

ANTECEDENTES RECOPIADOS POR EL MMA**ANTECEDENTES**

- Cámara de Diputados de Chile, (2012), Evaluación de la Ley N° 20.599, Regula la instalación de antenas emisoras y transmisoras de servicios de telecomunicaciones.
- Facultad de Comunicaciones, Pontificia Universidad Católica de Chile, ATELMO, (2014), Proyecto Mesas de Tecnología ATELMO-UC 2014 “Radiaciones electromagnéticas y Telefonía Móvil”.
- National Institute for Public Health and the Environment, Ministry of Health, Welfare and Sport, (2018), Comparison of International policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields).
- International Commission on non-ionizing radiation protection, (2020), ICNIRP Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz).
- World Health Organization, (2006), Model legislation for electromagnetic fields protection.
- World Health Organization, (2006), Framework for developing health-based emf standards.
- World Health Organization, (2005), Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos.

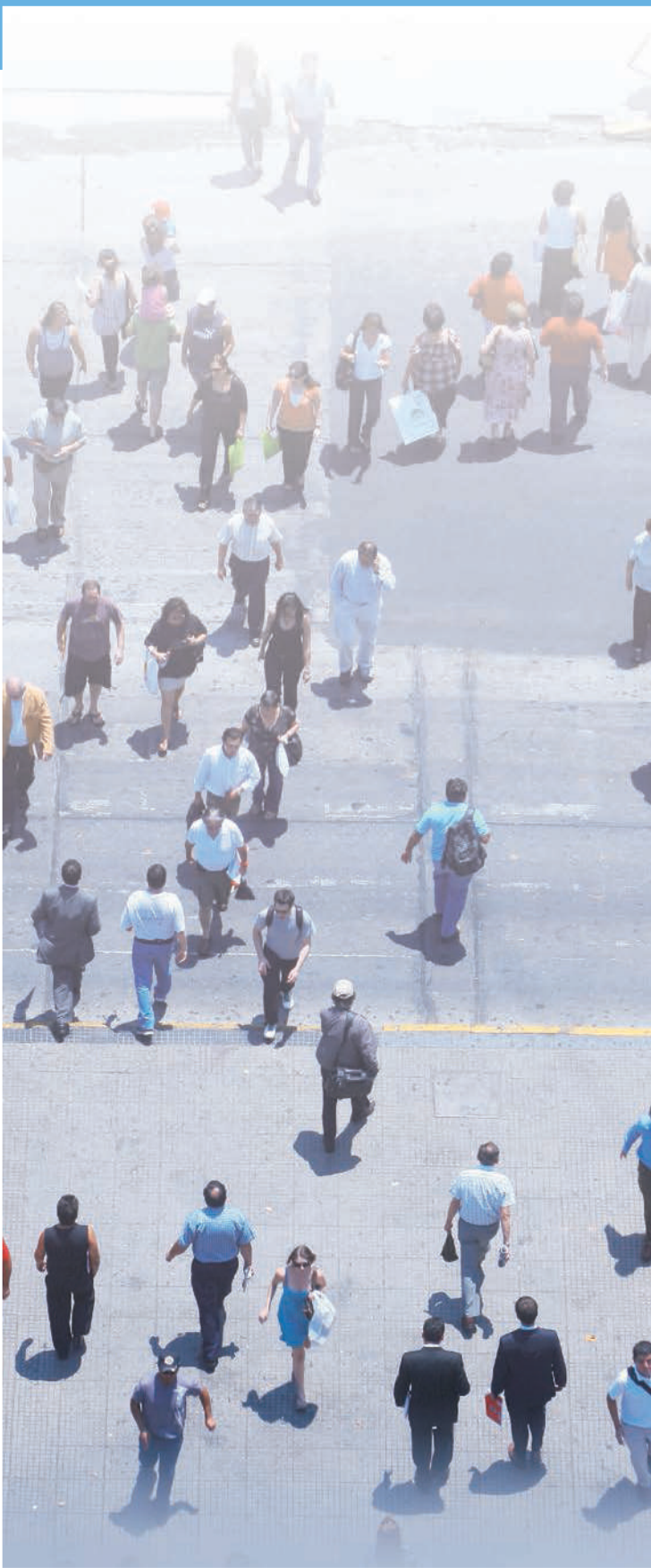


EVALUACIÓN DE LA LEY
CÁMARA DE DIPUTADOS CHILE

EVALUACIÓN DE LA LEY N° 20.599

Regula la instalación de antenas emisoras
y transmisoras de servicios de
telecomunicaciones

Publicada el 11 de junio de 2012



Comité Evaluación de la Ley/OCDE
Cámara de Diputados de Chile

Lorenzini Basso, Pablo (Presidente)

Ceroni Fuentes, Guillermo

Gutiérrez Gálvez, Hugo

Gutiérrez Pino, Romilio

Kort Garriga, Issa

Monsalve Benavides, Manuel

Pérez Lahsen, Leopoldo

Robles Pantoja, Alberto

Sepúlveda Orbenes, Alejandra

Agosto de 2014

PRESENTACION PRESIDENTE DE LA CÁMARA DE DIPUTADOS DE CHILE

Un alto interés público ha suscitado el explosivo desarrollo de los servicios de telecomunicaciones experimentado por el país y la masificación de la telefonía móvil, con el consiguiente incremento de la instalación de antenas celulares. Con más de 25 millones de usuarios o abonados móviles, la presencia de estas antenas y sus torres de soporte, hasta hace unos años crecía en forma acelerada, sin control aparente.

La preocupación de la ciudadanía ha ido en aumento, especialmente en aquellas zonas residenciales donde las torres de antenas sobrepasan con creces el tamaño de las viviendas, frente a los posibles efectos nocivos que la radiación de estas antenas puede provocar en la salud de la población.

Es por esto que en junio de 2012 se publicó en el Diario Oficial la Ley N°20.599 que regula la instalación de antenas emisoras y transmisoras de servicios de telecomunicaciones, normando el proceso de autorización para la instalación de torres y resguardando áreas de protección especial, en los casos de áreas sensibles como establecimientos hospitalarios, asilos de ancianos, salas cuna, jardines infantiles y establecimientos educacionales.

Otro de los elementos distintivos de esta Ley fue la incorporación de la opinión de los vecinos afectados con la instalación de una torre soporte de antena, a través de la formulación de observaciones al concejo municipal, pudiendo optar, en ciertos casos, entre solicitar una obra de compensación o una antena acorde con el diseño arquitectónico del vecindario.

Sin embargo, a dos años de su implementación, las inquietudes y el descontento de los vecinos continúan, siendo ésta una de las razones por las que la Cámara de Diputados, que hoy presido, a través de la Comisión de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones encargó el estudio de la Ley N°20.599 al Departamento de Evaluación de la Ley, con el objeto de determinar la eficacia, eficiencia y legitimidad de esta normas en este período de vigencia, identificando los efectos de la regulación en grupos específicos de ciudadanos, en el aparato del Estado y en la sociedad en general para asegurar que se correspondan con la voluntad del legislador.

Es por ello que este estudio pretende consolidar información sobre el proceso de aplicación de la Ley, el estado de avance de la ejecución de las normativas asociadas, además de la percepción de la ciudadanía frente al tema, con la finalidad de nutrir la discusión legislativa y complementar el ciclo regulatorio con más y mejores herramientas.



H.D. ALDO CORNEJO GONZÁLEZ
Presidente
Cámara de Diputados de Chile

PRESENTACION PRESIDENTE COMITÉ DE EVALUACIÓN DE LA LEY /OCDE

La telefonía móvil nos permite estar conectados y desenvolvemos con la velocidad que los nuevos tiempos exigen. Esta tecnología ha transformado nuestra forma de comunicarnos, siendo un elemento importante tanto para nuestra vida personal, profesional, como para el desarrollo del país.

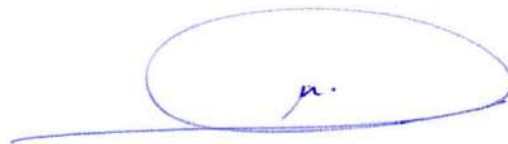
Su relevancia exige que como parlamentarios estemos preocupados de la eficiencia de las telecomunicaciones, que exista una adecuada conectividad, pero también, que su desarrollo no ponga en riesgo otros ámbitos de vital importancia como son la salud y la tranquilidad de la ciudadanía.

Es por esto que hoy la Cámara de Diputados a través de su Departamento de Evaluación de la Ley pone a disposición del Congreso Nacional y población general, un estudio de la Ley N°20.599 que regula la instalación de antenas celulares, el que nos permitirá conocer la eficiencia de las herramientas que como legisladores decidimos serían las mejores para normar esta materia.

Algunas de las preguntas que se intentan responder con este informe es si la colocalización permitió disminuir el impacto urbanístico que significaban las torres soportes de antenas, si han sido suficientes los medios que la Ley contempla para la participación de la ciudadanía, además de conocer cómo las instituciones mandatadas por la Ley han interpretado e implementado esta norma, entre otros aspectos.

La regulación de la instalación de antenas celulares ha sido un tema que involucra el interés de la ciudadanía desde hace más de 10 años, tiempo en el cual no ha variado solo la tecnología con la que nos comunicamos, también lo han hecho las inquietudes de las personas. Somos más conscientes, nos preocupa el respeto por el medio ambiente, la salud y la integración de las comunidades en los debates nacionales.

Chile va cambiando y nuestra legislación debe ir actualizándose. Su efectividad está precisamente en dar soluciones acordes a las realidades que el país posee, y es precisamente la evaluación de leyes un instrumento más para abrir el camino a que esto sea posible. La evaluación de la Ley N°20.599, por tanto, esperamos aporte con nuevos datos al debate público y legislativo sobre esta materia.



H.D PABLO LORENZINI BASSO
Presidente
Comité de Evaluación de la Ley /OCDE

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN.....	9
CAPÍTULO I. EVALUACIÓN DE LA LEY N°20.599.....	12
CAPÍTULO II. ESCENARIO NACIONAL DE TELEFONÍA MÓVIL	20
CAPÍTULO III. PROCESO DE INSTALACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA.....	30
CAPÍTULO IV. IMPACTO URBANÍSTICO DE LAS TORRES SOPORTE DE ANTENAS.....	46
CAPITULO V. EMISIONES: REGULACIONES Y SUS EFECTOS EN LA SALUD	60
CAPÍTULO VI. PERCEPCIÓN CIUDADANA.....	84
CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	106
CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA	124

INTRODUCCIÓN

El Departamento de Evaluación de la Ley de la Cámara de Diputados de Chile pone a disposición de los legisladores y de la ciudadanía su sexta evaluación, realizada a solicitud de los parlamentarios que componen la Comisión de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones de la cámara baja.

El presente informe realiza un análisis de la Ley N°20.599, que regula la instalación de antenas emisoras y transmisoras de servicios de telecomunicaciones, con especial énfasis en la eficacia y eficiencia de las herramientas destinadas a minimizar el impacto urbanístico de las torres de antenas y sistemas radiantes, la eficacia de las instancias de participación de los vecinos y las medidas adoptadas por la norma para la protección de la salud de las personas.

Para lo anterior, se realizó un análisis técnico de la Ley acompañado de un ciclo de entrevistas a organismos implementadores mandatados por la norma, junto a expertos en la materia, lo que posibilitó la identificación de aspectos positivos y negativos por ellos resaltados, algunas consecuencias no previstas por el legislador en la aplicación de la Ley y ciertas dificultades que han enfrentado los vecinos y los distintos actores públicos y privados involucrados con la norma.

La percepción ciudadana sobre la Ley es uno de los ejes distintivos de este Departamento, siendo en esta oportunidad de especial relevancia, por cuanto la norma evaluada contempla espacios de participación para los propietarios de los inmuebles cercanos. A este respecto, se evaluó el conocimiento sobre la Ley N°20.599, las herramientas contempladas por la norma para la participación ciudadana y las percepciones y creencias asociadas a las antenas y torres soportes de antenas.

Para ello, se realizaron dos foros ciudadanos en las ciudades de Concepción y Santiago, a los que asistieron representantes de juntas vecinales de las regiones del Bío Bío, Metropolitana y Valparaíso, respectivamente.

Adicionalmente, se realizó un análisis del debate mediático presente en los diarios nacionales y regionales sobre la norma, aporte realizado por la Biblioteca del Congreso Nacional, en el que fue posible identificar los actores más relevantes, así como las tendencias temáticas abordadas por estos medios.

Entidades externas se sumaron a la evaluación de la norma a través del aporte de documentos en los que se plantean ventajas y desventajas de la Ley N°20.599, vistas desde la perspectiva de las entidades o empresas firmantes. Como una forma de complementar la investigación a solicitud de este Departamento, instituciones aportaron datos sobre aspectos de la norma mediante oficios.

Capítulo I

**EVALUACIÓN
DE LEY N°20.599**

CAPÍTULO I. EVALUACIÓN DE LA LEY N° 20.599

La Ley N° 20.599, que regula la instalación de antenas emisoras y transmisoras de servicios de telecomunicaciones, inició su tramitación el 18 de abril de 2007, por medio de Mensaje del Presidente de la República, y luego de una extensa discusión, fue publicada el 11 de junio de 2012.

El proyecto de ley fue presentado con el objeto de establecer la necesidad de autorización municipal para la instalación de antenas de servicios de telecomunicaciones. A la fecha, existían varias mociones que pretendían regular la materia, haciendo frente al impacto urbanístico que produce la instalación de antenas y los eventuales riesgos para la salud asociados a sus emisiones electromagnéticas.

Algunas de ellas, por ejemplo, prohibían la instalación de una antena a menos de 200 metros de un establecimiento educacional y otras obligaban a los proyectos de telefonía móvil a someterse al sistema de evaluación de impacto ambiental de la Ley N° 19.300.

El proyecto del Ejecutivo vino a recoger algunas de las propuestas incluidas en las mociones, junto con otros aspectos propios de iniciativa exclusiva del Presidente. Los principales fundamentos señalados en la iniciativa fueron:

- Explosivo desarrollo de los servicios de telecomunicaciones en el país, con el consiguiente aumento en la instalación de antenas: este criterio atiende a la masificación de la telefonía móvil, haciendo necesario considerar el efecto urbanístico generado y las eventuales externalidades negativas asociadas a la excesiva concentración de torres en determinadas zonas.
- Necesidad de contar con normas básicas de emplazamiento: se indica que es necesario distinguir entre antenas y torres soporte de antenas. Las primeras, por su escaso tamaño y visibilidad no presentan efectos urbanísticos negativos, mientras que las torres soportes generalmente causan molestias y preocupaciones a la comunidad.
- Protección de la salud ante las emisiones electromagnéticas de las antenas: se pretende que las instalaciones se ajusten rigurosamente a los límites máximos de emisión que establece la normativa y se otorgue a la ciudadanía la tranquilidad de que las instalaciones están lo suficientemente controladas para no generar riesgos perjudiciales.

