

# Revista Técnica

# Energía

REVISTA # 1

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS  
RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA



LOJA - ECUADOR  
2011

# HIMNO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

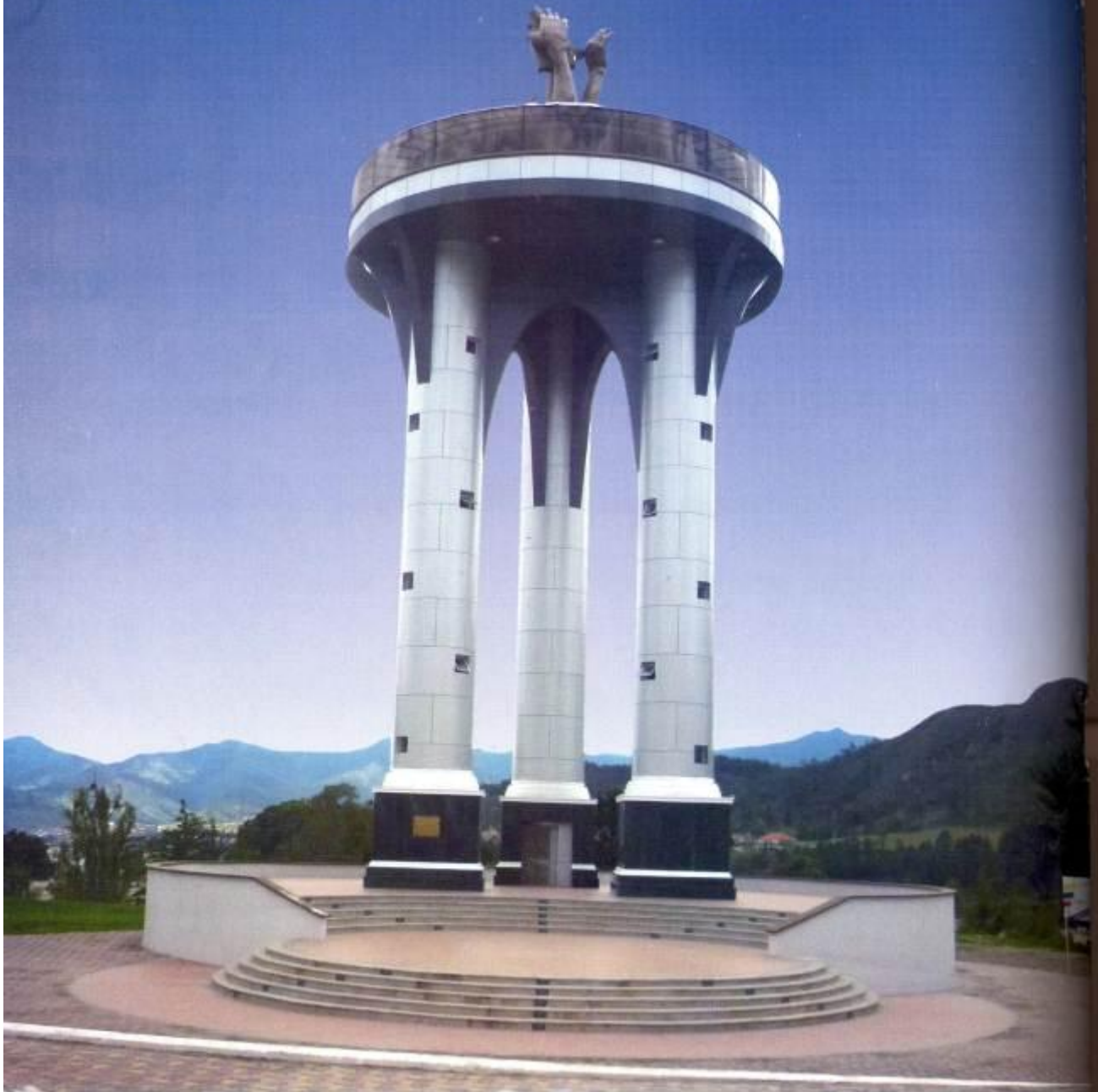
Letra: Dr. Benjamín Ruiz y Gómez  
Música: Maestro Segundo Puertas Moreno

## CORO

Gloria Loja, por siempre cantemos  
Con acento de voz inmortal  
Fuimos grandes y hoy más lo seremos  
Con el triunfo de nuestro ideal.

