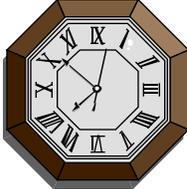
particularmente en el área de las radiaciones no ionizantes y los campos magnéticos. Se necesita desarrollar un esfuerzo concertado en donde inversionistas, industriales, ambientalistas, el gobierno y el público se reúnan y decidan en conjunto. Los inversionistas deben aprender a ver una inversión en el hecho de conservar la salud y la seguridad; cometer errores de este tipo debe convertirse también en algo muy caro de pagar; los desincentivos financieros van a ser mucho más efectivos que las leyes y regulaciones para proteger el ambiente, lo que es un elemento importante de considerar para los que hacen efectiva la política pública (Gochfeld, 1990).

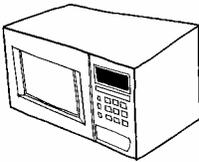
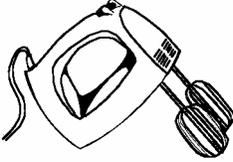
IX. EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

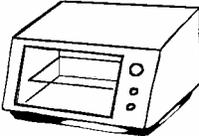
Los siguientes cuadros muestran los campos magnéticos que habitualmente emiten varios aparatos eléctricos de uso común en los hogares y lugares de trabajo. Las diferencias de la intensidad de campo no depende del tamaño del aparato, sino que se relacionan con la función y el diseño del producto, presentando valores promedio y máximos según la marca. La fuente original de los cuadros que presentamos a continuación es: EMF In your Environment, EPA 1992. National Institute of Environmental Health Sciences y U.S. Department of Energy, 1995; y la medida se expresa en miligauss (mG).

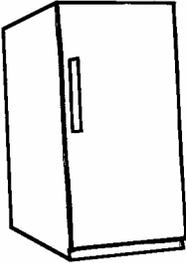
Es importante señalar que la diferencia del campo electromagnético emitido varía considerablemente con la distancia, por lo que la recomendación general sería utilizarlos a la mayor distancia posible.

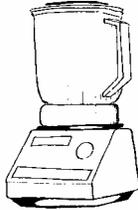
FUENTES EN EL BAÑO			
SECADORA DE PELO			
Distancia de la fuente	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	1	--	--
Valor promedio	300	1	--
Valor máximo	700	70	10
			
MAQUINA DE AFEITAR ELÉCTRICA			
	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo			
Valor promedio			
Valor máximo			
			

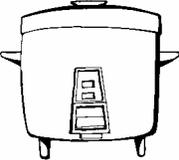
FUENTES EN EL DORMITORIO			
RELOJES ELECTRÓNICOS NUMÉRICOS (DIGITALES)			
Distancia de la fuente	6''= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo		--	--
Valor promedio		1	--
Valor máximo		8	2
			
RELOJES ANALÓGICOS (CON ESFERA CONVENCIONAL)			
	6''= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo		1	--
Valor promedio		15	2
Valor máximo		30	5
			

FUENTES EN LA COCINA			
HORNO DE MICROONDAS			
Distancia de la fuente	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	100	1	1
Valor promedio	200	4	10
Valor máximo	300	200	30
			
BATIDORA			
Distancia de la fuente	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	30	5	--
Valor promedio	100	10	1
Valor máximo	600	100	10
			

FUENTES EN LA COCINA			
HORNO ELÉCTRICO			
Distancia de la fuente	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	4	1	--
Valor promedio	9	4	--
Valor máximo	20	5	1
			
COCINA ELÉCTRICA			
	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	20	--	--
Valor promedio	30	8	2
Valor máximo	200	30	9
			

FUENTES EN LA COCINA			
	REFRIGERADORA		
Distancia de la fuente	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	--	--	--
Valor promedio	2	2	1
Valor máximo	40	20	10
			
	TOSTADOR		
	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	5	--	--
Valor promedio	10	3	--
Valor máximo	20	7	--
			

FUENTES EN LA COCINA			
	LICUADORA		
Distancia de la fuente	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	30	5	--
Valor promedio	70	10	2
Valor máximo	100	20	3
			
	ABRIDOR DE LATAS		
	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	500	40	3
Valor promedio	600	150	20
Valor máximo	1500	300	30
			