El proyecto de ley contenido en el mensaje presidencial se articula en base a dos ideas fundamentales:

- Regulación sobre el impacto urbanístico del emplazamiento de las antenas: esto se pretendía lograr a través del reemplazo del aviso de instalación por una autorización previa de la Dirección de Obras Municipales correspondiente, y estableciendo un procedimiento

específico para este tipo de construcciones, poniendo énfasis en la necesidad de que la autorización permita minimizar el impacto urbanístico.

- Fijación de normas sobre emisiones electromagnéticas de las antenas: se propuso otorgar potestad a la Subsecretaría de Telecomunicaciones para declarar zonas saturadas de sistemas radiantes de telecomunicaciones.

En abril de 2008, el Ejecutivo, acogiendo la inquietud ciudadana y basándose en el principio preventivo, resolvió perfeccionar el proyecto de ley a través de una indicación sustitutiva, de acuerdo a lo siguiente:

- Se buscó reforzar el compromiso de las empresas que quieran instalar torres soporte de antenas, en una propuesta de diseño que minimice el impacto urbanístico de las mismas.
- Se estimó necesario que los concesionarios privilegien como lugares de emplazamiento los espacios de uso público o terrenos susceptibles de mantener una distancia mínima con sus vecinos.
- Se propone que el concesionario obtenga la autorización de los vecinos colindantes, además del propietario del terreno respectivo.
- Se propone la creación de un sistema de información a los ciudadanos, mediante un portal en Internet, que comprenda el detalle de las antenas instaladas en el país, con su respectivo posicionamiento geográfico y niveles de radiación.
- Se tuvo la intención de incentivar a las empresas a la celebración de acuerdos para el uso compartido de las torres soportes de antenas por parte de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

1. POBLACIÓN OBJETIVO O DESTINATARIA

La Ley Nº20.599 está dirigida a quien pretenda instalar una o más torres soporte de antenas y sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones, de acuerdo a las definiciones otorgadas por esta. Asimismo, son beneficiarios de la Ley las Juntas de Vecinos respectivas y los propietarios de los inmuebles que se encuentren en un área cercana al lugar donde se pretende instalar la torre, la cual está determinada por la Ley.

2. HERRAMIENTAS DE LA LEY Nº 20.599

- La Ley efectúa distinciones para las torres soporte de antenas de acuerdo a 3 criterios: altura, propiedad pública o privada de su emplazamiento y ubicación en zona urbana o rural, en orden a definir requisitos para su instalación.
- Consagra incentivos para la instalación de torres pequeñas y de bajo impacto urbanístico, los que consisten en exigir menores requisitos dentro del procedimiento de autorización de instalación a dichas torres, en relación a aquellas que superen cierta altura o no se encuentren armonizadas en los términos de la Ley.
- Propicia la colocalización de antenas, entendiéndose por ésta, la instalación de antenas de distintos concesionarios en una misma torre.
- Contempla dentro de los procedimientos de autorización, la participación de los propietarios de los inmuebles cercanos al lugar de instalación de la torre y las juntas de vecinos correspondientes.
- Faculta a la Subsecretaría de Telecomunicaciones para declarar, mediante resolución, una determinada zona geográfica como saturada de sistemas radiantes de telecomunicaciones o como saturada de estructuras soportes de antenas.
- Encomienda al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones la dictación de normativa para efectos de evitar interferencias perjudiciales o interrupciones a servicios y equipos, respecto de las ondas electromagnéticas.
- Encarga a la Subsecretaría de Telecomunicaciones el mantener un sistema de información que permita a la ciudadanía conocer los procesos de autorizaciones en curso, catastros de las antenas, niveles de exposición, entre otras materias. Además, le encomienda la fiscalización del cumplimiento de la normativa referida en el punto anterior.
- Mandata al Ministerio del Medio Ambiente para la elaboración de normas de calidad ambiental o emisión relacionadas con las ondas electromagnéticas.

3. SOLICITUD DE EVALUACIÓN DE LA NORMA

La evaluación de la Ley Nº 20.599 fue solicitada a este Departamento por la Comisión de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones de la Cámara de Diputados de Chile, a través del Oficio Nº 15 del 17 de abril de 2014.

La Comisión, presidida por el H. Diputado Fernando Meza Moncada, solicitó estudiar la eficacia de las herramientas contempladas en la ley, con especial consideración a la participación ciudadana en el proceso de instalación de las torres soportes y sistemas radiantes.

4. OBJETIVO DEL ESTUDIO

La evaluación de la ley plantea como propósito central determinar el nivel de cumplimiento de los objetivos esperados por el legislador al dictar la norma, visualizar los impactos o efectos no previstos o no deseados al legislar, además de conocer la percepción de la ciudadanía sobre la misma y proponer medidas correctivas en caso que proceda.

Para la evaluación de la Ley N°20.599, el estudio contempló el análisis de los siguientes objetivos:

- Determinar la eficacia y eficiencia de las herramientas destinadas a minimizar el impacto urbanístico de las torres soporte de antenas y sistemas radiantes.
- Determinar la eficacia de las instancias de participación de los vecinos.
- Identificar las medidas adoptadas por la norma para la protección de la salud y el medio ambiente.

Por su parte, la fase de percepción ciudadana tuvo como objeto evaluar:

- El grado de conocimiento de la Ley N°20.599.
- Las herramientas contempladas por la Ley N°20.599 para la participación ciudadana.
- Las percepciones y creencias asociadas a las antenas y torres soportes de antenas.

5. DESCRIPCIÓN METODOLÓGICA

El Estudio desarrollado por el Departamento de Evaluación de la Ley de la Cámara de Diputados es de carácter exploratorio descriptivo y consta de tres fases:

I. Estudio técnico de la Ley

El Estudio técnico contempló el análisis jurídico de la Ley y la normativa asociada, el estudio de los instrumentos elegidos por el legislador para alcanzar los objetivos, la institucionalidad vigente y procesos administrativos involucrados, además de la sistematización de la información y disponibilidad de los datos. Se identifican los servicios u órganos involucrados y el rol que estos desempeñan, los principales beneficiarios y/o afectados por la norma y los posibles efectos no previstos por el legislador. En base a lo anterior, se determina el objetivo del estudio.

Durante esta misma fase se realizaron un total de 12 entrevistas semi-estructuradas en las que fueron consultadas las instituciones públicas mandatadas por la ley para implementar la norma, además de expertos en la materia provenientes de las áreas de la ingeniería, telecomunicaciones, urbanismo y salud.

Entrevistados durante la Evaluación

Institución	Cargo
Ministerio de Vivienda y Urbanismo	Janet Tapia Asesora Ministerio Vivienda y Urbanismo
	Ricardo Leñam Arquitecto, Departamento de Planificación y Normas Urbanas, División Desarrollo Urbano
	Gonzalo Gazitúa Abogado, División Desarrollo Urbano
Subsecretaría de Telecomunicaciones	Sandra Álvarez Jefa de Gabinete
	Marcelo Pizarro Ingeniero Civil en Electricidad, Electrónica y Telecomunicaciones, División Política Regulatoria y Estudios
	Ximena Gutiérrez y Elena Ramos Abogados, División Jurídica
Universidad Técnica Federico Santa María	Ricardo Olivares Dr. en Ingeniería Eléctrica y académico del Departamento de Electrónica
Universidad de Chile	Alberto Texido Arquitecto, Doctor en Arquitectura y Estudios Urbanos
Colegio Médico de Chile (COLMED)	Dr. Andrei Tchernitchin Presidente del Departamento de Medio Ambiente y Salud
	Verena Romero Ingeniero, asesora Departamento Medio Ambiente y Salud
	Andrea González Abogado, asesora Departamento Medio Ambiente y Salud
Ministerio de Medio Ambiente	Roberto Quezada Jefe Sección Acústica y Ondas Electromagnéticas
	Julio Recordón Abogado, División Jurídica
Ministerio de Salud	Walter Folch División Políticas Públicas saludables y promoción, Departamento de Salud Ambiental
Ilustre Municipalidad de Valparaíso	Ingelore Günther Departamento Técnico de Desarrollo urbano y Edificación, Dirección de Obras Municipales de Valparaíso
Ilustre Municipalidad de Concepción	Juan Andreoli Director de Obras Municipales
	Mauricio Gatica Arquitecto Dirección Obras Municipales
Ilustre Municipalidad de Maipú	Cristián Inostroza Defensoría Ciudadana
	Jaime Urrutia Abogado
Asociación de Telefonía Móvil (ATELMO)	Guillermo Pickering Presidente Ejecutivo
	Representantes de las compañías Entel, Movistar, Claro y Nextel
American Tower Corporation	Rodrigo Jiménez Vice President Public Affairs Latin America
	Cristián Casanova Subdirector Legal
	Carolina Alvarado Head of Legal

II. Percepción ciudadana

Durante esta segunda fase se realizaron foros ciudadanos consistentes en grupos focales en el que participaron organizaciones sociales y vecinales involucradas con el tema, para conocer su opinión sobre la norma a evaluar e identificar efectos no previstos por el legislador.

Para el presente estudio se realizaron dos foros ciudadanos, uno en la ciudad de Concepción y otro en Santiago. El criterio de selección de estas regiones se sustenta en la alta presencia y concentración de antenas en sus comunas, siendo la región Metropolitana la que lidera el ranking con poco más del 40 % respecto al total país. Le siguen la región de Valparaíso con un 12,3% y Bío Bío con un 10,2%. A lo anterior se suma el alto interés de sus comunidades, muchas de ellas activas y organizadas desde antes de la publicación de la norma. Cabe destacar que las organizaciones y juntas vecinales de la región de Valparaíso participaron en el foro realizado en Santiago.

Adicionalmente, se efectuó un análisis de prensa nacional en el que se buscó identificar los principales hechos que han tenido cobertura mediática, de manera de establecer actores relevantes, zonas que concentran mayor interés ciudadano y los principales nodos de conflicto en torno al tema. Para ello se analizaron un total de 31 medios escritos tanto nacionales como regionales, que incorporaron las regiones de Valparaíso y Bío Bío.

III. Evacuación del Informe

En esta etapa final se recoge el análisis efectuado en las fases anteriores, se incorporan conclusiones y recomendaciones tendientes a proponer nuevos antecedentes que aporten a la discusión legislativa sobre la materia evaluada. Los informes, ejecutivo y su versión completa, son publicados íntegramente en el sitio web del Departamento de Evaluación de la Ley, www.evaluaciondelaley.cl, quedando a disposición del público interesado.

6. DOCUMENTOS APORTADOS POR ENTIDADES EXTERNAS A LA EVALUACIÓN DE LA LEY N°20.599

Durante la realización del estudio, algunas entidades entrevistadas entregaron documentos con su evaluación sobre la Ley N°20.599, diagnóstico que contempla las principales dificultades enfrentadas al momento de implementar la norma, además de diversas propuestas para su mejora.

La Ilustre Municipalidad de Maipú a través de su Departamento de Defensoría Ciudadana, aportó una minuta con las principales modificaciones propuestas para mejorar la Ley N°20.599. El documento pone especial énfasis en la necesidad de ampliar las zonas saturadas de torres de antenas, presentando un catastro comunal sobre la materia. Éste también se pronuncia sobre la incorporación de nuevos mecanismos de participación que integren de mejor manera a las juntas vecinales, además de solicitar que se regule la recepción por parte de los afectados de la carta enviada por las empresas para comunicar la instalación de antenas, entre otros temas.

La empresa American Tower, proveedora de torres soportes de antenas, compartió a este Departamento una minuta elaborada por la Asociación de Proveedores de Infraestructura de Comunicaciones A.G. (APIC), el 28 de mayo de 2014 con comentarios a la consulta pública efectuada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, que tenía como finalidad modificar la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. En dicho documento se destacan temas como las obras de mejoramiento del espacio público, compensación al impacto en el entorno, declaración de zonas preferentes y la participación del Concejo Municipal.

El Colegio Médico, a través del Presidente del Departamento de Medio Ambiente de la entidad, Dr. Andrei Tchernitchin y la asesora Verena Romero, colaboraron con sus investigaciones en materia de efectos de la radiación de las antenas celulares en la salud de las personas, además de un análisis de la Ley N°20.599 y de la normativa internacional vinculada a la regulación de emisiones.

Oficios recibidos

A requerimiento del Departamento de Evaluación de la Ley, las siguientes instituciones públicas y enviaron, mediante oficio, información de especial relevancia sobre las materias en que la norma las involucra.

- Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT)
- Dirección de Aeronáutica
- Correos de Chile
- Subsecretaría de Telecomunicaciones

Capítulo II

**ESCENARIO NACIONAL
DE TELEFONÍA MÓVIL**

CAPÍTULO II. ESCENARIO NACIONAL DE TELEFONÍA MÓVIL

En Chile, según datos aportados por la Subsecretaría de Telecomunicaciones en informe publicado en junio de 2014, existen más teléfonos celulares que habitantes, con un total de 23.748.821 abonados nacionales registrados hasta marzo de 2014.

Lo descrito está estrechamente relacionado con la acelerada expansión que ha experimentado el sector de telecomunicaciones, en parte, debido al fuerte crecimiento generado por la telefonía móvil, la que alcanzó durante el primer trimestre del año 2014 un nivel de penetración de 134,38 aparatos móviles por cada 100 habitantes.

La sustitución de la telefonía fija por la telefonía móvil se expresa en el leve descenso que la primera ha experimentado en nuestro país, pasando de un nivel de penetración de 20,9 líneas telefónicas en el año 2009 a 18,1 por cada 100 habitantes, durante el primer trimestre del año en curso.

En este capítulo, se presentan datos sobre la conectividad en el país, la participación de los distintos operadores de telefonía móvil en el mercado nacional, además de los reclamos efectuados por los usuarios a este respecto.

Del mismo modo, se destacan los mecanismos existentes en Chile para generar y administrar la información, siendo ésta fundamentalmente obtenida a través de series estadísticas e informes anuales del sector telecomunicaciones generados por la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Sin embargo, es posible constatar que la sistematización de la información tendiente a catastrar algunas de las herramientas incorporadas por la Ley N°20.599, como el número de torres armonizadas y las zonas preferentes, radica de forma exclusiva en las Direcciones de Obras Municipales, las cuales no están obligadas por ley a enviar esta información a los servicios públicos correspondientes, a saber, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Por otra parte, en este capítulo se describe el funcionamiento del sistema de telefonía celular, detallando el mecanismo con el que se distribuyen las señales de telefonía móvil por medio de una red celular, mencionando los distintos diagramas de radiación de una antena de estación base.

1. DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN: CATASTRO SOBRE TELEFONÍA MÓVIL Y E IMPLEMENTACIÓN DE LA LEY

Dos son las instituciones que levantan cifras en torno al sector de telecomunicaciones: la Subsecretaría de Telecomunicaciones y el Instituto Nacional de Estadísticas. Para el caso particular de la Ley N°20.599, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y las Municipalidades, a través de sus respectivas Direcciones de Obras, llevan los registros sobre la implementación de las nuevas herramientas incorporadas en la norma, entendiéndose estas como antenas colocalizadas, armonizadas, zonas saturadas, áreas preferentes y áreas sensibles.

Cabe destacar, que los reclamos que ingresan los usuarios del mercado de las telecomunicaciones son catastradas por el Servicio Nacional del Consumidor.

I. Subsecretaría de Telecomunicaciones.

En Chile la Subtel es la institución que por definición construye los datos estadísticos sobre el sector de telecomunicaciones, interesando para este análisis particularmente la información concerniente a la telefonía móvil. Esta información es generada y administrada principalmente por medio de dos vías:

- a. Series estadísticas e informes anuales del sector telecomunicaciones
Se sistematiza la información por medio de un producto estadístico, con informes trimestrales de actividad e Informes anuales del sector telecomunicaciones.
- b. Informes sectoriales
Se agrupan las estadísticas según el tipo de servicio entregado. Estos informes incluyen: Indicadores de organización de la industria, Indicadores de penetración y Series Estadísticas que consideran tanto información de flujo como de stock (tráfico y número de líneas, abonados o conexiones) para los últimos 6 años.

La Subsecretaría destaca en este punto que, un factor clave para la actualización de la información estadística depende en gran medida de la oportunidad y consistencia de los datos entregados por las compañías de telecomunicaciones.

II. Instituto Nacional de Estadísticas

En materia de telecomunicaciones el INE registra una muestra de empresas que representan, en promedio, el 90% de ingresos totales del sector. Cabe recordar que la telefonía móvil, forma parte de los servicios medidos para el IPC, consignándose para este estudio los indicadores relativos a los llamados de teléfonos móviles a nivel nacional.

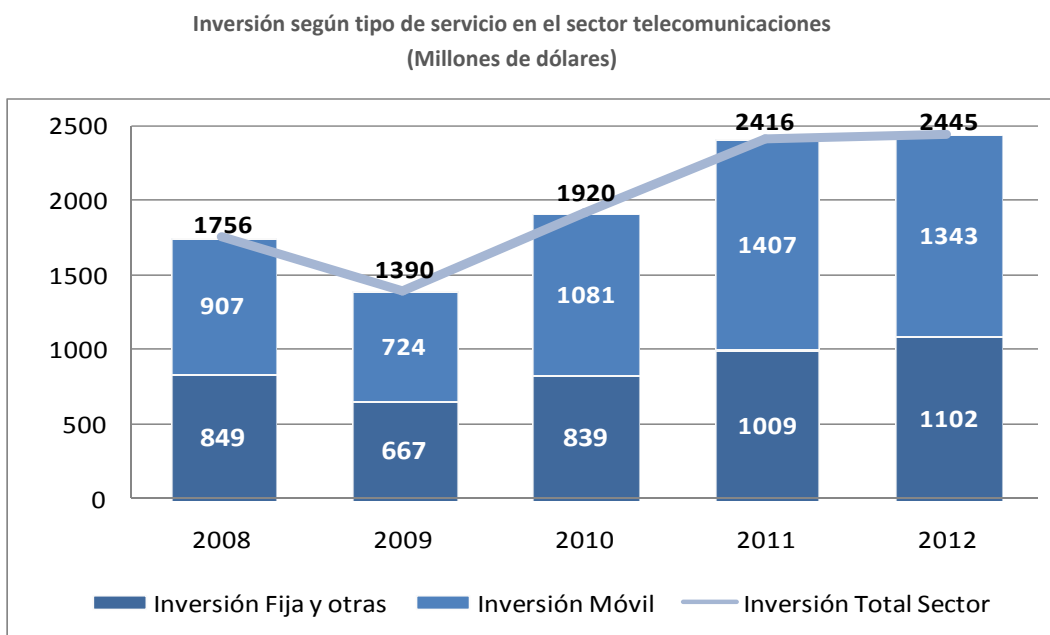
III. Municipalidades

El rol activo de las municipalidades en el otorgamiento de permisos para la instalación de torres soportes de antenas, así como la declaración de zonas preferentes para la instalación de las mismas dentro de la comuna, hacen que esta institución comunal tenga una participación importante en el catastro de algunas de las herramientas implementadas que la Ley N°20.599 mandata.

Si bien la norma no obliga a los municipios a generar tal registro, ni tampoco al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, son las Direcciones de Obras Municipales las entidades que poseen dicha información.

2. ESTADÍSTICAS NACIONALES SOBRE CONECTIVIDAD NACIONAL

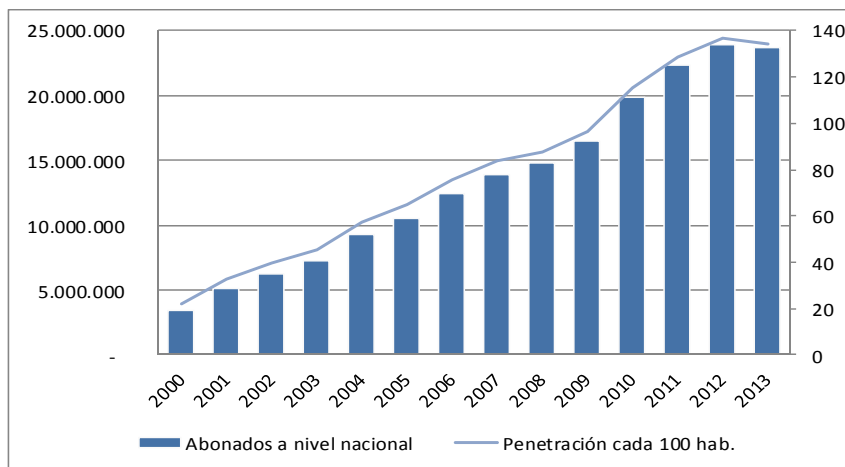
Las inversiones que ha percibido el sector de telecomunicaciones en nuestro país, han experimentado un crecimiento sostenido desde el año 2010, con un leve aumento entre el año 2011 y 2012 (1,2%).



1.1 Total de usuarios abonados al Sistema de Telefonía Móvil

Según datos aportados por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, existen más teléfonos celulares que habitantes, reflejado en un total de 23.748.821 abonados nacionales a la telefonía móvil registrados hasta marzo de 2014.

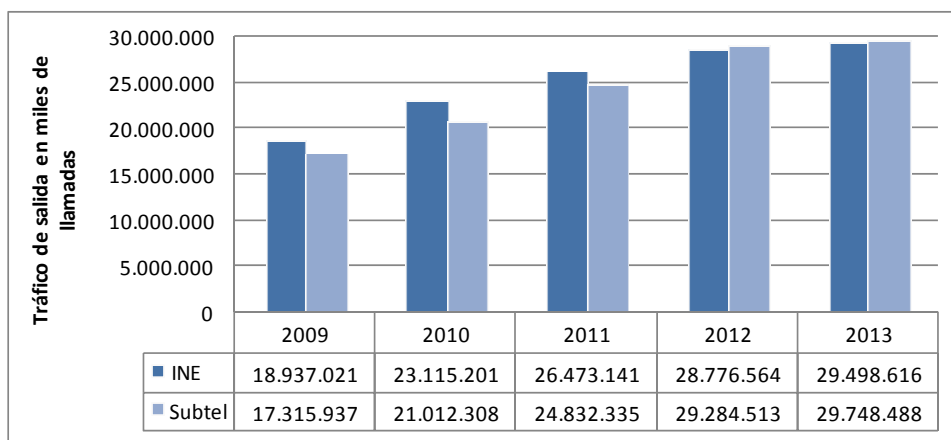
A continuación se puede observar cómo desde el año 2000 en adelante el número de abonados del servicio de telefonía móvil fue creciendo a un ritmo elevado. Teniendo un promedio de crecimiento anual en el nivel de penetración de 8.63 abonados por cada 100 habitantes.



Fuente: SUBTEL, sobre la base de la información proporcionada por las compañías móviles y cargada en el Sistema de Transferencia de Información hasta el 22/05/14.

2.2. Cantidad de llamadas de celulares a nivel nacional

En este ítem se nos presentan datos proporcionados por dos fuentes: Subtel e INE, ambas identifican mediante sus propias herramientas, las cantidades de llamadas celulares realizadas entre los años 2009-2013. Se puede apreciar que los datos aportados por ambas instituciones coinciden en el sostenido aumento que ha tenido el tráfico de llamadas de celulares en Chile.



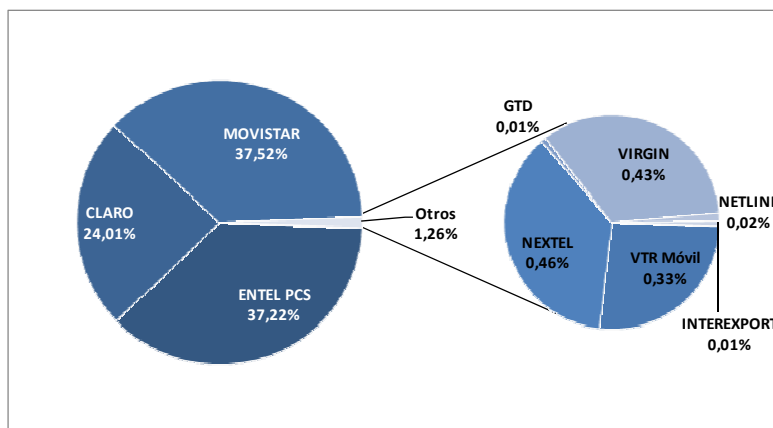
Fuente: Elaboración propia, en base a datos proporcionados por Subtel e INE.

2.3 Distribución de la telefonía móvil nacional y los diversos reclamos asociados a sus proveedores.

a. Distribución de Telefonía Móvil según proveedores

En el año 2012, las empresas de telefonía móvil, Movistar, Claro y Entel PCS mantuvieron un 98,75% de participación con respecto a la cantidad de números de abonados, posicionándose como las empresas con mayor presencia en el mercado nacional. Por su parte, solo un 1,26% lo componían empresas como: VTR Móvil, Nextel, Virgin, GTD, Netline, Interexport.

Participación de las empresas de telefonía móvil por número de abonados



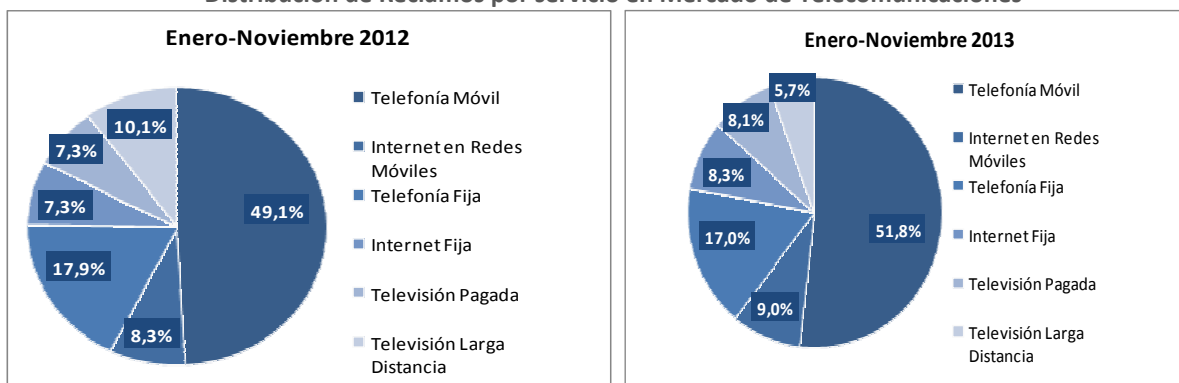
Fuente: Subtel, en base a información proporcionada por los operadores, año 2012.

b. Reclamos en el sector de Telecomunicaciones.

Durante el periodo enero-noviembre 2013 se registraron un total de 106.482 reclamos en el Mercado Telecomunicaciones. Lo indicado refleja una disminución de un 3,6% con respecto al periodo anterior: enero-noviembre 2012, con un ingreso de 110.265 reclamos totales.

Al analizar la distribución de reclamos efectuados, en los períodos 2012 y 2013, se observa que, en ambos, los reclamos se concentran en la Telefonía Móvil, con un 49,1% y 51,8% respectivamente. En segundo y tercer orden, se encuentra la Telefonía Fija e Internet en Redes Móviles. Cabe destacar que en todos los servicios, salvo la Telefonía Fija y la Televisión de Larga Distancia, se registró un alza respecto del periodo 2012

Distribución de Reclamos por servicio en Mercado de Telecomunicaciones



Fuente: Reporte Sernac, Enero 2014.

c. Motivos de Reclamos en la Telefonía Móvil

De acuerdo al Sernac, el total de los reclamos asciende a 37.217 en el período Enero-Noviembre 2013, donde los que concentran el mayor porcentaje (dejando de lado al ítem *Otros*) son: *Equipos o Acometida Defectuosa* con un 13,3%, *Problemas de Señal, Lentitud o Cortes Injustificados del Servicio* con un 10,5% y *Atención o Información al Cliente Errónea, Defectuosa o Insuficiente* con un 10,3%.

3. ESTADÍSTICAS SOBRE LAS ANTENAS Y SOPORTES DE ANTENAS EN EL PAÍS

3.1 Zonas saturadas de sistemas radiantes en el país

En relación con las emisiones de las antenas, la Ley N°20.599 dispone una prohibición de instalar antenas en aquellas zonas que hayan sido declaradas por Subtel como zonas urbanas saturadas de sistemas radiantes de telecomunicaciones.