I  
Al calor de un brillante pasado  
Que dio a Loja, blasón de talento,  
De hidalguía, de fe y sentimiento,  
Nueva vida queremos vivir.

II  
La inquietud cultural vigoriza  
La conciencia de un pueblo escogido  
Que si acaso parece dormido  
Hoy despierta a un glorioso existir.



# Editorial

*La presente publicación se constituye en la primera edición de la revista técnica de la carrera de Ingeniería Electromecánica del Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales No Renovables de la Universidad Nacional de Loja.*

*Los artículos y evidencias fotográficas que forman parte de esta publicación dan cuenta del trabajo que viene desarrollando nuestra carrera en los tres ejes fundamentales del quehacer universitario: formación de recursos humanos, investigación y vinculación con la colectividad durante el periodo 2008-2011 para el que fui honrosamente designado en la coordinación de la carrera, trabajo desarrollado con el apoyo decidido de la Comisión Académica, Director del Área y del Rector de nuestra Universidad.*

*Los autores de los artículos técnicos demuestran el esfuerzo de nuestros docentes que nos participan sus experiencias y trabajos de investigación que se vienen ejecutando en la carrera en el ámbito técnico y científico.*

*De igual forma hacemos conocer los talleres y laboratorios con que cuenta el Área de Energía para la formación de los estudiantes de nuestra carrera: Taller mecánico, taller eléctrico y los laboratorios de automatización, máquinas eléctricas, máquinas de fluidos, laboratorio de electrónica, aula virtual, tres laboratorios de computación y una biblioteca con 50 computadores con servicio de internet; los mismos que se encuentran equipados con tecnología de última generación como fresadoras y tornos con control numérico, controladores programables industriales, equipos de instrumentación y comunicaciones industriales, analizadores de redes, equipos de mediciones y pruebas eléctricas y mecánicas, una estación meteorológica, etc. y trabajos de tesis elaborados por nuestros estudiantes que dan fe de su capacidad para aplicar sus conocimientos científico-tecnológicos.*

*Así mismo nos sentimos orgullosos con una planta docente de primer nivel en su gran mayoría con estudios de cuarto nivel, maestrías y doctorados donde se conjuga la experiencia con la juventud y se cumple en forma responsable con la hermosa y fecunda tarea de compartir sus conocimientos y de ser el guía y tutor de la formación profesional con excelencia académica contando con el apoyo eficiente del personal administrativo.*

*Es grato tener en nuestra aulas universitarias a estudiantes que día a día se esfuerzan por formarse en una Universidad para el pueblo, sesquicentenario, orgullo de nuestra patria y acreditada como una de las mejores del Ecuador, que les abrió las puertas para que sean ellos mismos los que forjen su futuro con esfuerzo y dedicación, fruto de lo cual encontramos que nuestros profesionales se encuentran trabajando en todo el país en su campo profesional con gran éxito.*

*Al presentar esta revista técnica a la comunidad universitaria y ciudadanía en general lo hacemos con el ánimo de difundir nuestro accionar y con el compromiso de mejorar para conseguir la excelencia académica convencidos que siempre nuestra misión será la de contribuir positivamente a la formación profesional con pertinencia, ética, responsabilidad social y alto nivel académico para contribuir al desarrollo de nuestra patria y solucionar los problemas de la sociedad.*

Norman Jiménez León  
COORDINADOR DE LA CARRERA DE ING. ELECTROMECAICA  
PERIODO 2008-2011

Loja, Julio del 2011





**Universidad Nacional de Loja**  
**Área de Energía y los Recursos Naturales no Renovables**  
**CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA**

