

SEGENEL 2001

**“GESTIÓN TÉCNICO-COMERCIAL DE SISTEMAS ELÉCTRICOS
DESREGULADOS E INTERCONEXIÓN ENERGÉTICA DEL CONO
SUR”**

9 al 12 de Octubre 2001

VIÑA DEL MAR - CHILE

**“Campos eléctricos y magnéticos de baja frecuencia y su
efecto en la salud humana. Resultados de investigaciones y
aspectos normativos”.**

Patricia L. Arnera

Julieta Z. Vernieri

IITREE-Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos
Universidad Nacional de La Plata – Argentina – iitree@ing.unlp.edu.ar

RESUMEN

La energía eléctrica comprende un conjunto de actividades que por su diversidad, características e importancia relativa ocasionan diversos impactos ambientales originados tanto en la obtención, procesamiento, transporte y consumo de la misma.

Es rol del Estado elaborar las normas para la incorporación de los aspectos ambientales en los distintos segmentos del mercado, para diferentes fuentes de energía eléctrica y en todas las etapas de las obras, desde su evaluación inicial hasta la etapa de construcción y explotación. Por otra parte debe ejercer el papel de contralor para garantizar la adecuada gestión ambiental ante la complejidad de los ámbitos de negociación, con múltiples actores – públicos, privados, nacionales e internacionales - que deciden sobre el rumbo y los contenidos de la gestión ambiental.

Entre los aspectos ambientales a considerar se encuentran los campos eléctricos y de inducción magnética, en los cuales la sociedad ha tomado un interés especial al vincularlos con problemas en la salud de las personas.

Mientras que los efectos de corto término en la salud humana debidos a la exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial, son bien conocidos, el debate respecto de la existencia de efectos de largo término, especialmente cáncer, persiste a nivel mundial.

Con el objeto de evaluar los riesgos asociados, programas interdisciplinarios analizan los resultados de los estudios epidemiológicos y de laboratorio. Se propone presentar algunas de las últimas revisiones de estos proyectos internacionales (EMF RAPID- WHO, etc) y un resumen de las reglamentaciones de valores límites de exposición.

Por otra parte, se plantea la problemática surgida en Argentina, los antecedentes regulatorios, vinculados a los campos electromagnéticos, la implementación de los aspectos de control y sus consecuencias en las empresas del sector.

1. INTRODUCCION

La vida se desarrolla en un medio ambiente en el que coexiste una compleja diversidad de campos electromagnéticos de diferentes frecuencias. A medida que la tecnología avanza y se crean nuevas aplicaciones, nuestra exposición a estos campos es cada vez mayor.

En el año 1979 un grupo de epidemiólogos, publicó un informe en el que por primera vez se vinculaba a los campos electromagnéticos producidos por las líneas eléctricas con la leucemia infantil. A partir de dicho estudio la comunidad científica se abocó a la tarea de dilucidar los posibles efectos en la salud de los campos eléctricos y magnéticos de frecuencias extremadamente bajas, banda del espectro dentro de la cual se ubican los campos de frecuencia industrial de 50 y 60 Hz.

Entre los efectos sospechados se sugirieron, además de la leucemia, otros cánceres, cambios en el comportamiento, pérdida de memoria, y algunas enfermedades.

2. ULTIMAS REVISIONES CIENTIFICAS

2.1. Enfoque científico

La problemática de los posibles efectos sanitarios en la población asociados a los campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas, en adelante ELF-EMF (Extremely Low Frequency - ElectroMagnetic Fields), requiere ser abordada desde tres disciplinas fundamentales: *estudios epidemiológicos* en poblaciones humanas, *estudios experimentales* sobre animales de laboratorio (estudios “*in vivo*”) y *estudios de mecanismos* (estudios “*in vitro*”). Abarcando estas áreas, un importante número de publicaciones científicas se han ido acumulando en los últimos veinte años. La gran cantidad y diversidad de los resultados obtenidos requiere de una revisión y evaluación en conjunto a fin de determinar claramente las posibles consecuencias en la salud de la exposición a estos campos. Con este propósito importantes instituciones científicas desarrollaron programas interdisciplinarios destinados a analizar y revisar en forma integral la evidencia científica existente al momento. Uno de los programas más importante es el Programa para la Investigación y Diseminación de Información Pública sobre los Campos Electromagnéticos EMF-RAPID de los Estados Unidos (Electric and Magnetic Fields - Research And Public Information Dissemination). Otro de los programas de revisión fue el realizado por el Consejo Nacional de Investigación de la Academia Nacional de las Ciencias de los Estados Unidos (NAS/NRC) concluido en el año 1996.

2.2. El Programa EMF-RAPID de los Estados Unidos

El Programa EMF-RAPID fue promovido por el Congreso de los Estados Unidos en 1992 y finalizado en 1998. El mismo fue dirigido por el Instituto Nacional de Ciencias en Salud Ambiental (NIEHS) y por el Departamento de Energía (DOE).