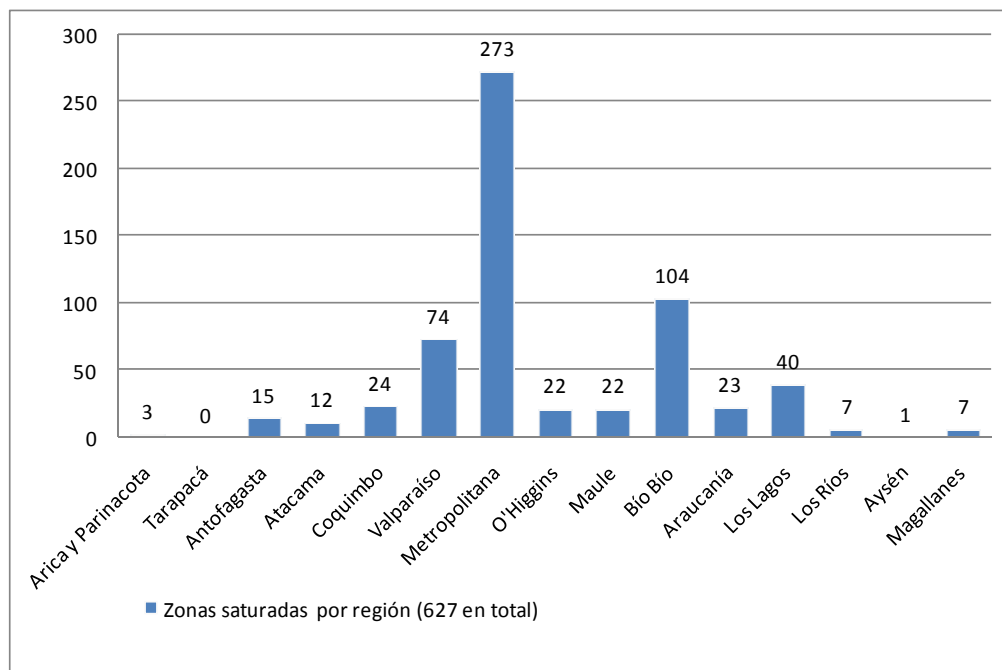
Según informó Subtel a éste Departamento, no se han declarado en Chile zonas saturadas por radiación electromagnética proveniente de sistemas radiantes:

“no existe zona saturada de sistema radiante, y para llegar a esa conclusión nosotros tuvimos que haber medido, y nos fuimos a los lugares más emblemáticos donde se supone, y todos piensan que ahí hay problemas, se midió y no hay problemas. (...) Los resultados de las mediciones es que las densidades son del orden del 0,01%, me quedo corto con los ceros, y la norma en el más estricto dice 10, o sea por lejos estamos”.

3.2 Zonas saturadas por estructuras de torres soporte de antenas en el país

La Ley considera un territorio urbano como saturado por estructuras de torres soporte de antenas cuando existen dos o más torres de 12 metros de altura dentro de un radio de 100 metros a la

redonda medido desde el eje vertical de cualquiera de las torres preexistentes. Estos territorios se han denominado también "bosques de torres". En Junio de 2012 se publicó en el Diario Oficial la lista de los primeros 122 territorios saturados con torres de antenas a lo largo de todo el país, los que hasta la fecha alcanzan 627.



Fuente: Elaboración propia según resoluciones emitidas por Subtel, durante el periodo 2012-2014.

3.3 Catastro de zonas preferentes

De acuerdo a la definición entregada por Subtel, las zonas preferentes son zonas definidas por cada Municipio -mediante ordenanza municipal y dentro de su límite comunal- como lugares preferentes, pero no exclusivos, para que las empresas construyan torres soporte de antenas de más de 12 metros de altura. Estas zonas corresponden a bienes municipales o nacionales de uso público que administran las municipalidades y que pueden ser privilegiados por las compañías móviles al momento de elegir terrenos para la instalación de torres dentro de la comuna, si es que responden a sus necesidades técnicas de cobertura.

Es importante destacar que las municipalidades no están obligadas a informar sobre éstas ni a Subtel ni a Minvu. No obstante, este último organismo mediante oficio enviado a este Departamento y tras un levantamiento propio de información, informó que las comunas de Lo Barnechea, Coquimbo y Talca, ya tienen dictadas la Ordenanza Local de Zonas Preferentes, señalada en el artículo 116 Bis E de la Ley General de Urbanismo y Construcciones y que las comunas de La Granja, La Florida, Maipú y La Reina actualmente se encuentran elaborando aquella Ordenanza.

3.4 Distribución de antenas colocalizadas por región

En el siguiente cuadro es posible identificar la implementación de la colocalización de antenas por región, herramienta contemplada por la Ley N°20.599 para disminuir los bosques de antenas.

Región	Total
Antofagasta	287
Araucanía	456
Arica y Parinacota	86
Atacama	179
Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo	83
Bío-Bío	990
Coquimbo	418
Libertador Bernardo O'Higgins	549
Los Lagos	505
Los Ríos	280
Magallanes y la Antártica Chilena	119
Maule	601
Metropolitana de Santiago	2.099
Tarapacá	124
Valparaíso	968
Total general	7.744

Fuente: Respuesta de Subtel a Oficio N°55/LEG. 362/2014 enviado por Cámara de Diputados.

Capítulo III

**PROCESO DE INSTALACIÓN
Y
PARTICIPACIÓN CIUDADANA**

CAPÍTULO III. PROCESO DE INSTALACIÓN Y PARTICIPACIÓN CIUDADANA

El capítulo tres tiene por objeto analizar desde un punto de vista jurídico, el proceso de autorización o aviso, según el caso, a que se encuentra sujeta la instalación de torres soporte de antenas y sistemas radiantes de telecomunicaciones bajo la Ley N°20.599.

De este modo, se exponen los requisitos que deben cumplir los concesionarios interesados en emplazar dichas torres, con especial detención en aquellos que fueron mencionados de forma más enfática durante el proceso de investigación por parte de los implementadores de la norma, así como por los expertos en el área, a saber: el presupuesto del proyecto y la comunicación a los vecinos.

Se presenta también un análisis sobre las instancias de participación de la ciudadanía dentro de este procedimiento de autorización o aviso, y la decisión que puede tomar frente a la instalación de una torre y al desarrollo de obras compensatorias de su impacto urbano. De igual manera, se efectúa un análisis de ciertos recursos de protección presentados sobre la materia, con el fin de identificar las alegaciones y sus resultados.

El procedimiento de oposición por razones técnicas también fue objeto de estudio. Las principales indagaciones sobre esta figura y su relación con la ciudadanía se exponen en este capítulo.

En relación con las zonas de protección especial, se realiza una breve descripción de las distintas zonas que se encuentran bajo esta figura en nuestro ordenamiento, qué entienden por ellas la Ley y los reglamentos, cuál es la especial protección que dichos cuerpos normativos otorgan a tales zonas y la opinión de expertos e implementadores respecto de cada uno de estos tópicos. En el mismo sentido, se presentan los principales aspectos de ciertas zonas que, sin estar normadas específicamente por esta Ley, sí merecen especial atención, debido al tratamiento que les otorgan otras normas vinculadas.

Finalmente, el estudio se vuelca sobre el régimen transitorio presente en la Ley N°20.599, indicando las materias que regula, con particular énfasis en las disposiciones tendientes a hacer frente el impacto de las torres ya emplazadas al momento de la entrada en vigencia de la Ley en estudio.

1. EL PROCESO DE AUTORIZACIÓN O AVISO DE INSTALACIÓN

Una de las principales innovaciones introducidas por la Ley N°20.599 consiste en reemplazar el anterior “aviso” de instalación de torres soporte de antenas y sistemas radiantes de telecomunicaciones por un “permiso” o “autorización” municipal, conferido por la Dirección de Obras Municipales (DOM).

La finalidad de la norma fue establecer una serie de requisitos en la Ley, que les permitiera a los organismos pertinentes, a las empresas concesionarias de servicios de telecomunicaciones y a la ciudadanía afectada por la instalación de una torre, contar con un marco de acción conocido y objetivo, evitando que se convirtiera en un procedimiento demasiado lento, engorroso o en el que intervinieran demasiados actores. Se trataba, entonces, de establecer una lista de verificación que simplemente fuera constatada por la DOM.

Es importante destacar que la Ley dispuso, en el artículo 116 bis E, un estatuto general aplicable a todas las torres, y un estatuto especial, que establece distintas exigencias para el emplazamiento de torres en determinadas zonas o que superen cierta altura.

En definitiva, el legislador optó por establecer requisitos diferenciados para la instalación de torres soporte de antenas en razón de su altura. Así, los artículos 116 bis G, H e I, se refieren, respectivamente, a las torres de más de 12 metros de altura, 3 a 12 metros y menos de 3 metros.

De lo anterior, se reseñarán los aspectos más relevantes y los organismos vinculados a cada uno de estos estatutos. Asimismo, se destacarán los distintos requisitos de acuerdo a la ubicación de la torre y su eventual función de colocalización.

1.1 Artículo 116 bis F: Torres de más de 12 metros

En primer lugar, la norma indica que toda torre de más de 12 metros de altura, requerirá de permiso de instalación de la DOM respectiva. El solicitante, es decir, el concesionario de servicios de telecomunicaciones que busca obtener el permiso, deberá acompañar a su solicitud los siguientes antecedentes¹:

- a. Solicitud de instalación suscrita por el propietario del inmueble y por el concesionario responsable. Tratándose de bienes nacionales de uso público o bienes fiscales administrados por Municipalidades, se requiere además, de autorización de la Municipalidad respectiva.

¹ Las letras corresponden a las señaladas en el artículo 116 bis F.

- b. Proyecto firmado por profesional competente que incluya planos de instalación de la torre que cumplan con las normas sobre distanciamientos y rasantes. También se debe acompañar una memoria explicativa de las medidas de diseño y construcción adoptadas para armonizar la estructura con el entorno urbano del lugar de emplazamiento. Es importante destacar que tal memoria no será exigida cuando el diseño de la torre esté comprendido en el catálogo elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo por mandato de la Ley.
- c. Presupuesto del proyecto, incluyendo, entre otros, estructuras, sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones, equipos y rentas de arrendamiento.
- d. Proyecto de cálculo estructural de la torre, incluidas sus fundaciones, con su respectiva memoria de cálculo y planos de infraestructura, que señale la capacidad de soporte de antenas, elaborado también por un profesional competente. Debe acreditar que la capacidad de soporte permitirá la colocación de antenas de, a lo menos, otro concesionario si es que la infraestructura fuera menor de 30 metros, o tres cuando supere dicha altura.
- e. Certificado emitido por Correos de Chile que acredite la comunicación por carta certificada, enviada a lo menos 30 días antes de la solicitud, a la junta de vecinos respectiva y a los propietarios de los inmuebles comprendidos total o parcialmente en el área ubicada dentro de la circunferencia que tiene por centro el eje vertical de la torre y un radio igual al doble de la altura de la misma. Dicha comunicación debe incluir el proyecto de torre así como la propuesta de diseño a adoptar para minimizar el impacto urbanístico y arquitectónico. Asimismo, la comunidad en general debe ser informada por medio de una inserción publicada en un periódico de la capital de la provincia o región con una anticipación de, a lo menos, 15 días a la presentación de la solicitud.
- f. Propuesta de obras de mejoramiento del espacio público ubicado al interior de la circunferencia que tiene por centro el eje vertical de la torre hasta un radio de doscientos cincuenta metros a la redonda del lugar donde se emplazará la misma, equivalentes a un monto del treinta por ciento tomando como referencia el presupuesto de la letra c.
- g. Certificado de la Dirección General de Aeronáutica Civil que acredite que la torre y antenas no constituyen peligro para la navegación aérea. Sobre este punto, la Dirección General de Aeronáutica Civil señaló, dando respuesta al Oficio N°48/LEG.362-2014 de 11 de junio de 2014 de este Departamento, que se emiten en promedio, 80 a 100 certificados mensuales. Para ello, implementó una tramitación electrónica. Hicieron presente, además, que la exigencia establecida por la Ley N°20.599 no significó una nueva obligación, por cuanto bajo la vigencia del Decreto Supremo N°126 de 1997, Reglamento de Radiodifusión Sonora, ya se emitían estos certificados.
- h. Certificado de la Subtel que acredite haber sido presentada una solicitud de otorgamiento o modificación de concesión de servicios de telecomunicaciones.
- i. Certificado de línea oficial e informaciones previas.

Por una parte, los requisitos tienen por objeto garantizar que la instalación de la torre soporte se haga cumpliendo con ciertos estándares estructurales o arquitectónicos, que resguarden adecuadamente tanto a quienes la emplazarán como a quienes vivirán cerca de ella. Por otra parte, otros requisitos están dirigidos a minimizar el impacto urbanístico que trae aparejado la instalación de una torre, mediante el diseño de esta o una obra de mejoramiento. Finalmente, existe un requisito dirigido a permitir que la ciudadanía tome conocimiento del proyecto antes de que éste se concrete, para que pueda participar manifestando su opinión dentro de los márgenes que establece la Ley.

1.2 Artículo 116 bis G: Torres de 3-12 metros

La norma señala que toda torre de más de tres y hasta doce metros de altura, que reúnan los requisitos de armonización de la letra b del artículo 116 bis F, requerirá permiso de instalación del Director de Obras Municipales, debiendo cumplirse solo con los requisitos de las letras a, h, i. También requiere el mismo certificado de correos indicado en la letra e, pero en este caso, la comunicación debe haber sido enviada con una antelación de a lo menos 15 días a la presentación de la solicitud.

Además, somete a estas torres al mismo estatuto general del artículo 116 bis E y a las normas sobre distanciamientos de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Si las torres de la referida altura no cumplen con los requisitos de la letra b, se someten enteramente al artículo 116 bis F.

Esta disposición también admite la participación ciudadana. Esta se materializa en una solicitud a la DOM, dentro del plazo de 15 días desde la comunicación respectiva, a través de la cual se proponga un diseño alternativo para la torre, siempre que esté incluido en la nómina o catálogo de torres, solicitud que resuelve la propia DOM en el mismo plazo que establece el artículo 116 bis F.

Tratándose de las torres de hasta 18 metros que cumplan las condiciones de armonización con el entorno urbano, y que estén destinadas a colocalizar antenas de otros concesionarios proveedores de servicio telefónico móvil o de transmisión de datos, se rigen también por esta norma, debiendo acompañar, además de los requisitos de las letras i,h,b y a, el proyecto de cálculo estructural al que se refiere la letra d y el acuerdo de colocalización respectivo.

La norma se refiere también a las torres que se adosen o adhieran a una edificación preexistente, como a los postes de alumbrado público o eléctrico, elementos publicitarios, señalética o mobiliario urbano, en cualquier altura. A estas estructuras no se les exige el permiso referido, debiendo cumplir sólo con el aviso de instalación regulado en el artículo 116 bis H.