**Ing. José Ochoa A.**  
**DIRECTOR DEL ÁREA**

**Ing. Norman Jiménez León**  
**COORDINADOR DE LA CARRERA**

**Ing. Marco Rojas M.**  
**Dr. Miguel Caraballo**  
**COMISION ACADÉMICA**

**Sr. Rodrigo Ramirez**  
**Representante Estudiantil**

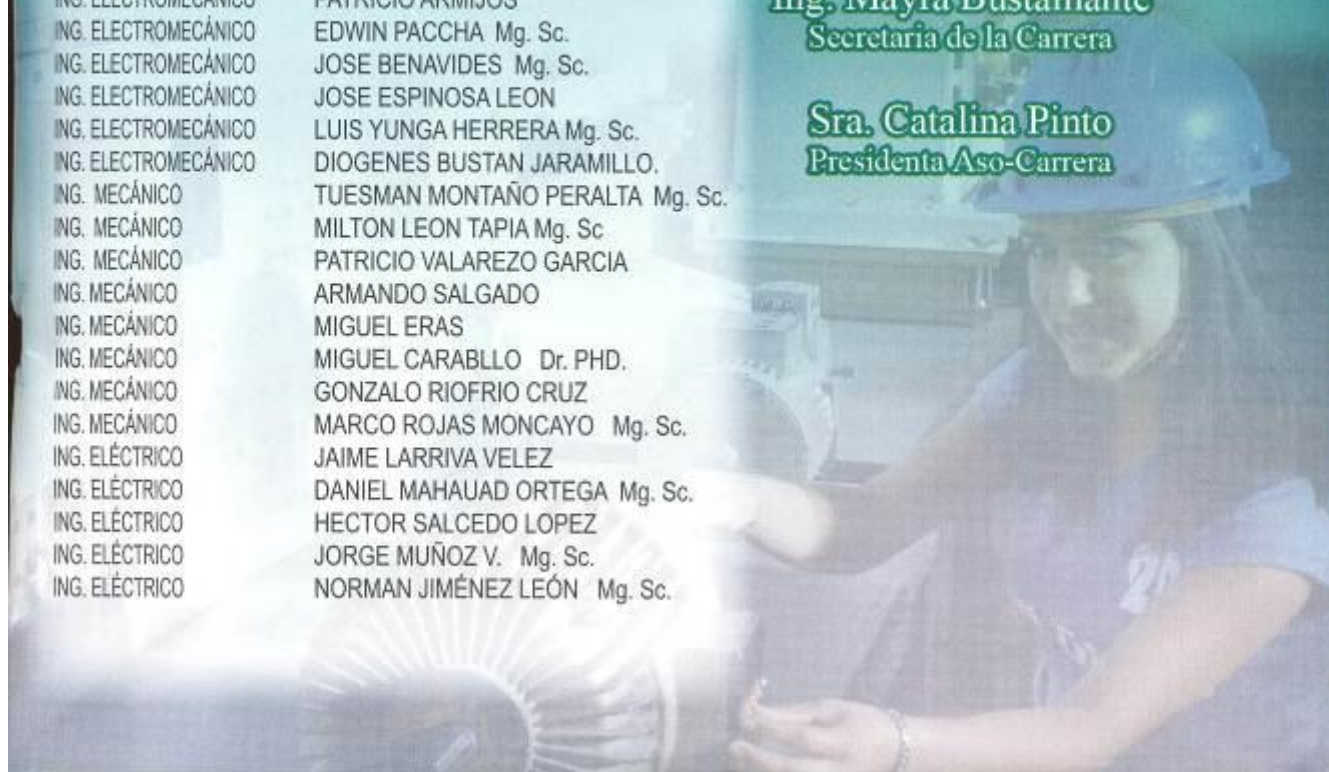
**Ing. Mayra Bustamante**  
**Secretaria de la Carrera**