Bajo este programa, se conformó un Grupo de Trabajo con 30 personas representantes de una amplia gama de disciplinas, entre ellos epidemiólogos, médicos, físicos, matemáticos, ingenieros y otros científicos. El objetivo del grupo consistió en evaluar los potenciales efectos adversos para la salud humana debidos a la exposición a ELF-EMF, específicamente aquellos producidos por la generación, la transmisión y el uso de la energía eléctrica. Una serie de reuniones científicas fue desarrollada entre los años 1997 y 1998 durante las cuales se realizó un análisis de los datos obtenidos y una

evaluación de la información científica disponible. Como resultado de esta revisión formal y comprehensiva el Grupo de Trabajo emitió en julio de 1998 el documento titulado “Evaluación de los Efectos en la Salud por Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos de Frecuencia Industrial” [1].

A posteriori de dicho documento, el NIEHS estableció un período para recibir comentarios acerca del mismo. Varios grupos participaron de esta tarea, incluyendo a investigadores, empresas de distribución eléctrica, defensores de la comunidad, agencias gubernamentales y público en general. A partir de los comentarios vertidos y del documento del Grupo de Trabajo, el NIEHS preparó su informe final, el cual fue elevado al Congreso de los Estados Unidos en junio de 1999 por el director del NIEHS, Dr. Kenneth Olden, como informe final del Programa EMF RAPID, [2]. En este informe el Instituto vuelca las conclusiones del programa acerca de los posibles riesgos para la salud humana asociados a la exposición a ELF-EMF.

2.2.1. El informe del Grupo de Trabajo.

El Grupo de Trabajo del NIEHS concentró sus esfuerzos en realizar una evaluación final de la carcinogenicidad de los ELF-EMF según los procedimientos de trabajo y métodos de evaluación definidos por la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer (IARC).

El esquema de clasificación de la IARC define las siguientes categorías, con sus respectivos datos de apoyo necesarios para circunscribir a un agente/factor dentro de las mismas:

- Categoría 1: El agente es cancerígeno para humanos. Evidencia epidemiológica suficiente.
- Categoría 2A: El agente es un probable cancerígeno para humanos. Evidencia epidemiológica limitada o inadecuada y evidencia animal suficiente.
- Categoría 2B: El agente es un posible cancerígeno para humanos. Evidencia epidemiológica limitada y evidencia animal inadecuada.
- Categoría 3: El agente no es clasificable en cuanto a su carcinogenicidad para humanos. Evidencia epidemiológica inadecuada y evidencia animal inadecuada o limitada, o no encaja en otra categoría.
- Categoría 4: El agente es probablemente no cancerígeno para humanos. Evidencia sugiriendo falta de carcinogenotoxicidad tanto en humanos como en animales o evidencia epidemiológica inadecuada más evidencia sugiriendo falta de carcinogenotoxicidad en animales.

Utilizando esta metodología los resultados de las votaciones de los miembros del Grupo de Trabajo fueron las siguientes: la mayoría clasificó a la exposición a campos electromagnéticos de frecuencia industrial dentro de la categoría “posible cancerígeno para humanos” (2B), decisión basada ampliamente en la limitada evidencia de un riesgo aumentado para las leucemias infantiles con la exposición residencial y la limitada evidencia de una ocurrencia aumentada de leucemia linfocítica crónica

asociada con la exposición ocupacional. Ninguno de los miembros del Grupo de Trabajo clasificó a la exposición ya sea como “cancerígeno para humanos” (1) o como “probable cancerígeno para humanos” (2A). Menos de un tercio de los miembros optó por considerar al agente no clasificable en cuanto a su carcinogenicidad para los seres humanos (3) y un miembro lo clasificó como probablemente no cancerígeno (4).

Para otros cánceres y otras enfermedades el Grupo de Trabajo categorizó los datos experimentales como proporcionando evidencia mucho más débil o no sustentando efecto alguno por la exposición a ELF-EMF.

2.2.2. El informe final del NIEHS

En su informe final el NIEHS, a diferencia del Grupo de Trabajo, no utilizó el criterio de la IARC para la evaluación de la evidencia científica sino que analizó en conjunto los estudios de mecanismo, los estudios sobre células y de laboratorio como parte de un criterio integral para determinar causalidad en la interpretación de los estudios epidemiológicos.