1.3 Artículo 116 bis H: Torres de hasta 3 metros

Por último, las torres de hasta tres metros de altura requieren de aviso de instalación a la DOM conforme los requisitos de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. El mismo régimen se aplica a las estructuras porta antenas que se instalen sobre edificios de más de cinco pisos y aquellas que se pretenda instalar en zonas rurales, cualquiera fuera su tamaño.

Tras analizar los regímenes expuestos, la investigación pudo constatar que en una misma norma, en particular los artículos 116 bis G y H, se regulan torres de distintas características, situación que dificulta un adecuado entendimiento por la ciudadanía y por los organismos implementadores. Lo anterior, deviene en una percepción de alta complejidad de la norma.

“La Ley tiene que tener principios generales, muy bien establecidos, un articulado donde da competencias, donde establece prohibiciones, donde establece plazos, o multas incluso o acciones reparatorias y después se va a las excepciones. Pero aquí las excepciones se meten entre medio. Entonces nos costó mucho leer la Ley así de corrido y entenderla. La Ley deja unos vacíos entre medio que es donde nosotros hemos conversado con SUBTEL, y quedamos en el aire, porque cuando esos vacíos quedan en la ley no es posible reglamentarlo y por lo tanto no es posible atender a algunas demandas que son propias de la materia porque han quedado mal reglamentadas.” (Ricardo Leñam, Arquitecto, Ministerio de Vivienda y Urbanismo).

Cabe destacar que la complejidad de la norma motivó al Ministerio de Vivienda y Urbanismo a desarrollar, entre 2012 y 2013, jornadas de capacitación a lo largo del país, que tuvieron como destinatarios a las Direcciones de Obras Municipales, los Departamentos de Desarrollo Urbano e Infraestructura, funcionarios o autoridades municipales, como alcaldes, concejales, asesores urbanistas, funcionarios de la Secretaría Comunal de Planificación, Rentas y Patentes, etc. y a funcionarios de las macrozonas de la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

2. PRESUPUESTO DEL PROYECTO

Especial atención merece la exigencia de acompañar el presupuesto del proyecto, por cuanto el monto de las obras de mejoramiento del espacio público a las que hace referencia el literal f, se fija en razón de este presupuesto. Más importante aún, es determinar qué incluye el presupuesto del proyecto. La investigación pudo constatar que en este punto no existe consenso entre los organismos implementadores y otros actores intervinientes.

Antes de exponer los argumentos de la discusión, es necesario aclarar que tanto el régimen general como el transitorio, imponen en ciertos casos la realización de obras de mejoramiento, pero con ciertas diferencias. Así, en el régimen general ya estudiado, para fijar el monto de las obras de compensación, se incluyen, además de la estructura, otros costos. Por su parte, en el régimen transitorio se vincula el monto de las obras al valor de reemplazo de la torre, es decir, los recursos necesarios para adecuarla a la nueva legislación según sea el caso.

La discusión tiene su origen en la Circular N°397 de 2012 de la División de Desarrollo Urbano del Ministerio de Vivienda y Urbanismo que expresó que *“el valor de reemplazo de la torre a que se refiere el mencionado precepto (Art. 4° transitorio), debe comprender, además de los elementos soportantes o estructurales, otros elementos técnicos, tales como los de transmisión y recepción.”*

Ante esto, representantes de ATC sitios de Chile S.A., solicitaron un pronunciamiento a la Contraloría General de la República² respecto a la juridicidad de la Circular. Frente a la problemática planteada, se señaló:

“Esta Sede de Control no advierte herramientas de interpretación normativa que permitan incluir en la expresión ‘valor de reemplazo de la torre’ componentes ajenos al conjunto específico de elementos soportantes antes indicados que constituyen la ‘torre’, como lo son las antenas y los sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones”.

Este pronunciamiento fue comentado por la Dirección de Obras Municipales de Concepción, quienes destacaron que: *“Lo que hizo la Contraloría con este dictamen fue contradecir lo que señalaban las DDU, las circulares aclaratorias, que indicaban que el valor de reemplazo incluía todo”.* (Juan Andreoli, Director de Obras Municipales de la I. Municipalidad de Concepción)

Considerando lo anterior, es posible señalar, a través de la interpretación efectuada por la Contraloría, que tratándose del régimen transitorio la norma hace referencia exclusivamente al valor de la estructura o de la torre, mas no a los demás elementos que la acompañan. Por el contrario, el Art. 116 bis F letra c, relativo al régimen general, sí incluiría, además de la torre, otros aspectos, dado que la propia norma es la que se refiere a equipos, rentas de arrendamiento, etc.

“Obviamente con esto [dictamen de Contraloría] la gente se sintió vulnerada y no quieren ahora las obras de compensación, sino que quieren fuera las antenas”. (Mauricio Gatica Arquitecto Dirección Obras Municipales I. Municipalidad de Concepción).

En otro aspecto, implementadores señalaron que ellos no contaban con una herramienta que les permitiera constatar que lo que el concesionario acompaña como presupuesto total del proyecto sea efectivamente el valor real de la instalación de una torre o de su reemplazo.

“Nosotros no tenemos manera de averiguar el valor. Alguien nos puede decir que esta antena vale cinco. Lo más lo que podemos hacer es llamar a empresas que han instalado estas antenas y averiguar. No es un valor respecto del cual nosotros tengamos un referente.” (Juan Andreoli Director de Obras Municipales de la I. Municipalidad de Concepción)

² Oficio N° 054027, de fecha 23 de agosto de 2013 de la Contraloría General de la República.

3. LA COMUNICACIÓN A LOS VECINOS AFECTADOS Y SU PARTICIPACIÓN

Otra herramienta de la Ley N°20.599 consiste en establecer un mecanismo de participación ciudadana a través del cual, la población afectada por la instalación de una torre y su antena o sistemas radiantes, pudiera formular sus observaciones respecto a las mismas.

En concreto, la participación consiste en que, una vez practicada la comunicación a los vecinos afectados y a la junta de vecinos respectiva, que exige la letra e del artículo 116 bis F, los propietarios de los inmuebles incluidos en el área contemplada en la Ley pueden formular, a través de la DOM al Concejo Municipal, las observaciones que estimen convenientes, en un plazo de 30 días corridos después de practicada la comunicación respectiva.

Respecto al conjunto de propietarios que tienen derecho a participar, desde la DOM de la I. Municipalidad de Concepción consideran razonable el espacio que abarca la Ley:

“Nosotros creemos que es suficiente, no creo que sea necesario un mayor radio. Es más importante que se puedan manifestar esas personas o que por lo menos la junta de vecinos se dé por enterada”. (Mauricio Gatica Arquitecto Dirección Obras Municipales I. Municipalidad de Concepción)

Lo anterior, no constituye propiamente una oposición, por cuanto la intervención de los vecinos no podrá impedir la instalación de una torre soporte de antenas cuando funden su pretensión en esta disposición.

Los propietarios deben optar, a través de mayoría simple, por una obra de compensación o por una torre armonizada con el entorno urbano y la arquitectura del lugar donde se emplaza. Asimismo, pueden proponer, según la opción manifestada, obras de mejoramiento del espacio público alternativas a las propuestas por el solicitante, o bien, diseños de torres distintos a los propuestos por el solicitante, siempre que se encuentren en el catálogo de torres.

Corresponde al Concejo Municipal el pronunciamiento respecto a las observaciones formuladas, aprobando la propuesta del solicitante o de los propietarios en el plazo de 20 días corridos contado desde el vencimiento del término para formular tales observaciones. En el caso de que el Concejo no se pronuncie, se tendrán por rechazadas las observaciones y por aprobada la obra de compensación o diseño propuesto por el solicitante.

Se detectaron ciertas irregularidades en la comunicación, las que fueron destacadas por la ciudadanía e implementadores. Estas consisten, principalmente, en la falta de indicación de fecha completa en la carta, envío a personas fallecidas o que ya no viven en el área indicada en la Ley, o incluyendo menos elementos que los requeridos por la Ley. Lo antes expuesto incide en las posibilidades de participación de la ciudadanía, toda vez que esta situación dificulta entender cabalmente las características del proyecto que se pretende desarrollar, y los plazos con que se cuenta para actuar organizadamente.

Correos de Chile señaló a este respecto, a través del Oficio N°19 de 25 de junio de 2014, que:

“No le corresponde hacerse cargo ni acreditar que la comunicación enviada por carta certificada contenga los elementos, proyectos o propuestas ordenados por los artículos citados, materia ajena a la competencia de la Empresa de Correos de Chile, y cuya suficiencia será calificada, a su entender, por la Dirección de Obras respectiva.”

Cabe destacar que los mismos antecedentes que deben ser comunicados a los vecinos a través de la carta certificada, deben ser puestos en conocimiento de la comunidad por medio de una inserción publicada en un periódico de la capital de la provincia o región con una anticipación de, a lo menos, 15 días a la presentación de la solicitud.

La publicación de este inserto, da inicio a un plazo para ejercer una oposición por razones técnicas, en conformidad al artículo 15° de la Ley General de Telecomunicaciones, el que se analiza a continuación.

4. LA OPOSICIÓN POR RAZONES TÉCNICAS

El inciso sexto de la letra e del artículo 116 bis F señala que los propietarios de los inmuebles que se encuentren total o parcialmente dentro del área descrita pueden *“oponerse a la instalación de la torre soporte de antenas y sistemas radiantes, por razones técnicas, en conformidad al artículo 15° de la Ley General de Telecomunicaciones”*. Estas razones técnicas se relacionan al detalle pormenorizado de la instalación y operación de la concesión, el tipo de servicio, la zona de servicio, los plazos para su ejecución y demás antecedentes legales y reglamentarios.

El artículo 15 de la referida norma, señala que quienes tengan interés en ello, pueden oponerse en un plazo de 30 días contados desde la publicación del inserto a que hace referencia la letra c del artículo 116 bis F. La oposición es conocida y resuelta por el Ministro de Transporte y Telecomunicaciones, previo informe técnico evacuado por la Subtel. Esta resolución es apelable ante la Corte de Apelaciones de Santiago dentro de los 10 días siguientes a su notificación. En este último caso, si la resolución judicial de la Corte rechaza totalmente la oposición, el opositor será siempre condenado en costas y además podrá ser sancionado con una multa que oscila entre las 10 y las 1.000 UTM.

Como es posible notar, existe una diferencia en la redacción de la norma contenida en la Ley N°20.599 y la de la Ley General de Telecomunicaciones. Lo anterior, debido a que la Ley N°20.599 señala que los vecinos propietarios pueden oponerse a la instalación de una torre, mientras que la Ley General de Telecomunicaciones establece una oposición al otorgamiento o modificación de una concesión. Esto genera un cierto grado de confusión, toda vez que la norma que se remite al artículo 15 de la Ley N°18.168, permite la oposición a la torre misma por parte de los propietarios afectados.

En este caso, efectivamente nos encontramos frente a una posibilidad de oposición por parte de la ciudadanía, toda vez que, de existir razones técnicas que la justifiquen, podría desembocar en la denegación de la concesión, y por ende, en la instalación de una torre y sus sistemas radiantes.

Sin embargo, esta posibilidad también es criticada fuertemente por ciertos entrevistados. En primer lugar, porque el procedimiento de oposición por razones técnicas regulado en la LGT, exige, por su naturaleza, de una preparación técnica suficiente que permita formular un reclamo fundado. Se requeriría la asesoría tanto de un abogado como de un técnico experto. Si a lo anterior se agrega que, para el evento de ser rechazada la oposición, los reclamantes pueden ser condenados a pagar las costas y eventualmente una cuantiosa multa, se puede concluir que no existe una vía accesible a los vecinos para reclamar, sino que al contrario, existen desincentivos y obstáculos.

“Cuando los vecinos leen que corren el riesgo de pagar una multa de 1000 UTM, no se oponen por estas razones.” (Mauricio Gatica Arquitecto Dirección Obras Municipales I. Municipalidad de Concepción).

5. EL RÉGIMEN TRANSITORIO

La Ley N°20.599 contiene cinco artículos transitorios que tratan los siguientes tópicos: situación de las solicitudes de otorgamiento o modificación de concesión en trámite al momento de dictación de la Ley; el plazo con que cuenta la SUBTEL y el MINVU para dictar el Reglamento de la Ley y el catálogo o nómina de torres armonizadas, respectivamente; y el estatuto jurídico de las torres ya emplazadas, estableciendo normas especiales para las áreas sensibles.

Dado el objeto del presente capítulo, trataremos las normas que establecen el marco jurídico aplicable a las torres que ya se encontraban instaladas al momento de entrar en vigencia la Ley en análisis.

El artículo 1° transitorio señala que las solicitudes en trámite se regirán por la Ley vigente al momento de su presentación, por lo que no se les hacen aplicables las normas contenidas en la Ley N°20.599.

El artículo 4° es de especial relevancia para este estudio, por cuanto tiene por objeto normar la situación de las torres ya existentes, bajo los principios introducidos por la nueva Ley: armonización urbana, reducción del riesgo a la salud y participación ciudadana. Esta norma señala que:

“Los concesionarios de servicios públicos e intermedios de telecomunicaciones que directamente o por su encargo hubieren emplazado torres soporte de antenas y sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones de más de doce metros de altura no armonizadas con el entorno urbano y con la

arquitectura del lugar donde se emplazan en territorios urbanos o en bienes nacionales de uso público, saturados de instalación de estructuras de torres soporte de antenas y sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones deberán agruparse en una sola estructura”.

La disposición es aplicable a las torres de más de 12 metros no armonizadas, siempre que estén emplazadas en territorio urbano o en bienes nacionales de uso público saturados en los términos que establece la Ley. La norma impone la colocalización de antenas de distintos concesionarios en una única torre, la que a su vez estará abierta a nuevos concesionarios. El objetivo de esta disposición era erradicar los llamados “bosques de torres”. Para cumplir con ello, se puede instalar una nueva torre destinada únicamente a la colocalización, que debe respetar lo preceptuado por el artículo 116 bis F, es decir, el estatuto para torres de más de 12 metros.

De concurrir razones técnicas fundadas que impidieren la colocalización en una sola estructura, y no habiendo soluciones tecnológicas disponibles, podrá permanecer una estructura adicional, previo informe favorable de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, la que también deberá estar abierta a otros concesionarios.