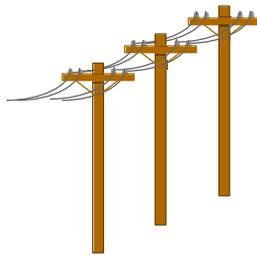
FUENTES EN LA COCINA			
CAFETERA ELÉCTRICA			
Distancia de la fuente	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	4	--	--
Valor promedio	7	--	--
Valor máximo	10	1	--
			
OLLA ELÉCTRICA DE COCCIÓN LENTA			
	6"= 15.24 cms.	1'= 30.48 cms.	2'= 60.96 cms.
Valor mínimo	3	--	--
Valor promedio	6	1	--
Valor máximo	9	1	--
			

ESCALA DE RIESGOS

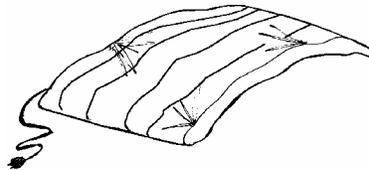
1. La proximidad de líneas de energía eléctrica.



2. Las redes de distribución de alta tensión.



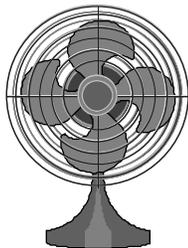
3. Las mantas eléctricas, por su proximidad al cuerpo. (lo mejor es desenchufarlas antes de dormirse).



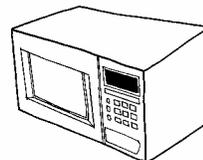
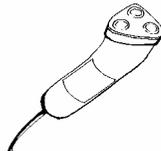
4. Las terminales de ordenadores y los televisores. (Hay que situarse al menos a 90 centímetros).



5. Los relojes eléctricos y ventiladores deben mantenerse alejados de la cabeza. Se recomienda situarlos a una distancia mínima de 75 cm.



6. El uso de lavadoras, secadoras de pelo, afeitadoras, hornos microondas debe limitarse a cortos períodos de tiempo.



PRECAUCIONES SIMPLES A MANERA DE RECOMENDACIONES GENERALES:

1. **AUMENTE LA DISTANCIA ENTRE USTED Y LA FUENTE DE CEM:**
 1. siéntese a un brazo de distancia de la pantalla de la computadora.
 2. ponga el reloj despertador eléctrico por lo menos a un metro de distancia de su cabeza.
 3. no permita que los niños vean televisión a menos de 1.5 metros de distancia.
2. **EVITE ESTAR CERCA DE FUENTES DE CEM INTENSOS CUANDO NO ES NECESARIO:** no permita que los niños jueguen directamente por debajo de las líneas de alimentación o cerca de los transformadores de energía.
3. **PASE MENOS TIEMPO EN EL CAMPO DE ENERGÍA:** apague la pantalla de la computadora y otros aparatos eléctricos cuando no estén en uso.
4. **LIMITE EL USO DE ALGUNOS APARATOS A CORTOS PERIODOS DE TIEMPO,** como son las secadoras de pelo, máquinas de afeitar, hornos de microondas.
5. **Es necesario que el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social genere una política de investigación y fortalecimiento de los sistemas de información y archivo de los hospitales nacionales, que permita hacer uso efectivo de los expedientes médicos en las labores de investigación.**
6. **Es importante que, mientras no se tenga evidencia más conclusiva sobre los riesgos generados por los CEMBF se maneje la**

información existente con prudencia de manera que no se cree pánico entre la población, pero respetando su derecho a estar informados.

7. Es urgente poner en práctica el Acuerdo suscrito entre la Universidad de San Carlos de Guatemala y la EEGSA para desarrollar acciones de investigación, información y educación a la población sobre el tema.
8. Para operativizar dicho Acuerdo, se sugiere formar un grupo técnico asesor permanente sobre el tema, constituir un Centro de Información de Atención al Público y crear un Fondo para realizar investigación.
9. Es urgente iniciar el monitoreo y registro sistemático de los campos el cual de preferencia, debería ser llevado a cabo por un organismo técnico ajeno a la EEGSA e INDE (Auditoría Ambiental).
10. Se debería también comenzar con la formulación de modelos matemáticos que permitan conocer los CEMBF con mayor profundidad y predecir su comportamiento en nuestro medio; éste sería particularmente útil para planificar la expansión del sistema eléctrico de la Ciudad en base a criterios más técnicos y que tomen en cuenta, además de la demanda económica, el bienestar presente y futuro de la población.
11. Dado que no se cuenta todavía con suficientes elementos de juicio para establecer plenamente el riesgo para la salud que representan los CEMBF, es recomendable actuar con prudencia en lo referente a la ubicación y puesta en funcionamiento de nuevas instalaciones.
12. No sería recomendable instalar nuevas subestaciones o tendido de alto voltaje en áreas densamente pobladas de la Ciudad o cerca de lugares donde se concentran niños y jóvenes por largos períodos de tiempo.