**Sra. Catalina Pinto**  
**Presidenta Aso-Carrera**



**PLANTA DOCENTE DE LA CARRERA DE INGENIERIA ELECTROMECAÁNICA**

ING. ELECTROMECAÁNICO	FRANCISCO ALEGA LAOIZA Mg. Sc.
ING. ELECTROMECAÁNICO	DARWIN TAPIA PERALTA
ING. ELECTROMECAÁNICO	MANUEL AYALA CHAUVIN Mg. Sc.
ING. ELECTROMECAÁNICO	CARLOS SAMANIEGO OJEDA Mg. Sc.
ING. ELECTROMECAÁNICO	PATRICIO ARMIJOS
ING. ELECTROMECAÁNICO	EDWIN PACCHA Mg. Sc.
ING. ELECTROMECAÁNICO	JOSE BENAVIDES Mg. Sc.
ING. ELECTROMECAÁNICO	JOSE ESPINOSA LEON
ING. ELECTROMECAÁNICO	LUIS YUNGA HERRERA Mg. Sc.
ING. ELECTROMECAÁNICO	DIOGENES BUSTAN JARAMILLO.
ING. MECÁNICO	TUESMAN MONTAÑO PERALTA Mg. Sc.
ING. MECÁNICO	MILTON LEON TAPIA Mg. Sc.
ING. MECÁNICO	PATRICIO VALAREZO GARCIA
ING. MECÁNICO	ARMANDO SALGADO
ING. MECÁNICO	MIGUEL ERAS
ING. MECÁNICO	MIGUEL CARABLLO Dr. PHD.
ING. MECÁNICO	GONZALO RIOFRIO CRUZ
ING. MECÁNICO	MARCO ROJAS MONCAYO Mg. Sc.
ING. ELÉCTRICO	JAIME LARRIVA VELEZ
ING. ELÉCTRICO	DANIEL MAHAUAD ORTEGA Mg. Sc.
ING. ELÉCTRICO	HECTOR SALCEDO LOPEZ
ING. ELÉCTRICO	JORGE MUÑOZ V. Mg. Sc.
ING. ELÉCTRICO	NORMAN JIMÉNEZ LEÓN Mg. Sc.



## LOS CAMPOS ELÉCTRICOS Y MAGNÉTICOS (CEM)

### Introducción

La energía eléctrica es parte de nuestra vida, la utilizamos en muchas aplicaciones y aparatos que facilitan las labores diarias.

Algunos estudios epidemiológicos han sugerido la presencia de alguna relación entre la exposición a campos eléctricos y magnéticos (CEM) en el espectro de frecuencias de la energía eléctrica y ciertos tipos de cáncer, principalmente la leucemia y el cáncer de cerebro. En otros estudios, sin embargo, no se ha encontrado ninguna vinculación.

Es conveniente, entonces, revisar conceptos fundamentales sobre los campos eléctricos y magnéticos y tratar de responder a las preguntas sobre los efectos de la exposición de las personas a ellos.

### Corriente Alterna y Corriente Continua

En el Ecuador, todas las líneas de transmisión usan corriente alterna (CA) y operan con voltajes que varían de 69 a 230 kV (1kV=1000 Voltios).

Para distribuir la energía eléctrica desde las subestaciones hasta los centros poblados, sectores comerciales e industriales se emplean líneas de distribución que operan con voltajes de menos de 34.5 kV, siendo los más usados las redes de 22 y 13.8 kV. En la provincia de Loja el sistema de distribución es a 13.8 kV y en la provincia de Zamora Chinchipe es a 22 kV. Los consumidores domésticos utilizan niveles mucho menores, llamados de baja tensión, reducidos a 120V/240V.

La corriente alterna fluye de un lado a otro o "se alterna" a una velocidad de 60 ciclos por segundo (60 hertzios o Hz) denominada frecuencia. La corriente continua (CC) fluye en una sola dirección desde las baterías hasta el aparato, su frecuencia es por lo tanto igual a cero.

Los campos de corriente alterna inducen el flujo de corrientes eléctricas débiles en objetos conductores, entre ellos los seres humanos, lo que no sucede con los campos de corriente continua.

### ¿ Qué son los Campos Eléctricos y Magnéticos ?

Las líneas de transmisión, las redes de distribución, el alambrado de instalaciones eléctricas interiores sea con fines de iluminación, conexión de electrodomésticos y/o de motores eléctricos, y, en fin, todos los aparatos activados por electricidad producen campos eléctricos y magnéticos. Los CEM son líneas de fuerza invisibles que rodean a todo aparato eléctrico. Los campos eléctricos y los magnéticos poseen distintas características y es posible que produzcan sus efectos biológicos por distintos mecanismos. Mientras los campos eléctricos son fácilmente bloqueados o debilitados por objetos conductores (por ejemplo edificios, árboles, la piel del ser humano), los campos magnéticos no lo son. Tanto los campos eléctricos como los campos magnéticos pierden fuerza, a medida que se alejan de la fuente que los produce.