La colocalización requiere de un acuerdo entre los concesionarios, por cuanto uno será el dueño de la torre, y el otro u otros serán arrendatarios de un espacio de la misma. En el caso en que no hubiere acuerdo, deberán optar por minimizar el impacto urbanístico compensando, a la vez, con obras de mejoramiento del espacio público por el veinte por ciento del valor de reemplazo de la torre, o realizar una obra de mejoramiento por un monto no inferior al cincuenta por ciento de dicho valor.

En este punto, Ivo González, representante de la compañía Claro, reconoció una adecuada adaptación de parte de las compañías, destacando también las dificultades que el cambio les ha significado:

“Respecto al régimen transitorio, las empresas hicieron un tremendo trabajo, nos pusimos de acuerdo en un tiempo record porque los tiempos eran muy acotados. Para dar cobertura con una sola infraestructura, tengo que poner cuatro para llegar a la cobertura que tenía antes de la Ley. ¿Cómo yo levanto cuatro infraestructuras en una zona conflictiva como esa? Eso me significa 18 meses de trabajo”.

6. RECURSOS DE PROTECCIÓN RELACIONADOS CON LA LEY N° 20.599

El recurso de protección es una acción consagrada en el artículo 20 de la Constitución, la cual faculta a quien, “*por causa de actos u omisiones arbitrarios o ilegales sufra privación, perturbación o amenaza*” en el ejercicio de ciertos derechos, a ocurrir a la Corte de Apelaciones respectiva, para que ésta adopte de inmediato las providencias necesarias para restablecer el imperio del derecho.

Los derechos mencionados son algunos de los que contempla el artículo 19 de dicha normativa, y se incluye, por ejemplo, el derecho a la vida, la igualdad ante la ley, el respeto y protección a la vida privada, la libertad de conciencia, la libertad de enseñanza, la libertad de opinión, el derecho a vivir en un medio ambiente libre de contaminación y el derecho de propiedad.

Los recursos de protección constituyen hoy en día una de las herramientas con la que cuenta la ciudadanía para oponerse a la instalación de torres o antenas en su barrio, en especial considerando que la Ley N°20.599 no otorga posibilidades de oposición, más que por razones técnicas y bajo riesgo de multas y condena en costas.

6.1 Recursos de protección en cifras

Se realizó una búsqueda en el portal “Consulta unificada de Causas” del Poder Judicial, Sección Cortes de Apelaciones, la cual incluyó las Cortes de Apelaciones de Valparaíso, Santiago, San Miguel y Concepción³, y Sección Corte Suprema, con las palabras “Movistar”, “Entel”, “Claro”, “Nextel”, “Telefónica⁴”, “Centennial Cayman⁵”, “VTR”, “ATC”, “Torres Unidas” y “ANTYL” en nombre litigante, hasta el año 2009 inclusive, el día 22 de julio de 2014.

Se consideraron para el estudio sólo los recursos de protección que dicen relación con la instalación de torres y antenas, interpuesto por vecinos y/o autoridades en contra de los concesionarios de telefonía y concesionarios intermedios.

a. Resultados obtenidos en Cortes de Apelaciones

En base a los criterios de búsqueda establecidos, fue posible encontrar un total de 97 recursos de protección, interpuestos por vecinos y/o autoridades, en contra de concesionarios de telefonía móvil y/o concesionarios intermedios. La tabla siguiente muestra el detalle del estado actual de los recursos o resultado, en su caso, para cada una de las Cortes examinadas.

Recursos de protección por Corte de Apelaciones

	Valparaíso	Santiago	San Miguel	Concepción	Total
Rechazados	21	16	18	12	67
Inadmisibles	1	8	1	1	11
En tramitación	3	0	1	10	14
Acogidos	0	1	0	0	1
Desistidos	0	1	1	0	2
Acogidos parcialmente	0	1	0	1	2
Total	25	27	21	24	97

Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda en sitio del Poder Judicial.

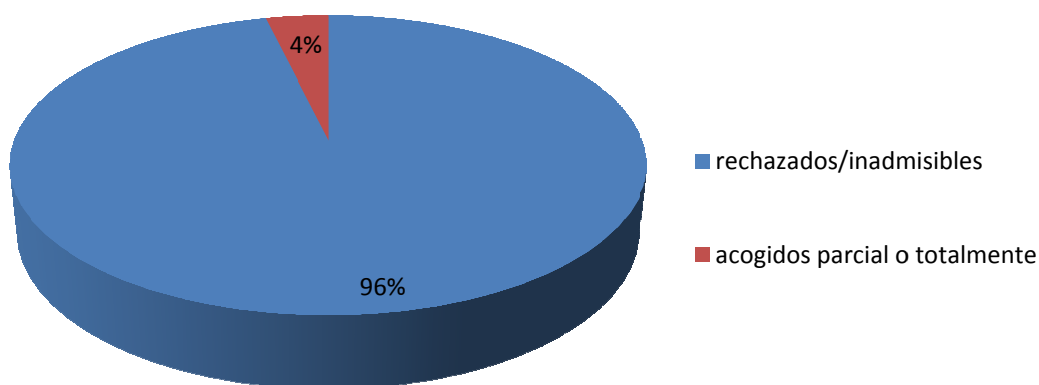
³ Remitir a justificación de foros.

⁴ Nombre anterior de la Compañía Movistar.

⁵ Nombre anterior de la Compañía Nextel.

De acuerdo a la tabla anterior, es posible concluir que de los resultados obtenidos, un 69% corresponde a recursos que fueron rechazados, un 15% se encuentran en tramitación, un 11% fue declarado inadmisibles, un 2% fue acogido parcialmente, un 2% desistido y un 1% acogido.

Si consideramos sólo los recursos terminados por resolución de la Corte, excluyendo aquellos desistidos, es posible observar el porcentaje de denegados, sea por vía de sentencia rechazada o por no haber pasado el examen de admisibilidad.



Fuente: Elaboración propia a partir de búsqueda en sitio del Poder Judicial.

b. Resultados por Corte de Apelaciones

i. Valparaíso

En la Corte de Apelaciones de Valparaíso no se encontraron recursos desistidos, ni acogidos total o parcialmente. De los recursos que llegaron a etapa de sentencia todos fueron rechazados. Considerando aquellos recursos interpuestos cuya tramitación está terminada, el resultado es el mismo: todos han sido denegados, sea por vía de rechazo en la sentencia o por no haber pasado el examen de admisibilidad.

ii. Santiago

En la Corte de Apelaciones de Santiago no se encontraron recursos actualmente en tramitación. Es posible advertir que un 8% del total de los recursos fueron acogidos, sea total o parcialmente. Por otro lado, existe una cantidad considerable de recursos que no pasaron el examen de admisibilidad.

iii. San Miguel

En la Corte de Apelaciones de San Miguel, no se encontraron recursos acogidos total ni parcialmente. De aquellos recursos que fueron fallados, cabe señalar que todos fueron

denegados sea por la vía de sentencia que rechazó el recurso o por haber sido declarados inadmisibles.

iv. Concepción

En la Corte de Apelaciones de Concepción existe actualmente una cantidad considerable de recursos en trámite. Por otra parte, considerando sólo aquellos recursos que llegaron al fin de su tramitación, es posible concluir que un 93% fue rechazado o declarado inadmisibles, frente a un 7% que fue acogido sólo parcialmente.

Efectuando un análisis conjunto, de las cuatro Cortes seleccionadas, el mayor número de recursos rechazados lo encontramos en Valparaíso, seguida de San Miguel. Por otra parte, sólo en Concepción y Santiago se encontraron sentencias que acogieron parcialmente el recurso y en esta última Corte además una resolución favorable totalmente. Actualmente, la Corte que tiene más recursos en tramitación es Concepción, seguida por Valparaíso.

c. Resultados obtenidos en la Corte Suprema

De acuerdo a los criterios de búsqueda establecidos, fue posible observar que todas aquellas sentencias que rechazaron los recursos de protección y que fueron posteriormente apeladas ante la Corte Suprema, fueron confirmadas por dicho tribunal. Por otra parte, se advirtió que uno de los casos en que fue acogido el recurso, se apeló por parte del concesionario, sin embargo, la apelación fue desistida antes que fuera dictada la sentencia.

6.2 Principales fundamentos a los Recursos de Protección

Para este estudio se seleccionaron los casos más recientes de inadmisibilidad, y de aquellos que llegaron a etapa de sentencia, las últimas cuatro decisiones por cada Corte, y todos los casos acogidos que no estuvieran incluidos en la selección anterior.

En cuanto a los recursos acogidos total o parcialmente, fue posible observar que se fundamentaron en la falta de cumplimiento de la legislación, en particular, por no haber presentado el concesionario la correspondiente solicitud de instalación de la antena en cuestión u otras exigencias legales.

Por otra parte, una cantidad considerable de recursos fueron declarados inadmisibles por extemporáneo, fundamentado en que los vecinos recurrentes habrían tomado conocimiento de los hechos con anterioridad a los 30 días que exige la normativa para presentar el recurso.

Asimismo, otros fueron declarados inadmisibles basado en haberse impugnado una solicitud de permiso cuyo procedimiento administrativo se encontraba pendiente, y en el cual se podían hacer las alegaciones pertinentes.

En cuanto a los recursos rechazados por sentencia, en su gran mayoría se fundamentaron en que el concesionario habría actuado conforme a la normativa vigente y en cumplimiento de las exigencias legales.

Sin perjuicio de lo anterior, algunos fallos se hacen cargo de las alegaciones referentes a los daños a la salud. En este sentido, se expresó reiteradamente que no existe evidencia cierta que la instalación de una antena de telefonía móvil o su funcionamiento tenga efectos adversos en la salud, o al menos dentro de los límites establecidos por la legislación.

En cuanto a los daños al medio ambiente, las Cortes señalaron que su protección se encuentra debidamente cautelada en nuestro ordenamiento jurídico por la normativa de emisiones. Respecto a la vulneración del derecho de propiedad, se expresó la falta de prueba y de bases para su determinación. Se señaló además, que la devaluación, si bien podría producirse, sería objeto de un juicio de lato conocimiento.

Finalmente, no se advierten diferencias entre los recursos presentados antes y después a la publicación de la Ley. En ambos casos existe una marcada tendencia a acoger los recursos sólo cuando la concesionaria no se encuentra en respeto de las exigencias legales de la época, sin existir consideración a las alegaciones referentes a los daños a la propiedad, salud o medio ambiente.

Capítulo IV

**IMPACTO URBANÍSTICO
DE LAS TORRES
SOPORTE DE ANTENAS**

CAPÍTULO IV. IMPACTO URBANÍSTICO DE LAS TORRES SOPORTE DE ANTENAS

La Ley N°20.599 fue concebida, principalmente, para hacer frente a los efectos urbanísticos negativos que la instalación de torres soporte de antenas estaba provocando en las ciudades de nuestro país. En efecto, en la Historia de la Ley se hacen reiteradas referencias a la necesidad de incorporar criterios de racionalidad en el emplazamiento de las torres, considerando el crecimiento de la demanda y la escasez del espacio urbano.

De este modo, se introducen en la nueva Ley una serie de herramientas destinadas a minimizar dicho impacto, siguiendo lo que fue argumentado como la tendencia a nivel mundial en materia de infraestructura para comunicaciones inalámbricas: el avance hacia estructuras de menor tamaño, menor altura y mayor armonización con el entorno.

En el capítulo cuarto se analizan las herramientas establecidas por el legislador para hacer frente a la instalación desorganizada de torres soporte y a su consiguiente impacto urbanístico.

De este modo, se revisan los incentivos a la instalación de torres de menor altura, los conceptos de territorio urbano saturado de instalaciones, colocalización, armonización y zonas preferentes y su eficacia en el objetivo contemplado por la Ley N°20.599. Además, se evalúa el instrumento contemplado por la norma para hacer frente a la devaluación de los inmuebles aledaños.

Es respecto a estos nuevos incentivos, conceptos y herramientas que se analiza su funcionamiento con relación a lo que el legislador pretendía lograr, poniendo énfasis en la valoración de estos por parte de los implementadores y los resultados obtenidos en la práctica.

1. INCENTIVOS A LA INSTALACIÓN DE TORRES DE MENOR ALTURA Y OTRAS ESTRUCTURAS

La Ley N°20.599 en su artículo 1 letra b) incorpora a la Ley General de Urbanismo y Construcciones los artículos 116 bis E, 116 bis F, 116 bis G, 116 bis H y 116 bis I, los cuales contienen la regulación relativa a las torres soporte de antenas en cuanto a su instalación, requisitos, procedimientos, entre otras materias.

De acuerdo a los artículos mencionados, es posible clasificar las torres soporte de la siguiente manera: aquellas que requieren un permiso de instalación, las que requieren un permiso de instalación simplificado que no puede ser denegado y aquellas que requieren únicamente aviso de instalación.

Torres que requieren permiso (116 bis F)	Torres cuyo permiso no puede ser denegado (116 bis G)	Torres que sólo requieren aviso (116 bis H)
<ul style="list-style-type: none"> •Torres de 12 hasta 18 metros de altura, no armonizadas ni colocalizadas y torres de 18 metros o más en todo caso, requieren solicitar permiso de la Dirección de Obras Municipales respectiva. •Para la obtención del permiso, el concesionario debe acompañar los antecedentes establecidos en el artículo 116 bis F. 	<ul style="list-style-type: none"> •Torres de más de 3 y hasta 12 metros de altura requieren permiso de la Dirección de Obras. Este se solicita con algunos de los antecedentes del artículo 116 bis F y no puede ser denegado. •Torres de hasta 18 metros armonizadas y colocalizadas, deben acompañar antecedentes adicionales. 	<ul style="list-style-type: none"> •Torres de 3 o menos metros de altura, las estructuras porta antenas sobre edificios de más de 5 pisos y las que se pretenda instalar en zonas rurales, de cualquier tamaño, requieren aviso de instalación. •Torres que se adosen o adhieran a una edificación preexistente, como postes o señalética, deben cumplir también con un aviso. En estos casos, se obliga a la armonización.

En síntesis, la Ley impone menos requisitos y cargas para el concesionario que opta por la instalación de una torre de menor tamaño, llegando a no ser necesario el permiso para las torres de tres o menos metros de altura y para aquellas que se adhieren a una edificación preexistente.

Para Ricardo Leñam, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, la ley propende a que las antenas se instalen en infraestructuras ya emplazadas, otros edificios, postes. De este modo, en su opinión, la norma no obliga al concesionario a elegir una categoría determinada, pero la regulación se

presenta como un incentivo para buscar dónde emplazar las antenas sin necesidad de instalar nuevas torres. De forma similar se pronuncia Ximena Gutiérrez, abogada de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, quien señala:

“El régimen autorizatorio por el lado urbanístico es directamente proporcional a la altura de la torre, mientras más alta más restricciones, entonces eso es un incentivo.” Ximena Gutiérrez, abogada de Subtel.