Según dicho informe la evidencia científica que sugiere que las exposiciones a ELF-EMF representan un riesgo para la salud, es débil. La evidencia más sólida de efectos sobre la salud proviene de los estudios epidemiológicos en los cuales se observaron asociaciones en poblaciones humanas con dos formas de cáncer: leucemia infantil y leucemia linfocítica crónica en adultos por exposición ocupacional. Mientras que la base de sustentación de estudios individuales es débil, los estudios epidemiológicos demuestran, para algunos métodos de medición de la exposición, un definido patrón de pequeño riesgo aumentado cuando aumenta la exposición, el cual es algo menor para la leucemia linfocítica crónica que para la leucemia infantil. En oposición, los estudios sobre mecanismos y la literatura sobre toxicología animal no logran demostrar ningún patrón uniforme en sus estudios, aunque han sido reportados algunos hallazgos esporádicos de efectos biológicos. No han sido observados indicios de aumento de leucemias en animales de laboratorio. Prácticamente, toda la evidencia de laboratorio en animales y humanos y la mayor parte del trabajo de laboratorio hecho sobre células no logran sustentar una relación causal entre la exposición a ELF-EMF a niveles ambientales y cambios en la función biológica o enfermedad.

La falta de conclusiones positivas y consistentes tanto en estudios en animales como en los estudios sobre mecanismos debilita la creencia de que esta asociación sea realmente debida a ELF-EMF, sin embargo no pueden ser completamente desestimados los resultados epidemiológicos.

El NIEHS concluye que “... *la exposición a ELF-EMF no puede ser reconocida, por el momento, como totalmente segura debido a que existe una evidencia científica aunque débil, de que tal exposición puede representar un peligro de leucemia*”, indicando, por otra parte, que este resultado es insuficiente para justificar una preocupación por establecer una regulación agresiva. No obstante, justifica una acción regulatoria pasiva tal como el continuo énfasis sobre la educación, tanto del público como de la comunidad regulada, sobre medios orientados a reducir las exposiciones.

2.2.3. Repercusiones en el ámbito científico del informe del Grupo de Trabajo

Según opiniones del ámbito científico si bien tanto el informe del Grupo de Trabajo como el informe del director del NIEHS coinciden en que no se ha establecido ninguna asociación causal entre cáncer y exposición a campos de frecuencia

industrial, las diferencias entre ambos radican en que el primero se concentra en el criterio y el lenguaje de la IARC, mientras que el último da más peso a los estudios animales, celulares y biofísicos.

Por su parte un grupo de científicos del Instituto de Investigación de Potencia Eléctrica (EPRI) de los Estados Unidos, con la intención de ubicar a la categorización de la exposición a ELF-EMF como un “posible cancerígeno” dentro del contexto de otros agentes evaluados por la IARC por su potencial cancerígeno, realizaron un análisis de los 834 agentes a la fecha evaluados. De los mismos, 75 han sido identificados como agentes “cancerígenos” (asbestos, benceno, estrógenos, radiación solar, bebidas alcohólicas, humo de tabaco, etc.), 59 agentes han sido clasificados como “probable cancerígeno” (bifenilos policlorados conocidos como PCB, creosota, formaldehído, etc.) y 255 fueron clasificados como “posible cancerígeno”. Entre estos últimos se encuentran, además de la exposición a los campos ELF-EMF, algunos comestibles y sustancias de uso común (sacarina, café, picles, cloroformo, humo de motores, fibra de vidrio, etc.). Por otra parte, dado que la IARC sólo evalúa los agentes de los cuales se sospecha que puedan ser cancerígenos, y dado que es muy difícil demostrar que un agente es no cancerígeno, sólo 1 de los 834 agentes evaluados pudo ser clasificado como “probablemente no cancerígeno” (caprolactan).

También la Organización Mundial de la Salud emitió su opinión en cuanto a la clasificación realizada por el Grupo de Trabajo del NIEHS, de la exposición a ELF-EMF como “posible cancerígeno”. En noviembre de 1998, a través de un comunicado [3], expresó que toda vez que en epidemiología se sugiere la existencia de una asociación causal, “posible cancerígeno para humanos” (2B) es la categoría más leve de las tres que utiliza la IARC para clasificar la evidencia científica de una posible carcinogenicidad (categorías 1, 2A y 2B). Esta clasificación corresponde a aquellos agentes cuya carcinogenicidad está escasamente probada en las personas e insuficientemente probada en experimentos con animales y no es necesaria ninguna confirmación de laboratorio o plausibilidad biológica/biofísica para situar al agente en la categoría 2B. Es decir, esta clasificación valora la solidez de las pruebas científicas, y no el grado de carcinogenicidad o el riesgo de cáncer vinculado al agente. Así pues, la denominación “posible cancerígeno humano” significa que hay escasas pruebas fiables de que la exposición a ELF-EMF pueda ser causa de cáncer. A su vez expresó que aunque los datos de que se dispone no permiten descartar que este tipo de exposición produzca cáncer, serán necesarias investigaciones más especializadas y de alto nivel para dilucidar esta cuestión.