Las investigaciones se han concentrado en el estudio de los efectos de los campos magnéticos en la salud. No se han encontrado asociaciones de este tipo con los campos eléctricos medidos.

#### Campos Eléctricos

1. Los produce un voltaje.
2. Se miden en voltios por metro (V/m)  
(T). 1 milgaussio (mG)=0.1 microtesla ( $\mu$ T)
3. Son bloqueados (debilitados) con facilidad por objetos conductores, como los árboles y los edificios.
4. Se debilitan a medida que se alejan de la fuente.

#### Campos Magnéticos

1. Los produce una corriente eléctrica.
2. Se miden en gaussios (G) o teslas o en kV/m
3. No son bloqueados (debilitados) con facilidad por la mayor parte de los materiales.
4. Se debilitan a medida que se alejan de la fuente.

Mientras es más alta la frecuencia, más corta es la distancia entre una onda y la siguiente y mayor la cantidad de energía que posee el campo.

Por ejemplo, los hornos microondas tienen una frecuencia elevada del orden de 2.450 MHz, el campo que produce tiene suficiente energía para generar calor en materiales de conducción. Las frecuencias aún más altas, como las de los rayos X, causan la ionización o ruptura de los enlaces intermoleculares, fenómeno que daña el material genético.

En cambio, los campos que están en el espectro de frecuencias de la energía eléctrica distribuida por las Empresas Eléctricas, tienen frecuencias extremadamente bajas, que son las de menos de 3000 Hz y por lo tanto tienen niveles de energía muy bajos que no producen ni calor ni ionización.

### La Tierra produce CEM

La tierra produce CEM, por la corriente continua que posee. Los campos eléctricos se producen cuando hay tormentas atmosféricas. Cerca de la tierra, el campo eléctrico de CC tiene, en promedio, menos de 200 voltios por metro. Campos mucho más in-

tensos, por lo regular de 50000 V/m, se producen directamente por debajo de una tormenta eléctrica.

Se cree que los campos magnéticos se producen por el flujo de corrientes eléctricas dentro del estrato de materia fundida en lo más profundo de la tierra. El campo magnético de CC tiene, en promedio, alrededor de 500 miligaussios (mG), que es superior de lo que suelen tener los campos magnéticos producidos por la energía eléctrica de CA, pero los campos de CC no generan corrientes en objetos de la forma en que lo hacen los campos de CA.

#### Valores medidos de Campo Magnético en Líneas de Subtransmisión y Aparatos eléctricos.

Los CEM que se encuentran a nuestro alrededor provienen de distintas fuentes y sus valores son variados, cambian en el tiempo y en el espacio.

Con ocasión del debate habido en nuestra ciudad, respecto del campo magnético que produciría el paso de la línea de transmisión a 138 kV Loja – Zamora – Cumbartza, no energizada a este voltaje, hasta la presente fecha, técnicos del ex Instituto Ecuatoriano de Electrificación (ex INECEL), con la ayuda de un medidor de campo magnético, el gaussímetro, determinaron los siguientes valores promedios:

En la base de la penúltima torre de la línea de transmisión Cuenca – Loja a 138 kV: 0 mG. Debido a la altura desde el suelo a la que se encuentran los conductores energizados y a la baja densidad de carga eléctrica que transportaba a la hora de medición.

A tres metros de altura, desde el suelo, en la misma torre anterior: 2.5 mG

A nivel de acera de la calle José Antonio Eguiguren entre Sucre y 18 de Noviembre, por la que pasa una red de distribución subterránea de baja tensión (240V) : 125 mG

Plancha eléctrica: promedio 300 mG, a 50 cm de distancia 2mG

Tostadora: promedio 100 mG, a 50 cm de distancia 10 mG

Máquina de afeitar eléctrica: promedio 100 mG, a 50 cm de distancia 12 mG

Horno Microonda: promedio 200 mG, a 50 cm de distancia 3mG

Refrigeradora: promedio 5 mG, a 50 cm de distancia 1mG

Licuadora: promedio 70 mG, a 50 cm de distancia 8mG

Radios/Tocacintas: promedio 2mG, a 50 cm de distancia 0mG

Lavadora de ropa: promedio 20mG, a 50 cm de distancia 7mG

Aspiradora: promedio 300 mG, a 50 cm de distancia 50 mG

Lámparas fluorescentes: promedio 40mG, a 50 cm de distancia 5mG.