Cabe señalar, además, que respecto a las dos últimas categorías - artículos 116 bis G y 116 bis H - no rigen las normas sobre áreas sensibles señaladas en el artículo 116 bis E. Con relación a lo anterior, se pronuncian desde la Dirección de Obras Municipales de Valparaíso en el sentido de dar cuenta que aquellas torres reguladas por el 116 bis G serían las más solicitadas.

“El tema que yo veo más complicado es que todas las antenas han sido ingresadas del tipo G y esa es la más permisiva de todas. La ley dice que no pueden estar cerca de jardines infantiles ni de colegios, ni de asilos de ancianos, y protege así la vida de los vecinos, salvo las del tipo G”. (Ingelore Günther, arquitecto, DOM Valparaíso).

Por su parte, la Dirección de Obras Municipales de Concepción da cuenta del revuelo que ha causado en la comunidad la instalación de las torres soporte reguladas por el artículo 116 bis G, aquellas antenas camufladas o por catálogo, debido a que se pueden instalar prácticamente en cualquier parte, sin importar si están al lado de una casa de adulto mayor, colegio u hospital.

Asimismo, en su opinión, se daría una especie de incongruencia entre la regulación de las antenas antiguas o anteriores a la Ley y las nuevas que se pretenden instalar bajo el amparo de ésta.

“Nos hemos dado cuenta que está redactado de una manera muy extraña, porque por una parte señala que las antenas antiguas deben distanciarse de las zonas sensibles pero por otro lado permite que las nueva torres camufladas sí se puedan instalar [en esos lugares]”. (Mauricio Gatica, arquitecto. DOM Concepción)

En efecto, el artículo 5° transitorio de la Ley N°20.599 dispone la obligación para los concesionarios que hubieren emplazado torres de más de 12 metros en áreas sensibles o a una distancia igual o menor a 40 metros de éstas, de verificar el cumplimiento del distanciamiento del régimen general⁶, esto es, 50 metros, en el plazo que indica. Asimismo, a una distancia mayor a 40 y menor a 80 metros de dicha áreas, sólo permite torres de hasta 25 metros. Para estas últimas, junto con las torres emplazadas a una distancia mayor a 80 y menor a 120 metros, la norma las sujeta a la obligación de colocalización.

Por lo anterior, no es clara la razón por la cual el legislador optó por distinguir en este aspecto, entre el régimen transitorio y el régimen general, en el sentido de imponer mayores requisitos a

⁶ Contenido en el artículo 116 bis E, inciso sexto.

las torres antiguas mayores de 12 metros, frente a las torres nuevas armonizadas y colocalizadas de hasta 18 metros, que sí pueden estar en, y cerca de, las zonas sensibles.

Con relación a lo anterior, pero respecto del régimen general de la Ley N°20.599, ciertos implementadores también dan cuenta de la interrogante producida por el hecho de que sólo para las torres de mayor tamaño no colocalizadas rigen los distanciamientos de las áreas sensibles. La justificación para el hecho anterior es discutida. Se ha sostenido que el distanciamiento de las áreas sensibles se justificaría por la altura de las torres, para prevenir daños por eventuales derrumbes.

“Cuando uno va a la historia de la ley, hay que entender de donde viene esa norma, y esa norma se previó por si la torre se caía, pero los ciudadanos han entendido que es una norma de protección y por ahí se ha levantado el argumento de que si se protege a los niños en el jardín y en el colegio, cuando los niños salen del colegio y se van a sus casas, ¿por qué no hay protección ahí también?” (Ricardo Leñam Paris, Arquitecto, Ministerio de Vivienda y Urbanismo).

Sin embargo, cabe señalar que la justificación de derrumbe, no soporta el hecho que una torre de 18 metros que esté colocalizada y armonizada no debe cumplir con las normas sobre áreas sensibles del artículo 116 bis E, mientras que la misma torre si no está colocalizada sí debe respetar dichos distanciamientos. Asimismo, no se justifica que exista distinción para las áreas urbanas y rurales, estas últimas cuyas torres no deben respetar dichos distanciamientos.

“No hay mucha justificación para una limitación urbanística que distinga entre las zonas urbanas y las rurales. Las rurales no están, salvo los diez micro watts, esos siempre porque eso es un tema sanitario, pero los establecimientos educacionales que están fuera del perímetro urbano, no está la limitación de la zona sensible, o sea puede haber una torre de 60 metros”. (Ximena Gutiérrez, abogado, Subtel).

Asimismo, debe tenerse en cuenta que la protección a las áreas sensibles es para torres de más de 12 metros y hasta 18 metros no colocalizadas ni armonizadas y para las torres de 18 o más en todo caso, y no para antenas.

“Hay que tener claro que esa limitación, o sea la incorporación de áreas sensibles de protección, es para torres de más de 12 metros, no es para antenas. Tú podrías tener un colegio lleno de antenas, y se cumple con la normativa, con el límite de los 10 micro watts por centímetro cuadrado, no hay problema.” Ximena Gutiérrez, abogado Subtel.

En definitiva, es posible observar que efectivamente las normas que constituyen el marco regulatorio para cada uno de los tipos de torres, han resultado como un incentivo para la construcción de torres más pequeñas y de antenas adosadas a estructuras existentes. Sin embargo, no existe claridad en las razones que justificarían las distinciones que efectúa la Ley respecto a las áreas sensibles: en cuanto a la armonización y altura de las torres, al régimen general y transitorio, y a las zonas urbanas y rurales.

2. TERRITORIO URBANO SATURADO DE INSTALACIONES

Los denominados ‘bosques de torres’ fueron sin duda una gran preocupación durante la tramitación de la Ley N°20.599. En efecto, la existencia de varias torres soporte de antenas en un mismo lugar, con el impacto urbano que conlleva, constituyó un problema reiteradamente mencionado y cuya solución fue proyectada a través de la incorporación de la facultad para la Subtel de declarar un territorio como saturado de instalaciones.

De acuerdo a lo señalado por el artículo 116 bis I, es posible definir territorio urbano saturado de instalación de estructuras de torres soporte como aquel en el cual existen 2 o más torres de doce metros o más dentro de un radio de cien metros a la redonda medido desde el eje vertical de cualquiera de las torres. Dicho artículo señala además, que la declaración de territorio saturado se efectuará por la Subtel, teniendo como antecedente las estructuras existentes en el respectivo territorio.

De acuerdo a la Ley, el efecto de esta declaración es que obliga al concesionario, antes de proceder a la instalación de una antena, a verificar si existe infraestructura de soporte de otro concesionario en la que sea factible su emplazamiento. De existir tal infraestructura, el concesionario debe solicitar autorización al titular para proceder a la colocalización.

A la fecha, la Subtel mantiene en su página web⁷ las resoluciones por las cuales se ha declarado zonas saturadas de estructuras soportes de antenas, existiendo 31 resoluciones en el año 2012, dos de 2013 y dos de 2014. A partir de estas resoluciones, se puede observar que existe un gran número de zonas, teniendo lugar la mayor cantidad de declaraciones el año 2012, año en que se promulgó la Ley N°20.599.

Sin embargo, por parte de la Defensoría Ciudadana de Maipú, fueron comentadas dificultades en la actualización del catastro:

“Nosotros la otra vez nos dimos cuenta, y nos pusimos a hacer un catastro de las antenas que teníamos y descubrimos que habían más zonas saturadas de las que aparecían en la página, entonces nosotros le hicimos un oficio, les dijimos mira, nosotros acá estamos detectando que acá hay más zonas y ahora que nosotros la enviamos van a declararnos más zonas saturadas”.

Asimismo, se pudo constatar que en su aplicación práctica el concepto de zona saturada de estructuras es limitado, ya que se refiere sólo a las torres reguladas por el artículo 116 bis F, esto es, aquellas de 18 metros o más en todo caso, y aquellas de 12 hasta 18 metros, no armonizadas ni diseñadas para colocalizar.

⁷ Página web de Antenas de la Subtel, Sección Normativa. <http://antenas.subtel.gob.cl>

3. COLOCALIZACIÓN

De acuerdo a la Subtel, colocalización es aquella herramienta legal en virtud de la cual *“distintas empresas de telefonía móvil utilizan una misma torre o estructura soporte para ubicar sus antenas, evitando con ello que se instalen varias torres juntas, disminuyendo el impacto urbano”*⁸.

En la Ley N°20.599 es posible encontrar incentivos, obligaciones y privilegios para la colocalización. En efecto, existen algunas situaciones en que aquellas torres colocalizadas tienen un régimen preferencial con relación a aquellas que no lo son, existiendo además una norma especial sobre protección a la figura.

En relación a los incentivos a la colocalización, cabe destacar que las torres de más de 12 y hasta 18 metros de altura que cumplan con las condiciones de armonización y estén diseñadas para colocalizar antenas, se rigen por el permiso simplificado del artículo 116 bis G, el cual no puede ser denegado. Cabe señalar que la regla general para las torres de más de 12 metros está contenida en el artículo 116 bis F, el cual supone un procedimiento más complejo, siendo esta una importante excepción que opera como incentivo para los concesionarios a optar por torres colocalizadas.

Por otro lado, la Ley establece la obligación para todo concesionario, antes de proceder a la instalación de sistemas radiantes, de verificar si existe infraestructura de soporte de otro concesionario, en la que sea factible emplazar antenas y que haya sido autorizada en las condiciones establecidas en la letra d) del artículo 116 bis F (acreditadas para permitir la colocalización). De existir, debe solicitar autorización para proceder a la colocalización.

Asimismo, se indica que de tratarse de territorio saturado de infraestructura y zonas declaradas de propagación eléctrica restringida⁹, dicho concesionario deberá proceder conforme al párrafo anterior respecto de las torres instaladas cualquiera fuera la época de su emplazamiento.

Por otra parte, la Ley establece que aquellas torres de más de 12 metros, sin límite, que modifiquen su altura con el solo objetivo de colocalizar una nueva antena, están exentas del cumplimiento de las normas sobre distanciamientos establecidos en la Ordenanza General de la Ley de Urbanismo y Construcciones. Asimismo, pueden sobrepasar las rasantes, siempre que dicha modificación no supere el treinta por ciento de la altura total de la torre soporte original.

El artículo 2° número 4 de la Ley N°20.599, que modifica el artículo 19 bis de la LGT, incorpora una norma de protección a la colocalización, al señalar que:

“Se tendrá por no escrita cualquier cláusula o estipulación del instrumento por el que se otorgue el uso de predios de cualquier tipo para el emplazamiento de torres, que impida o tienda a impedir que el titular de ellas celebre acuerdos de colocalización con distintos operadores de telecomunicaciones o que opere en subsidio lo dispuesto en este artículo”.

⁸ Página web de la Subtel, Sección Preguntas Frecuentes, Título Antenas.

⁹ La Ley define “zona de propagación radioeléctrica restringida” como aquella en que por su conformación geográfica no tenga sustituto técnico equivalente para cubrir el territorio al que se pretende prestar servicio.

a. Colocalización en el régimen transitorio.

En el artículo 4° transitorio, se señala que los concesionarios que hubieren emplazado torres de más de 12 metros de altura, no armonizadas, *“en territorios urbanos o en bienes nacionales de uso público, saturados de instalación de estructuras de torres soporte de antenas y sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones deberán agruparse en una sola estructura”*.

Cabe señalar que la definición de territorio saturado de estructuras de torres soporte de este artículo transitorio dista levemente de la definición general, por cuanto se considera saturado *“cuando existan más de dos de dichas estructuras dentro del radio de cien metros a la redonda”*, en contraposición a *“dos o más torres”*.

Sin embargo, se señala en el inciso siguiente, que si el territorio fuera declarado saturado en aplicación de lo dispuesto en el artículo 116 bis I, el régimen establecido en el artículo 4° transitorio también le será aplicable a las torres ya instaladas, con algunas excepciones¹⁰.

b. Valoración de la colocalización

La colocalización es valorada como positiva por los implementadores en general. Al respecto, desde el Ministerio de Vivienda y Urbanismo señalaron:

“Yo creo que como concepto es bueno incorporarlo, por eso te digo que si empiezan a aparecer más operadores y más operadores, es una locura, no terminas con las torres soporte”.

En definitiva, su buena apreciación radica en el sentido de propender a incentivar el compartir infraestructura y evitar las aglomeraciones de torres, previniendo el impacto urbanístico negativo.

4. ARMONIZACIÓN Y OBRAS DE MEJORAMIENTO

La armonización de una torre soporte con el entorno urbano y las obras de mejoramiento del espacio cercano a la instalación de ésta se presentan como herramientas de suma importancia para hacer frente a su impacto urbanístico. De este modo, la Ley incorpora la obligación de armonizar en ciertos casos, como también la carga de realizar obras que agreguen valor al espacio público.

4.1 Armonización

El artículo 116 bis F en su letra b) incluye, como parte de los antecedentes que se deben acompañar a la solicitud de instalación de una torre de 12 metros o más, una memoria explicativa *“que indique las medidas de diseño y construcción adoptadas para armonizar la estructura con el entorno urbano y con la arquitectura del lugar donde se emplazan”*.

¹⁰ Artículo 4° transitorio, inciso 11. *“Se exceptuarán de lo anterior aquellos concesionarios cuyas torres hubieren colocalizado a otros operadores voluntariamente o en cumplimiento de lo resuelto por la Subsecretaría de Telecomunicaciones conforme al artículo 19 bis de la Ley General de Telecomunicaciones”*.

En cuanto a dicha armonización, se ha destacado lo novedoso del concepto y se le ha calificado como inédito en la normativa, siendo un caso único el de la Ley N°20.599. Al respecto, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo ha señalado:

“El concepto de armonización no está en la normativa de urbanismo y construcciones. Si una construcción cumple con todas las normas ya se puede levantar, no hay discusión respecto a si es armónica o no armónica, y ningún vecino puede reclamar por la no armonía de mi construcción al lado del resto”.

Por otra parte, la norma dispone que la memoria explicativa señalada anteriormente no es necesaria cuando el diseño de la torre se encuentre entre aquellos incluidos en el catálogo elaborado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Este catálogo contempla actualmente 18 modelos y constituye la herramienta más utilizada por los concesionarios.

“El catálogo se muestra como un mecanismo que permite salvar la tramitación en la Dirección de Obras en el entendido de que el Director de Obras no tiene nada que revisar, no hay ninguna justificación a la armonización, los modelos del catálogo son armónicos porque está en el catálogo”. (Ricardo Leñam, Arquitecto del Ministerio de Vivienda y Urbanismo).