2.3. Otros Programas Interdisciplinarios

En noviembre de 1996 un comité conformado por epidemiólogos, biólogos, químicos y físicos expertos en cáncer, toxicología reproductiva y efectos neurobiológicos, perteneciente al Consejo Nacional de Investigación de la Academia Nacional de las Ciencias de los Estados Unidos (NAS/NRC) emitió un informe titulado “Posibles Efectos en la Salud debidos a la Exposición a Campos Eléctricos y Magnéticos Residenciales” [4], como resultado de una evaluación exhaustiva de los estudios publicados sobre los efectos de los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial en células, tejidos y organismos (incluyendo seres humanos), analizando la existencia de evidencias científicas de que la exposición a estos campos represente un peligro para la salud de las personas.

Según el informe del NAS/NRC, ninguna evidencia concluyente y consistente muestra que la exposición residencial a campos eléctricos y magnéticos produzca cáncer, efectos neurocomportamentales adversos o efectos en la reproducción y el desarrollo. Sin embargo, el comité admite que en muchos estudios persiste una asociación entre el código de cables en los domicilios (una forma de estimar la exposición) y la leucemia infantil, aunque el factor causal responsable de esa asociación estadística no ha sido identificado.

La conclusión del comité es que la evidencia disponible no muestra que la exposición a estos campos represente un peligro para la salud de las personas y recomienda, específicamente, la realización de investigaciones necesarias para clarificar los aspectos no resueltos.

Otro programa interdisciplinario y de referencia mundial, el cual aún está en pleno proceso de desarrollo es el Proyecto Internacional de Campos Eléctricos y Magnéticos de la Organización Mundial de la Salud, iniciado en 1996 y cuya agenda se extiende hasta el año 2005. El objetivo de este proyecto es evaluar los efectos sanitarios y ambientales de la exposición a campos eléctricos y magnéticos estáticos y variables con el tiempo en la gama de frecuencias 0-300 GHz, con miras a desarrollar directrices internacionales sobre los límites de exposición. Al momento han sido publicadas algunas notas descriptivas de acceso a todo público en la página web del programa (www.who.int/peh-emf/).

3. NORMATIVAS VIGENTES

3.1. Fundamentos de las normativas

Una norma basada en criterios de salud requiere, en principio, que el peligro que el agente o factor representa para la salud esté confirmado y por otra parte que los riesgos estén bien evaluados. Esto no sucede con la exposición a campos eléctricos o magnéticos de frecuencias extremadamente bajas de intensidades tales como las que normalmente se encuentran en la vida cotidiana, ya que al momento, no se ha confirmado efecto adverso alguno sobre la salud debido a la exposición a estos campos.

Por lo tanto, en general, las normativas vigentes mantienen valores límites que restringen la exposición a campos eléctricos y magnéticos basándose en sólo los efectos “demostrados”, es decir los efectos de corto término.

3.2. Valores límites de exposición

A continuación se comparan los niveles de campo especificados, como *valores orientativos*, por las siguientes instituciones científicas de reconocimiento mundial: IRPA (Asociación Internacional de Protección contra la Radiación), CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica), NRPB (Consejo Nacional de Protección Radiológica del Reino Unido), BFE (Asociación Profesional de Normalización Mecánica y Electrotécnica de Alemania), ACGIH (Conferencia Americana Gubernamental de Higiene Industrial) e ICNIRP (Comisión Internacional de Protección contra Radiaciones No-Ionizantes).

En la TABLA I y la TABLA II se vuelcan valores orientativos para campos eléctricos

y campos magnéticos de frecuencia industrial, respectivamente, [5] y [6].

Estos valores están basados sólo en los efectos demostrados, es decir los efectos de corto término, y las diferencias entre los valores fijados por cada organismo radican principalmente en la aplicación de diferentes factores adicionales, y de alguna manera arbitrarios, de reducción.

Los valores volcados en estas tablas, en general, no protegen de la posible interferencia con, o efectos en dispositivos médicos, tales como prótesis metálicas, marcapasos, desfibriladores, o implantes.

TABLA I - Valores límites orientativos para la exposición a campos eléctricos de frecuencia industrial, en kV/m eficaces.

	público	ocupacional
IRPA (1990)	5 ^p , 10 ^a	10 a 30 ^b
CENELEC (1995)	10	10 a 30 ^b
NRPB (1993)	12	12
BFE (1995) área de exposición 1 ^c área de exposición 2 ^d		21,3; 30; 30 ^c 6,67
ACGIH (1995)		25
ICNIRP (1997)	5	10

NOTAS:

^a hasta unas pocas horas por día.

^c exposición de corta duración: 8, 2 y 1 hora por día respectivamente.

^d áreas de exposición de mayor duración.

^p hasta 24 horas al día (espacios abiertos tales como áreas de recreación, plazas, etc.)