Computadoras personales: promedio 14 mG, a 50 cm de distancia 4 mG.

Es decir que, en nuestras diarias actividades, siempre estamos expuestos a los campos eléctricos y magnéticos producidos por líneas de energía eléctrica y/o aparatos eléctricos.

#### ¿ Qué estudios y/o investigaciones sobre los CEM han confirmado su perjuicio a la salud humana?

En el mundo se han llevado a cabo más de doscientos estudios sobre los campos eléctricos, magnéticos o ambos. Estos estudios han sido patrocinados por agencias gubernamentales y organizaciones del sector privado.

El Programa EMF RAPID (*Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination Program*), ha sido el principal organismo difusor de los resultados de las investigaciones de los efectos de los CEM en la salud.

Las principales conclusiones tomadas de estudios realizados rezan:

"No se ha logrado establecer sobre bases científicas que los campos magnéticos de muy baja frecuencia inicien o promuevan el cáncer o que tengan cualquier otro efecto nocivo en la salud del ser humano. No obstante, tampoco se ha establecido científicamente que estos campos no sean perjudiciales". (Panel de Asesores del Ministerio de Salud de Australia, 1992)

"Los resultados epidemiológicos que han sido revisados no ofrecen pruebas absolutas de que la exposición (a CEM) se acompañe de un peligro de carcinogénesis.... los resultados obtenidos hasta la fecha sólo pueden considerarse base suficiente para formular una hipótesis de estudio que se pueda poner a prueba en futuras investigaciones". (*National Radiological Protection Board* del Reino Unido, 1992).

"Sospechamos que los campos magnéticos presentan ciertos riesgos para la salud, pero no podemos estar seguros.... Amplias razones hay para observar cierta cautela". (Junta Nacional de Suecia para la Seguridad en Materia de Electricidad, 1.994)

#### Conclusiones

Los aparatos eléctricos y el tendido de líneas en edificios contribuyen a la exposición que sufren la mayoría de las personas a campos magnéticos de baja intensidad.

Las personas que viven cerca de líneas de alta tensión (líneas de transmisión y/o de distribución de energía eléctrica) suelen tener una mayor exposición a los campos magnéticos, sin embargo, hay grandes variaciones individuales entre un hogar y otro.

Los campos magnéticos que rodean muy de cerca a los aparatos eléctricos son más intensos que los que yacen directamente por debajo de las líneas de alimentación.

Los campos magnéticos pierden rápidamente su intensidad, a medida que se alejan de la fuente que los produce. Si las personas se ubican a mayor distancia de la fuente que los produce su influencia se reduce considerable o totalmente.

Un hogar típico estadounidense tiene un campo magnético de fondo (lejos de aparatos eléctricos) cuya intensidad fluctúa de 0.5 mG a 4 mG y cuyo valor promedio es 0.9 mG (estudio efectuado por EPRI).

No existen normas específicas de orden sanitario con respecto a los CEM de 60 Hz. Algunos valores recomendados en los estados de Nueva York y Florida, en los Estados Unidos, equivalen a los campos magnéticos de mayor intensidad que producen las líneas ya existentes en esos estados, cuando transmiten una carga máxima: su valor está entre 150 y 200 mG y de 8 a 11 kV/m para el caso de campos eléctricos.

La mayoría de estudios e investigaciones más recientes han concluido que los datos actuales, aunque apuntan en esa dirección, no comprueban que los CEM produzcan cáncer.

Mayor afectación pueden producir los electrodomésticos, aparatos eléctricos de uso personal y líneas subterráneas inmediatamente bajo la calzada, que las líneas aéreas ubicadas a grandes alturas respetando un derecho de paso.

#### Bibliografía

EMF RAPID (Electric and Magnetic Fields Research and Public Information Dissemination Program), National Energy Policy Act de 1992, USA

Loja, 6 de mayo de 2004

Preparado por:  
Ing.Eléct. Daniel Mahuad Ortega, MeE  
CIEEL – 03 – L - 004