13. Se deberían buscar mecanismos simples y de bajo costo que en el corto plazo, permitieran disminuir el riesgo de exposición de la población en general; por ejemplo elevar la altura de los postes, respetar los corredores a ambos lados del tendido de alto voltaje.
14. Es urgente desarrollar un proceso de planificación urbana en donde se incorpore el crecimiento del sistema eléctrico de la Ciudad con una visión de corto, mediano y largo plazo, que tenga como objetivo primario hacer de esta ciudad un espacio habitable que fomente el desarrollo y la salud humana.

XII. BIBLIOGRAFÍA.

1. Ahlbom, Anders.
A review of the epidemiologic literature on magnetic fields and cáncer.
Scandinavian Journal of Work Environmental Health (1988) vol: 14, 337-343
2. Albohm Anders
Some Notes on Brain Tumors Epidemiology
Annals of The New York Academy of Sciences, Vol 609, pags 179-185, 1990.
3. Andrew, Marino A.; Graves, H. B.
Are power lines hazardous to health?
Public Power, Jul-Aug 87, V45, N4, p19(4).
4. Bazan, E. et. al.
EMF, how dangerous?
Transmission and Distribution (1991) junio, p. 15-28
5. Bell, G., A. Marino, A. Chesson y F. Struve.
Human sensitivity to weak magnetic fields.
Lancet, (1991) vol. 338: 1521-1522
6. Bennett, W.
Power lines are Homely, not Hazardous.
The Wall Street journal (1994), Agosto 10, p. no indicada.
7. Blackman, C. D. House, et. al.
Effect of ambient Levels of Power-Line-Frequency Electric Fields on Developing Vertebrate.
Bioelectromagnetics (1988) vol: 9, 129-140

8. Bodil Persson, Md., y Lennart Handell, MD.
Background radiation electrical work, and some other exposures associated with acute myeloid leukemia in a case-referent study.
Archives of Environmental Health, March/April 1986. [Vol 41. (No. 2)]
9. Brodeur, P.
Calamidad en la Calle Meadow.
The New Yorker (1990) julio 9, 51 p.
10. Bunin, Greta R., et. al.
Neuroblastoma and parental occupation.
American Journal of Epidemiology (1990) Vol: 131, No. 5, 776-780.
11. Cameron, I., K. Hunter y D. Winters
Retardation of Embriogenesis by Extremely Low Frequency 60 Hz Electromagnetic Fields.
Physiological Chemistry and Physics and Medical NMR (1985), No. 17, sin número de páginas.
12. Cecil
Tratado de Medicina Interna
18a. edición, (1991) Editorial Interamericana, México.
13. Cole Johnson, Christine and Spitz, Margaret R.
Childhood nervous system tumours: an assessment of risk associated with paternal occupations involving use, repair of manufacture of electrical and electronic equipment.
International Journal of Epidemiology (1989) Vol: 18, No. 4, 756-762.
14. Coleman, Michel y V. Beral.
A review of epidemiological studies of the health effects of living near or working with electricity generation and transmiion equipment.
International Journal od Epidemiology, (1988) Vol: 17, No. 1, 1-13.