TABLA II - Valores límites orientativos para la exposición a campos magnéticos de frecuencia industrial, en mT eficaces.

	público	ocupacional
IRPA (1990)	0,1 ⁿ ; 1 ^a	0,5 ^p ; 5 ^{b d}
CENELEC (1995)	0,64; 10 ^c	1,6 ^d
NRPB (1993)	1,6	1,6
BFE (1995) área exposición 1 ^c área exposición 2 ^e		1,36; 2,55; 4,24 ^{c d} 0,424
ACGIH (1995)		1
ICNIRP (1997)	0,1	0,5

NOTAS:

^a hasta unas pocas horas por día.

^b hasta dos horas por jornada laboral.

^c exposición de corta duración: 8;2 y 1 h/día respectivamente.

^d valores mayores son aceptables para la extremidades.

^e áreas de exposición de mayor duración.

ⁿ hasta 24 horas/día (áreas de recreación, plazas,etc.)

^p para toda la jornada laboral.

4. PROBLEMÁTICA EN ARGENTINA

4.1. Antecedentes

La preocupación en cuanto a los posibles efectos sanitarios de la exposición a los ELF-EMF también alcanzó al público en general. El temor se dirigió especialmente hacia las líneas de transmisión de energía eléctrica y más recientemente hacia las antenas de telefonía celular. Estas últimas emiten ondas electromagnéticas de radiofrecuencia por encima de la banda de frecuencias extremadamente bajas, excediendo, por tanto, el alcance del presente documento, sin por ello desmerecer su atención.

En el año 1996 se registraron severos conflictos en la Argentina, cuando la población se opuso a la instalación de nuevas líneas de transmisión (en 132 kV) en zonas del Gran Buenos Aires (Ezeiza, Isidro Casanova y La Matanza). En años siguientes nuevos conflictos aparecieron en el interior del país, manifestándose en localidades como La Plata, Ensenada, Chacabuco, Posadas, Mendoza y San Antonio de la Paz. En la mayoría de los casos, la expresión popular logró, inclusive, la suspensión de las obras.

Conflictos de tal naturaleza, requirieron de la inmediata actuación de las autoridades nacionales en cuanto a la elaboración de una normativa de diseño de los sistemas de transmisión y distribución de energía eléctrica, que contemplara los posibles efectos en la salud pública, así como también los estándares de protección ambiental y pública.

Con este objetivo la Secretaría de Energía de la Nación (SE) solicitó, en el año 1996, al Instituto de Investigaciones Tecnológicas para Redes y Equipos Eléctricos de la Universidad Nacional de La Plata (IITREE-UNLP), la realización de una exhaustiva evaluación del estado de las investigaciones a nivel mundial en cuanto a los aspectos sanitarios, así como también a la normativa existente sobre niveles de exposición a campos eléctricos y magnéticos de los sistemas eléctricos.

De dicho análisis surgió que, siendo insuficientes e inconsistentes los datos científicos que permitieran establecer, y mucho menos cuantificar el riesgo para la salud asociado a la exposición a ELF-EMF, y tomando como base la experiencia de reglamentación a nivel mundial, la SE desarrollara una resolución que abarcara los aspectos “ambientales” de los electroductos en su conjunto y no una normativa “sanitaria”. Estos aspectos son: ocupación del espacio, impacto visual, efecto corona (radiointerferencia y ruido audible), campo eléctrico y campo de inducción magnética y atienden a establecer la compatibilidad de las instalaciones de transmisión y distribución con el ambiente. La normativa fue publicada en el año 1998 como Resolución 77/98 de la Secretaría de Energía [7].

4.2. Marco institucional

La ley 24065 establece que la infraestructura física, las instalaciones y la operación de los equipos asociados con la generación, el transporte y la distribución de energía eléctrica, deberán adecuarse a las medidas destinadas a la protección de las cuencas hídricas y de los ecosistemas involucrados. Asimismo, deberán responder a los estándares de emisión de contaminantes vigentes y los que se establezcan en el futuro, en el orden nacional por la Secretaría de Energía.

Por otro lado, entre las facultades del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), contempla la de dictar reglamentos y procedimientos técnicos para el cumplimiento por parte de los agentes, de las normas ambientales y fiscalizar su cumplimiento.

Existen cuatro niveles reglamentarios sectoriales:

- a)- La metodología para la elaboración de las evaluaciones de impacto ambiental, a través de los Manuales de Gestión Ambiental para el ingreso del agente en el mercado eléctrico mayorista.
- b)- Las resoluciones de la Secretaría de Energía donde se fijan medidas específicas de protección y control ambiental de las actividades eléctricas, limitándose los niveles de contaminación.
- c)- Los procedimientos para el cumplimiento de dichas normas, dictados por el ENRE.
- d)- Las medidas que surgen de las auditorías ambientales del ENRE, en calidad de autoridad de fiscalización.

4.3. Reglamentación de la Secretaría de Energía

A fin de brindar un marco regulatorio que contemple los aspectos ambientales de las instalaciones eléctricas, surge en el año 1992 la **Resolución 15** de la Secretaría de Energía, en la que se indican valores orientativos que deberán cumplirse para instalaciones de alta tensión.