15. Coleman, M., C. Bell, et. al.
Leukaemia and Residence near Electricity Transmission Equipment: a case-control study.
British Journal of Cancer (1989) 60, 793-798.
16. Deadman, J. et. al.
Occupational and residential 60-Hz electromagnetic fields and high-frequency electric transients: exposure assessment using a new dosimeter.
Industrial Hygiene Association Journal (1988) vol: 49 No. 8, 409-419.
17. Delpizzo, V.
Exposure to high tension power lines and childhood leukaemia.
The Medical Journal of Australia (1991) vol: 155, p. 854
18. DelPizzo, V., M. Salzberg y S. Farish.
The Use of Spot Measurements in Epidemiological Studies of the Health Effects of Magnetic Field Exposure.
International Journal of Epidemiology (1991) vol: 20 No. 2, 448-455
19. Demers, P. et. al.
Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Breast Cancer in Men.
American Journal of Epidemiology (1991) vol: 134, 340-347.
20. Doucet, L.
Biological effects of Low Frequency Electromagnetic Fields.
Medicine and War (1992) vol: 8, 205-212
21. Douglosz, L. et. al.
Ambient 60 Hz Magnetic Flux Density in a Urban Neighborhood.
Bioelectromagnetics (1989) vol: 10, 187-196

22. Easterly, C.E.
Cancer link to magnetic field exposure: a hypothesis.
American Journal of Epidemiology, Vol. 114, No. 2. August 1981.
169-174
23. Ezzell, Carol.
Power-line static.
Science News, Sep 28, 91, v140, n13, p202(2).
24. Fajardo Gutierrez, A. et. al.
Residencia cercana a fuentes eléctricas de alta tensión y su asociación con leucemia en niños.
Boletín médico del Hospital Infantil de México (1993) Vol 50. No. 1.
p. 32-38.
25. Fenner, Wendy.
NCI and CCSG examine role of electromagnetic fields in childhood leukemia.
Journal of the National Cancer Institute. Vol 82, No. 3, february 7, 1990.
26. Feychting, Maria and Ahlbom, Anders.
Magnetic fields and cancer in children residing near swedish high-voltage power lines.
American Journal of Epidemiology, (1993) Vol: 138, No. 7, 467-481.
27. Gamberale, F., B. Anshelm et. al.
Acute effects of ELF electromagnetic fields: a field study of linesmen working with 400 kV power lines.
British Journal of Industrial Medicine (1989) vol: 46, 729-737.
28. Gochfeld, M.
Introductory Remarks: Microelectronics, Radiation and Superconductivity.
Environmental Health Perspectives (1990) Vol: 56, 285-289.

29. Goldberg, R.B. y Creasey, W.A.
A review of cancer induction by extremely low frequency electromagnetic fields. Is there a plausible mechanism?
Medical Hypothesis (1991) vol: 35, 265-274.
30. Gorman, C.
Danger Overhead.
Time (1992), Octubre 26 p.48
31. Granger, M.
Electric and Magnetic Fields from 60 Hertz Electric Power: What do we know about possible health risks?
Carnegie Mellon University (1989) Department of engineering and Public Policy. Folleto de 43 páginas.
32. Guenel, P., J. Nicolau et. al.
Design of a Job Exposure matrix on electric and magnetic Fields: selection of an efficient job classification for workers in thermoelectric production plants.
International Journal of Epidemiology (1993) 22 (suppl. 2) 16-21.
33. Hazan, Earl.
EMF how dangerous?
Transmission & Distribution. June 1991. pp. 15-30
34. Harrison.
Principios de Medicina Interna.
Editorial Interamericana (1994), McGraw Hill. 13a. edición. México.
35. Hecht, J.
Pruebas en células sugieren conexión entre los cables y el cáncer.
New Scientist (1983) No. 1585, p. 28.

36. Hutchinson, George B.
Cancer & exposure to electric power.
Health & Env Digest, Jun 92, v6, n3, p1(3)
37. Jauchem, J.
No cancer link.
Nature (1990) vol:347 p.418
38. Jauchem, J.
Electromagnetic fields and Cancer.
Science (1990) november, p. 739
39. Jauchem, J.
Electromagnetic Fields: Is there a Danger?
The Lancet (1990), octubre 6, p. 884
40. Jump, P.
Electric and Magnetic fields: An Overview.
Edison Electric Institute (1991), sin numeración de páginas.
41. Kaune, W.T. et. al
Residential magnetic and electric fields.
Bioelectromagnetics (1987) vol:8: 315-335
42. Knave, B. y B. Floderus.
Exposure to low-frequency electromagnetic fields- A health hazard?.
Scandinavian Journal of Environmental Health (1988), 14 suppl 1, 46-48.
43. Liboff, A., T. Williams et. al.
Time-Varying Magnetic Fields: Effect on DNA Synthesis.
Science (1984) vol: 224, 818-819.

44. Lindh, Tomas, Anderson Lars-Inge.
Comparison between two power-frequency electric-field dosimeters.
Scandinavian Journal of Environmental Health (1988) suppl.1, 43-45.
45. London, Stephanie; D. Thomas, et. al.
Exposure to residential Electric and Magnetic Fields and Risk of Childhood Leukaemia.
American Journal of Epidemiology (1991) Vol: 134, No. 9, 923-937.
46. Loomis, Dana P., Savitz, D.A.
Mortality from brain cancer and leukaemia among electrical workerks.
British Journal of Industrial Medicine (1990); vol: 47: 633-638.
47. Lowry, Stella.
Electromagnetic radiation in homes.
British Medical Journal (1989) Vol: 299 p. 1517-1518
48. Maclis, R.
Magentic Healing, Quackery and the Debate about the Health Effects of Electromagnetic Fields.
Annals of Internal Medicine (1993) vol: 118, 376-383
49. McDowall, M.
Mortality of persons resident in the vicinity of electricity transmission facilities.
British Journal of Cancer (1986), vol: 53, 271-279.
50. Mateos Gómez, José Humberto.
La melatonina, hormona de múltiples funciones.
Rev Med IMSS (Mex), 1986; 24:77. Artículo editorial.

51. Mayer, T.
Pursuing the Science of EMF.
EPRI Journal (1990), January/February 4-17
52. Mc Dowall, M.E.
Mortality of persons resident in the vicinity of electricity transmission facilities.
Br J Cancer (1986) 52, 271-279
53. Michaelson, S.
Household magnetic fields and Childhood Leukaemia: A Critical analysis.
Pediatrics (1991) vol: 88 No. 3, 630-635
54. Milham, S.
Mortality in Workers Exposed to Electromagnetic Fields.
Environmental Health Perspectives (1985) vol: 62, 297-300.
55. Milham, S.
Increased Mortality in Amateur Radio Operators due to Lymphatic and Hematopoietic Malignancies.
American Journal of Epidemiology (1988) vol:127 No. 1, 50-54.
56. Monson, R.
Editorial commentary: Epidemiology and Exposure to electromagnetic Fields.
American Journal of epidemiology (1990) vol: 131 No. 5, 774-775.
57. Myers, A. et al.
Childhood cancer and overhead powerlines: a case-control study.
British Journal of Cancer (1990) vol: 62, 1008:1014.
58. Nelson
Tratado de Pediatría
Editorial Interamericana (1992), 14a. edición.

59. Newman, Alan.
Fields of Dreams? Electromagnetic Fields and the links to cancer.
Environmental Science Technology (1992) vol: 26, No. 9, p. 1714.
60. Newman, M.
NCI and CCSG Examine Role of electromagnetic Fields in Childhood Leukemia.
Journal of the National Cancer Institutions (1990), vol. 82, No. 3, 175-176.
61. Norderson, K., H. Mild, et. al.
Chromosomal Effects in Lymphocytes of 440 kV-Substation Workers.
Radiation and Environment Biophysics (1988) 27, 39-47.
62. Pool, R.
Existe una Conexión entre el Cáncer y los Campos Electromagnéticos?
Science (1990) vol: 249, 1096-1098
63. Pool, R.
Campos electromagnéticos: La Evidencia Biológica.
Science (1990) vol: 249, 1378-1381
64. Pool, R.
Volando a Ciegas: La Preparación de una Política para Campos Electromagnéticos.
Science (1990) vol: 250, 23-25
65. Reddy, A.K.N y J. Goldemberg.
Energía para el mundo subdesarrollado.
Investigación y Ciencia No. 170. Noviembre de 1990.