En el año 1998, esta Resolución queda superada por la **Resolución 77**, en la que se amplía la aplicación de las disposiciones del “Manual de Gestión Ambiental del Sistema de Transporte Eléctrico de Extra Alta Tensión” a todas las empresas que tengan a su cargo la realización de proyectos y/o ejecución de obras de líneas de transmisión, estaciones transformadoras y/o compensadoras de tensión igual o mayor a 13,2 kV, igualmente a todo sujeto de derecho que realice esos emprendimientos.

Como forma de incluir en los antecedentes de la normativa los valores indicativos de campo eléctrico y magnético y los aspectos del impacto visual, se propuso abarcar el tema en forma íntegra a través de los “Aspectos ambientales de los electroductos”. Los temas considerados dentro de la compatibilidad de las instalaciones de transmisión y distribución con el ambiente, es decir los aspectos ambientales considerados, fueron: ocupación del espacio, impacto visual, efecto corona (radiointerferencia y ruido audible), campo eléctrico y campo de inducción magnética.

La ocupación del espacio y la perturbación visual son factores primarios del impacto de las instalaciones eléctricas en el ambiente.

La interferencia electromagnética con el ambiente puede ocasionarse de diversas maneras. Entre ellas, la acción sobre los sistemas de comunicaciones (radio AM, FM, TV), debida al campo electromagnético aleatorio de alta frecuencia provocado por las descargas corona o efluvios que aparecen en conductores, aisladores y morsetería (Radio-interferencia, RI). El ruido audible (RA) generado por la presencia de efecto corona. El campo eléctrico al suelo (E) y el campo de inducción magnética o campo magnético (B), en las proximidades de la instalación, originado por las corrientes de frecuencia industrial circulantes.

Los valores límites indicados en la Resolución 77/98 resultan: para campo eléctrico (E) 3kV/m, y para campo de inducción magnética (B) 25 μ T.

Los valores tanto para campo eléctrico como para campo de inducción magnética, proveen una norma interina que evita aumentos innecesarios de los niveles existentes de exposición a campos magnéticos. Tal norma se aplica solamente a futuras instalaciones de transmisión, y no pretende indicar niveles de exposición seguros, ni niveles inseguros.

Es conveniente que los requerimientos necesarios para lograr niveles de perturbación aceptables y sus significancias económicas sean evaluados en la fase de diseño, en la cual pueden ser introducidos los cambios necesarios fácilmente.

4.4. Actividades del ENRE

Con el objeto de incentivar un mejoramiento global de la compatibilidad de las instalaciones con el ambiente, para toda instalación nueva, ampliación o extensión de las existentes, deberán adecuarse las acciones a los parámetros ambientales.

Los agentes del MEM están obligados a cumplir con la legislación nacional, provincial y municipal vigente, siendo directamente responsables ante las autoridades de aplicación correspondientes a relevar las condiciones ambientales en que hallaron la actividad, y a evaluar los impactos generados y los futuros, según las pautas metodológicas dadas en los Manuales de Gestión Ambiental respectivos.

Deberán confeccionar el Plan de Gestión Ambiental correspondiente, para las etapas de construcción y operación, el cual cumplirá en su presentación y ejecución, con los requerimientos establecidos, debiendo ser presentados ante el ENRE para su evaluación y aprobación.

Toda violación o incumplimiento de los aspectos ambientales, en que incurran las empresas Concesionarias será sancionado por el ENRE, que realizará controles propios permanentes.

4.4.1. Normativa

La **Resolución N° 32/94**, establece los contenidos mínimos de los Planes de Gestión Ambiental (P.G.A.) que cada agente del MEM debe presentar al ENRE. Según sea la actividad del operador, se deberán seleccionar los aspectos o actividades pertinentes dentro de cada uno de los títulos componentes del Plan. Se propone que la confección del mismo se realice con una duración del orden de 2 años.

Los informes que se remiten al ENRE son trimestrales y en su contenido reflejan el grado de avance de las acciones programadas e incluyen registros del programa de Monitoreo Ambiental. En caso de vulnerar límites permisibles deberán informarse con

períodos semanales, señalando la emergencia, las medidas de corrección tomadas y el tipo de daño producido. En caso que se trate de un hecho grave debe ser informado inmediatamente.

Actualmente se encuentra en proceso de revisión esta Resolución a fin de incorporar la experiencia acumulada en su aplicación.

La **Resolución N° 52/95** establece que el P.A.G. presentado por cada agente del MEM debe ser aprobado por el ENRE e indica los plazos para la presentación de documentación.