66. Robins y Cotran
Patología Estructural y Funcional.
Editorial Interamericana (1988), 31a. edición.
67. Rojo, O. y M. Alonzo.
Física. Campos y Ondas.
Fondo Educativo Interamericano. México, 1981.
68. Ross, R.
Do power Line-Generated Electromagnetic fields have any Association with Certain Disorders?
Journal of the American Medical Association -JAMA- (1988) vol; 259, No. 8 1, 131-1,133
69. Savitz, David A., John, Ether M., and Kleckner, Robert C.
Magnetic field exposure from electric appliances and childhood cancer.
American Journal of Epidemiology (1990) Vol: 131, No. 5, 763-773.
70. Savitz, David A., et. al.
Case-control study of childhood cancer and exposure to 60-Hz magnetic fields.
American Journal of Epidemiology (1988). Vol 128, No. 1, 21-38.
71. Savitz, David, D. Pearce y C. Poole.
Methodological issues in the epidemiology of electromagnetic fields and cancer.
Epidemiologic Reviews (1989) Vol: 11, 59-78
72. Schreiber, G., G. Swaen, et. al.
Cancer Mortality and Residence near Electricity Transmission Equipment: A Retrospective Cohort Study.
International Journal of Epidemiology (1993) Vol: 22 No. 1, 9-15.

73. Sheikh, K.
Exposure to Electromagnetic Fields and the Risk of Leukemia.
Archives of Environmental Health (1986) vol: 41 No. 1, 56-63
74. Stevens, R.
Electric Power Use and Breast Cancer: A Hypotheses.
American Journal of epidemiology (1987) vol: 125, 556-561
75. Stone, R.
Polarized Debate: EMFs and Cancer.
Science (1992), vol: 258 1724-1725
76. Stuchly, M.
Human Exposure to Static and Time-Varying Magnetic Fields.
Health Physics (1986) vol:31 215-225
77. Tabrah, F. y S. Batkin
Electromagnetic Fields: Biological and Clinical Aspects.
Hawaii Medical Journal (1991) vol: 50, 113-118
78. Tenforde, T.
Biological Interactions and Potential Health Effects of Extremely-Low-Frequency magnetic Fields from Power Lines and other common Sources.
Annual Review of Public Health (1992) vol: 13, 173-196
79. Tomenius, L.
50 Hz Electromagnetic Environment and the Incidence of Childhood Tumors in Stockholm County.
Bioelectromagnetics (1986) vol: 7, 191-207
80. Tornqvist, S., B. Knave, et. al.
Incidence of Leukaemia and brain tumours in some electrical occupations.
British journal of Industrial Medicine (1991) vol: 48, 597-603

81. Tynes, T. y A. Andersen
electromagnetic Fields and male Breast Cancer.
The Lancet (1990) dec. 22/29 p. 1,596
82. Tynes, T., A. Andersen y F. Langmark
Incidence of Cancer in Norweigan Workers Potentially Exposed to Electromagnetic Fields.
American Journal of Epidemiology (1992) vol:136 No. 81-88
83. Vagero, D. y R. Olin.
Incidence of cancer in the electronics industry: using the new Swedish Cancer Environment Registry as a screening instrument.
British Journal of Industrial Medicine (1983) vol: 40, 188-192.
84. Vena, J., G. Saxon, et. al.
Use of Electric Blankets and Risk of Postmenopausal Breast Cancer.
American Journal of Epidemiology (1991) vol: 134 No. 2, 180-185.
85. Weiss, John
The power line controversy: legal responses to potential electromagnetic field health hazards.
Columbia J Env Law, 1990, V15, N2, p359(30).
86. Wertheimer, N. y E. Leeper.
Electrical Wiring Configurations and Childhood Cancer.
American Journal of Epidemiology (1979) vol: 109 No. 3, 273-284.
87. Wertheimer, N. y E. Leeper.
Adult cancer related to Electrical Wires Near the Home.
International Journal of Epidemiology (1982), 11:345-355

88. Wertheimer, N. y E. Leeper
Possible Effects of electric Blankets and Heated Waterbeds on Fetal Development.
Bioelectromagnetics (1986) vol: 7, 13-23
89. Wilkins, J. y V. Hundley
Paternal Occupational Exposure to Electromagnetic Fields and Neuroblastoma in Offspring.
American Journal of Epidemiology (1990) vol:131 995-1003
90. Wright, W., J. Peters y T. Mack
Leukaemia in Workers Exposed to electrical and magnetic Fields.
Lancet (1982) 1160-1161
91. Zeigler, Bart and Coy, Peter.
The cellular cancer risk: How real is it?
Bus Week, Feb 8, 93, n3304, p 94(2)
92. _____.
Evaluación de Impacto Ambiental "Proyecto de Transmisión Eléctrica Los Próceres" EEGSA.
Informe Final, junio de 1993. ICAITI.
93. _____.
Funcionarios de Suecia reconocen que existe una relación entre los campos electromagnéticos y el cáncer.
Revista MICROWAVES NEWS, Reporte de Radiaciones no ionizantes. Vol XII No. 5. Sept/Oct 1992.
94. _____.
Informe Tierra.
Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Editorial Parthenón. Barcelona, 1992.