La **Resolución N° 1724/98** presenta las instrucciones para la medición de campos eléctricos y magnéticos en sistemas de transporte y distribución de energía eléctrica. Estos procedimientos son considerados como guías de referencia por parte de los agentes del MEM que deban efectuar mediciones de estos parámetros en las instalaciones bajo su responsabilidad. La frecuencia de las mediciones y los sitios seleccionados para ello son propuestos al ENRE en ocasión de la presentación del Plan de Gestión Ambiental para el sistema bajo responsabilidad de la empresa. Los resultados de tales mediciones integran los informes trimestrales de avance previstos en la Resolución N° 32/94.

La **Resolución N° 1725/98**, reemplaza y anula la Res. N° 953/97 que a su vez reemplazaba a la Res. N° 236/96. En la primera, se indica que los peticionantes del Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública, previsto por el artículo 11 de la Ley N° 24.065, para la construcción y/u operación de instalaciones de transporte y/o distribución de electricidad deberán presentar al ENRE un estudio de evaluación de impacto ambiental realizado de conformidad con los criterios y directrices para la elaboración de los informes de impacto ambiental.

Este estudio deberá ser presentado con anticipación suficiente a la realización de la Audiencia Pública prevista en la Ley N° 24.065 a fin de que el estudio pueda ser conocido por todos los interesados. Una vez otorgado el Certificado, el Plan de Gestión Ambiental de la construcción y operación deberá ser presentado previo a la iniciación de la obra, y será de cumplimiento obligatorio por parte del peticionante, sujeto al régimen de control del ENRE e integrará el Plan de Gestión Ambiental General de la empresa de que se trate.

Finalmente en el Anexo de la **Resolución N° 546/99**, se presentan los “Procedimientos ambientales para la construcción de instalaciones del sistema de transporte de energía eléctrica, que utilicen tensiones de 132 kV o superiores”. El solicitante de una ampliación del sistema de transporte, que propicie la construcción de líneas que utilicen tensiones de 132 kV o superiores bajo el procedimiento de concurso público, deberá incluir en los documentos licitatorios de la obra dichos procedimientos. Para el resto de las obras de ampliación del sistema de transporte, requieran o no el otorgamiento del certificado de conveniencia y necesidad pública y empleen tensiones de 132 kV o superiores, el anexo de dicha Resolución, deberá ser tomado como referencia a los efectos de fijar las pautas ambientales que deberán ser tenidas en cuenta en la construcción de las líneas y elementos auxiliares.

La Resolución ENRE N° 546/99 constituye en sí misma, un manual de procedimientos de las pautas y estándares contenidos en las Resoluciones SE N°15/92 y N°77/98 y la Resolución ENRE N° 1725/98.

4.4.2. Actividades de control

La cantidad de agentes del MEM sujetos a control ambiental, actualmente es de 71 empresas inscriptas como:

➤ Generadores térmicos	29
➤ Generadores hidroeléctricos	14
➤ Generadores hidrotérmicos	1
➤ Autogeneradores	12
➤ Cogeneradores	3
➤ Transportistas	9
➤ Distribuidores	3

La verificación del cumplimiento de las obligaciones de los agentes del MEM se efectúa a través de la revisión de las propuestas de P.G.A. efectuadas por las empresas, el seguimiento de las actividades comprometidas a través de los informes trimestrales y la realización de auditorías.

El monitoreo de campos electromagnéticos, radio interferencia y ruido audible en líneas de transporte y distribución de energía eléctrica, se efectúa por los propios transportistas y distribuidores como actividad incorporada a cada PGA. El ENRE solicita eventualmente mediciones puntuales, para constatar algunas situaciones particulares.

4.4.3. Resultados obtenidos

Los resultados de las auditorías y relevamientos indicaron un alto grado de cumplimiento de las actividades comprometidas en los P.G.A.

En ningún caso se han aplicado sanciones vinculadas a violaciones en los límites asociados a campos electromagnéticos.

Sin embargo, a pesar de haber cumplimentado las pautas ambientales previstas para la obtención del Certificado de Conveniencia y Necesidad Pública para la realización y/o ampliación de una obra eléctrica, en los últimos tiempos algunas empresas han presentado situaciones litigiosas con los vecinos afectados por las mismas.

Dichos conflictos originaron la suspensión temporaria de las obras, con consecuencias no previstas para la propia empresa como así también para los usuarios.

Ejemplos de estos casos se han presentado en diversos puntos del país durante estos últimos años:

- Ezeiza, Buenos Aires: línea en 132 kV vinculando las ET Spegazzini y ET Echeverría. (1996).
- Posadas, Misiones: ingreso línea en 132 kV por avenida Tomás Guido y ET Posadas Centro (1999).
- Mendoza, línea en 132 kV. (1999)
- Ezpeleta, Buenos Aires: vinculación en 132 kV de la Central de ciclo combinado de Dock Sud en la ET Sobral y ET Don Bosco. (1999)

- Chacabuco, Buenos Aires: línea en 33 kV, doble terna para la alimentación del Parque Industrial. (1999).

5. CONCLUSIONES

5.1. Revisiones científicas

Las últimas conclusiones más importantes en el ámbito científico provienen del trabajo de revisión realizado bajo el Programa EMF-RAPID. Sin embargo, se ha sugerido que las mismas sean interpretadas con precaución.

Respecto de la categorización, que realizara el Grupo de Trabajo, de la exposición a los campos eléctricos y magnéticos de frecuencias extremadamente bajas, resulta conveniente aclarar que clasificar a un agente como un “posible cancerígeno para humanos”, no requiere de ninguna confirmación de laboratorio de plausibilidad biológica/biofísica alguna. Es decir no es necesaria la identificación del mecanismo de iniciación o promoción sistemática de cáncer, sólo es requerida una “limitada” evidencia en poblaciones humanas y una “inadecuada” evidencia en animales.

A pesar del importante esfuerzo realizado por el Grupo de Trabajo, el Instituto Nacional de Ciencias en Salud Ambiental de los Estados Unidos, en su informe final, no se limitó a una evaluación de la carcinogenicidad de los campos sino que se enfocó hacia una evaluación integral de los potenciales efectos en la salud de la exposición a ELF-EMF. En sus conclusiones el informe expresa que la evidencia científica de que las exposiciones a ELF-EMF representen un riesgo para la salud, es débil. Asimismo, señala que los resultados epidemiológicos no pueden ser completamente desestimados y que la exposición a estos campos no puede ser reconocida, por el momento, como totalmente segura.

5.2. Normativa internacional

En cuanto a la normativa vigente a nivel mundial que limita la exposición a los campos de frecuencia industrial, la misma se basa en los efectos de corto término, al presente los únicos confirmados, por lo que la posible relación de los campos con el cáncer (efectos de largo término) no ha sido considerada en la definición de los valores límites de exposición.

5.3. Situación en Argentina

El Estado cuenta con el marco institucional y normativo para ejercer el control sobre aspectos ambientales. Su accionar ha permitido que el manejo de las cuestiones ambientales se haya consolidado en las empresas del sector eléctrico. Este proceso de cambio se demuestra ante el inicio de tareas inherentes a la solicitud de certificación en Normas ISO 14000 que están realizando varios agentes.

El control ambiental de campos eléctricos y magnéticos, no presenta inconvenientes para el cumplimiento, por parte de los agentes, de los términos indicados en la normativa en Argentina. Sin embargo la percepción de la población en este tema ocasiona inconvenientes para todos los afectados (agentes y usuarios) y sobrecostos no contemplados en el proyecto de la obra.

Las comunidades creen que tienen derecho a conocer las propuestas y los planes relativos a la construcción de instalaciones emisoras de campos electromagnéticos que puedan afectar a su salud, y desean ejercer algún tipo de control sobre el proceso de

adopción de decisiones y participar en él. En la normativa vigente, este aspecto se encuentra contemplado en la Audiencia Pública, sin embargo no resulta suficiente.

A menos que se establezca un sistema eficaz de información pública y de comunicación entre los científicos, los gobiernos, la industria y el público, las nuevas tecnologías de campos electromagnéticos continuarán inspirando recelo y temor.

En dicho sentido, el sector salud debe desarrollar una importante tarea a fin de cubrir las expectativas presentes en la población.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Assessment of Health Effects from Exposure to Power-Line Frequency Electric and Magnetic Fields, NIEHS Working Group Report, National Institute of Environmental Health Sciences, Christopher J. Portier, Ph. D., and Mary S. Wolfe, Ph.D. NIH Publication No. 98-3981. August 1998.
- [2] NIEHS Report on Health Effects from Exposure to Power-Frequency Electric and Magnetic Fields, National Institute of Environmental Health Sciences, National Institutes of Health, Dr. Kennet Olden, Director, prepared by the NIEHS EMF-RAPID Program Staff. NIH Publication No. 99-4493. June 1999.
- [3] Campos Electromagnéticos y Salud Pública. Las frecuencias extremadamente bajas, nota descriptiva n° 205, WHO-International EMF Project, noviembre 1998 (<http://www.who.ch/peh-emf/>).
- [4] Possible health effects of exposure to residential electric and magnetic fields, Prepublication copy, Executive summary, National Academy of Science, National Research Council NRC, NAP October 1996.
- [5] A summary of standards for human exposure to electric and magnetic fields at power frequencies, B. J. Maddock, Joint Working Group 36.01/06, CIGRE-ELECTRA n° 179, August 1998
- [6] ICNIRP Guidelines for Limiting Exposure to time-varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). International Commission on Non-Ionising Radiation Protection ICNIRP.
- [7] Resolución 77/98 de la Secretaría de Energía. Boletín Oficial N° 28.859 1ª Sección. Argentina.