95. _____.
Cuidar la Tierra.
Publicación conjunta de: UICN (Unión Mundial para la Naturaleza),
PNUMA (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente),
WWF (Fondo Mundial para la Naturaleza). Gland, Suiza, Octubre de
1991.
96. _____.
Funcionarios de Suecia reconocen que existe una relación entre los
Campos Electromagnéticos y el Cáncer.
Micro Wave News (1992) vol: XII No. 5, 1-11
97. _____.
New Scientist 20, enero de 1987
98. _____.
New Scientist 3, Diciembre de 1983.
99. _____.
Las Condiciones de Salud en las Américas
Publicación Científica No. 549, Edición 1994. OPS.
100. _____.
Proyección de Población Urbana y Rural por Región Y
Departamento
SEGEPLAN, 1980-2000, Noviembre 1988.
101. _____.
Programa Nacional de prevención del Cáncer.
Liga Nacional contra el Cáncer.

102. _____.
Avances en Oncología Pediátrica
Proyecto Nacional de Salud de Guatemala, Liga Nacional Contra el
Cáncer y Pacific Rim Research Project University of California
(1995) pags. 3-9.
103. _____.
Cancer and magnetic field.
The lancet (1992) vol: 340, 1,218-1,119
104. _____.
Contaminación electromagnética: Peligro en el aire.
Revista Muy Interesante (1991). Año VII No. 10, México. p. 4-

CENTRO DE ESTUDIOS URBANOS Y REGIONALES
--CEUR--

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
--USAC--

Edificio S-11; Tercer nivel
Ciudad Universitaria, 01012
Ciudad de Guatemala, Guatemala
Centro América

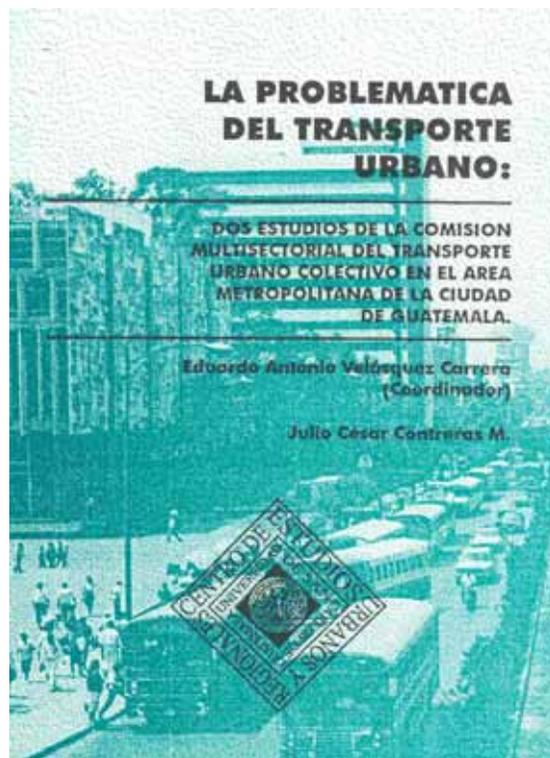
Teléfono FAX
(502) 2476-9853
(502) 2476-7701

(502) 2443-9500
Ext. 1155 y 1694

Correo electrónico:
usacceur@usac.edu.gt

<http://ceur.usac.edu.gt>

PROXIMAS PUBLICACIONES



Boletín No.32

Marzo 1997



Reformismo liberal, régimen municipal, ciudadanía y conflicto étnico en Guatemala (1821-1840)

Julio César Pinto Sorla



Atanasio Tz'ul, escultura de Rodolfo Galeotti Torres, 1973.