Asimismo, en dicho Ministerio indican que el catálogo está constituido por fichas, que contienen ciertos parámetros que deben cumplirse, como por ejemplo, la procedencia de ciertos modelos en las distintas regiones del país, las alturas permitidas para cada tipo de torre, ubicación de la antena, entre otros aspectos.

“El catálogo en sí son fichas, que tienen ciertos parámetros y en el fondo esos parámetros son la memoria explicativa. Entonces el DOM si revisa algo, revisa que se cumplan esos parámetros”. (Gonzalo Gazitúa, abogado Minvu).

En el catálogo existen dos categorías: modelos naturales y no naturales, y de acuerdo al Minvu, los primeros son los que tienen más aceptación dentro de la comunidad y están permitidos en todas las regiones, con ciertas reservas.

4.2 Obras de mejoramiento

Por otra parte, el artículo citado en su letra f) dispone que también debe acompañarse una propuesta de obras de mejoramiento del espacio público ubicado *“al interior de la circunferencia que tiene por centro el eje vertical de la torre hasta un radio de 250 metros a la redonda del lugar donde se emplazará la misma”.*

Con relación a dichas obras, la DOM de Concepción se pronunció en torno a la conveniencia de ampliar los objetos de las obras de compensación, en el sentido de orientarlas a las necesidades de la comunidad, pudiendo beneficiar a los vecinos en bienes como por ejemplo, su sede social.

Régimen transitorio

En el artículo 4° transitorio, se señala que los concesionarios que hubieren emplazado torres de más de 12 metros de altura, no armonizadas, en territorios urbanos o en bienes nacionales de uso público saturados de instalación de estructuras de torres soporte, deberán agruparse en una sola estructura.

Sin embargo, posteriormente indica que, en caso de no existir acuerdo entre los concesionarios, deberán optar entre armonizar la torre, compensando a la vez con obra de mejoramiento del espacio público por el 20% del valor de reemplazo de la torre, o realizar obras de mejoramiento de dicho espacio por un monto no inferior al 50% de tal valor.

Cabe señalar que con relación al valor de reemplazo en el régimen transitorio, la Contraloría General de la República se ha manifestado en el sentido de interpretar que la normativa distingue expresamente entre la torre y la antena y sistema radiante de transmisión de telecomunicaciones. De este modo, no incluye en la expresión, componentes ajenos al conjunto específico de elementos soportantes que constituyen la torre, como son las antenas¹¹.

Esto ha llevado a algunas críticas por parte de los implementadores. En efecto, desde la Dirección de Obras Municipales de Concepción, se indica la desventaja que conlleva una definición tan estricta de valor de reemplazo.

“Resulta que las obras de compensación son tan baratas por lo que dijo la Contraloría (...) entonces si el espíritu de la Ley va a que hagan colocación ¿como las obras de compensación va a ser más económico que lo otro? Al final lo que incentiva es lo otro, que permanezcan ahí las torres, es todo lo contrario a lo que apunta la Ley que es eliminar la mayor cantidad de torres”.

Lo anterior, ha resultado en este régimen como incentivo para los concesionarios de preferir las obras de compensación por sobre el compartir infraestructura, perdiendo la norma uno de sus objetivos.

5. IMPACTO ECONÓMICO DE LA INSTALACIÓN DE TORRES SOPORTE DE ANTENAS

El artículo 116 bis F, en su último inciso, dispone que los propietarios de los inmuebles que se encuentren en un radio de dos veces la altura de la torre, que fueren contribuyentes del impuesto territorial *“podrán solicitar una retasación del avalúo fiscal de sus propiedades para obtener una disminución de contribuciones, salvo que la instalación de la torre soporte de antenas o un sistema radiante que constituye el factor que disminuye considerablemente el valor de la propiedad le sea imputable al propietario u ocupante”.*

Cabe señalar que, a través de esta figura, la ley reconoce expresamente que la instalación de una torre puede disminuir considerablemente el valor de una propiedad cercana a esta. De este modo,

¹¹ Oficio N° 054027, de fecha 23 de agosto de 2013 de la Contraloría General de la República.

el impacto urbanístico que puede producir una torre se transforma en un impacto económico para los dueños de los inmuebles, quienes, en virtud del artículo citado, pueden solicitar la disminución de dicho impuesto.

Desde la Dirección de Obras Municipales de Concepción, dan cuenta de lo que señalan los corredores de propiedades en dicha ciudad, respecto al porcentaje de disminución de la plusvalía de un inmueble.

“Según los corredores de propiedades, según lo que nosotros hemos sondeado aquí sí, hasta un 30% a un 40%, hablaba un corredor de propiedades, que bajaba alto la plusvalía”. (Juan Andreoli González, Director de Obras Municipales de Concepción)

Similar apreciación se da en la Dirección de Obras Municipales de Valparaíso, al señalar, entre otros aspectos, las dificultades que enfrentarían los propietarios al momento de vender su inmueble.

“Bajan mucho los valores, sí, porque nadie quiere ir a vivirse ahí, no pueden vender su sitio, etc., lo que sí que la ley los protege entre comillas porque le pueden pedir un reavalúo a Impuestos Internos”. (Ingelore Günther, arquitecto).

Dicha protección es considerada limitada por los implementadores por dos motivos: primero porque constituye una facultad del Servicio de Impuestos Internos, entendiéndose que debe probarse la objetiva depreciación, y queda a criterio del organismo concederla; y segundo, porque sólo permite una eventual disminución de contribuciones, mas no una efectiva compensación por el daño patrimonial causado.

“Hay que tener claro que lo que establece la normativa de Vivienda y Urbanismo es totalmente facultativa de Impuestos Internos.” (Ximena Gutiérrez, abogada Subtel).

Con relación a lo anterior, la Subtel señaló, además, no tener conocimiento si dicha norma está operando y si existe un procedimiento establecido para dicha solicitud. Consultado el Servicio de Impuestos Internos mediante oficio, a la fecha de redacción del informe no fue recibida respuesta.

6. ZONAS PREFERENTES

De acuerdo a la Subtel, las zonas preferentes son zonas definidas por cada Municipio, mediante ordenanza municipal y dentro de su límite comunal, como lugares preferentes, pero no exclusivos, para que las empresas construyan torres soporte de antenas de más de 12 metros de altura¹².

Estas zonas consisten en bienes municipales o nacionales de uso público administradas por la municipalidad, *“y que pueden ser privilegiados por las compañías móviles al momento de elegir terrenos*

¹² Página web de la Subtel, Sección Preguntas Frecuentes, Título Antenas.

para la instalación de torres dentro de la comuna, si es que responden a sus necesidades técnicas de cobertura¹³.

Las zonas preferentes se encuentran reguladas en el artículo 116 bis F, y la instalación de torres en dichas zonas se rige por el mismo artículo, con la salvedad que no es necesaria la autorización municipal de letra a). El artículo dispone, asimismo, que la municipalidad deberá establecer las tarifas que podrá cobrar en la ordenanza que determine las zonas preferentes, sin perjuicio del pago de los demás derechos que correspondan.

Desde la Subtel comentan sobre la factibilidad de la utilización de las zonas preferentes: debe existir en estas un adecuado despliegue celular y cobertura que les permita a los concesionarios dar conectividad.

“Si el espacio público está ubicado en un lugar que a ellos [los concesionarios] les sirve para dar conectividad hasta donde necesitan darlo, evidentemente es ideal”. (Elena Ramos, abogada Subtel)

De este modo, señalan que dichas zonas no podrían sectorizarse en algún área determinada dentro de la comuna, pero consideran que los espacios públicos tienen una gran cobertura al incluir plazas y sobre todo calles, lo que entrega una variada gama de opciones.

A juicio de la Subtel, el valor de la herramienta se da en especial respecto a la problemática social que se ha generado producto de la proliferación de torres soporte y antenas.

“Es un desafío encontrar lo que se llama las ‘zonas preferentes’ que establece la Ley, que sean lugares donde tengan menor impacto a los vecinos, pero que sirvan para dar la comunicación. De hecho ese era el objetivo de la Ley”. (Elena Ramos, abogada Subtel)

Sin perjuicio de lo anterior, esta sería una herramienta de muy poca aplicación en la práctica. De acuerdo a los datos aportados por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, sólo las comunas de Lo Barnechea, Coquimbo y Talca, han dictado la ordenanza. Por su parte, las comunas de La Granja, La Florida, Maipú y La Reina estarían en proceso de elaboración. Por lo anterior, en opinión de la Asociación de Proveedores de Infraestructura de Comunicaciones A.G, se hace necesario incorporar en la Ley un plazo para que todas las municipalidades fijen las zonas.

Asimismo, la herramienta está concebida únicamente dentro del marco de las torres de más de 12 metros, dejando afuera todo el resto de las categorías. Por lo anterior, desde la Dirección de Obras Municipales de Concepción afirman que sería positivo que las zonas preferentes se aplicaran para todo tipo de antenas.

Desde dicha Dirección señalan, además, las ventajas que conllevaría la utilización de las zonas preferentes, en especial en postes públicos y luminarias, y considerando la disminución del impacto urbanístico de las torres, en términos de mayor aceptación de la comunidad.

¹³ Página web de la Subtel, Sección Preguntas Frecuentes, Título Antenas.

“Me da la impresión que es una buena solución, si se ahondara más en ese punto, se exigiera que haya una correlación entre las empresas a modo de que cambien postes viejos por nuevos, a modo que a través del espacio público, pagando un arriendo a la municipalidad se pudiera dar cobertura (...) Yo creo que sería mucho más aceptado por la comunidad”. (Mauricio Gatica, arquitecto)

Para Andrés Wallis, de Movistar, para una mayor utilidad las zonas preferentes debieran ser concebidas más que como zonas geográficas, como un criterio de instalación, un criterio de búsqueda. *“Cuando uno habla de zona preferente tiende a imaginar zonas geográficas, un punto en un mapa, pero si tu entiendes como zona preferente una abstracción, por ejemplo, todas las calles con bandejón, todas las plazas, los bienes nacionales de uso público (...), pero como una abstracción no como un punto en el mapa, eso sí sería muy útil”.*

Sin perjuicio de lo anterior, la casi nula aplicación de la figura en las comunas de nuestro país, se presenta como un obstáculo que ha dejado las buenas intenciones del legislador sin poder concretarse en los beneficios esperados.

6.1 Recaudación

Con relación a estas zonas, y a la instalación de antenas en bienes públicos, el arquitecto urbanista Alberto Texido señala las ventajas que esto conlleva, en términos de recaudación para la comunidad. *“Debe fomentarse que la antena se ubique en suelo público, municipal y de servicios comunitarios, por ejemplo, plazas, bomberos, sedes sociales, donde el dinero que entra beneficia a todos”.*

Del Minvu, por su parte, también califican como positiva la figura, al permitir que la Municipalidad recaude el dinero del arrendamiento por emplazar la torre soporte, pudiendo recibir varios millones de pesos.

“Uno de los puntos buenos que tiene la ley, es decir sabes que, no vamos a dejar que el particular se quede con estos ingresos, por arrendamiento por emplazar la torre de soporte, nosotros nos vamos a quedar con esos ingresos, porque sacando la cuenta, son varios millones que no tenemos”. (Ricardo Leñam, arquitecto Minvu)

En definitiva, las zonas preferentes podrían constituir una importante vía de recaudación para los municipios, sin embargo, fue posible advertir una aplicación prácticamente nula de la figura en las comunas de nuestro país.

Capítulo V

**EMISIONES:
REGULACIONES Y
SUS EFECTOS EN LA SALUD**

CAPITULO V. EMISIONES: REGULACIONES Y SUS EFECTOS EN LA SALUD

En este capítulo se analiza la forma en que nuestro país ha abordado la regulación de las emisiones electromagnéticas, considerando desde la Ley General de Telecomunicaciones de 1982 hasta la última modificación introducida por la Ley N°20.599 que hoy se evalúa. Además, se indican los actores involucrados en la dictación de las distintas normas reglamentarias, encomendadas por la Ley, a saber, la Norma Técnica dictada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones y la norma de emisión o de calidad ambiental que le corresponde dictar al Ministerio del Medio Ambiente.

Se expone la evolución que ha experimentado la Norma Técnica, particularmente en lo relativo a los límites de densidad de potencia que se han establecido a través de las diversas modificaciones, contrastándola con los estándares internacionales que rigen la materia, con la opinión de expertos en el tema y de los implementadores de la norma.

A su vez, se presentan las indagaciones realizadas respecto de la fiscalización y cumplimiento de los límites de densidad de potencia, con particular énfasis en el sistema de monitoreo, la posibilidad de delegar la función de fiscalización en empresas independientes y la declaración de zonas saturadas de sistemas radiantes.

Otro de los temas que se analiza en este apartado guarda relación con el procedimiento para la dictación de una norma de emisiones o de calidad ambiental mandatado por la Ley N°20.599. En él se da cuenta del estado de avance de esta normativa y las diversas perspectivas entorno al tipo de regulación que debiese regir la densidad de potencia permitida en el territorio nacional, o en parte de él.

Del mismo modo, se estudia la participación de los diversos actores involucrados en la formulación de la norma, poniendo énfasis en el papel que desempeña el Ministerio de Salud en el debate y en la educación de la ciudadanía sobre la materia.

Finalmente, se abordan las distintas miradas que existen acerca de los potenciales efectos en la salud provocados por las ondas electromagnéticas no ionizantes y la incorporación al debate científico de los eventuales daños provocados por el uso de teléfonos celulares. A su vez, se consigna la tendencia a adoptar enfoques precautorios por parte de algunos Estados ante la ausencia de acuerdo científico sobre el impacto directo de este tipo de emisiones sobre la salud de las personas.

1. REGULACIÓN DE EMISIONES SEGÚN LA LEY N°20.599

El artículo 7° de la Ley General de Telecomunicaciones, N°18.168, modificada por la Ley N°20.599, señala que:

“Corresponderá al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones dictar la normativa tendiente a que todos los equipos y redes que, para la transmisión de servicios de telecomunicaciones, generen ondas electromagnéticas, cualquiera sea su naturaleza, sean instalados, operados y explotados de modo que no causen interferencias perjudiciales a los servicios de telecomunicaciones nacionales o extranjeros ni a equipos o sistemas electromagnéticos o interrupciones en su funcionamiento”.

Es importante destacar que la redacción original del artículo 7° señalaba que “el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones velará porque todos los servicios de telecomunicaciones (...) sean instalados, operados y explotados de modo que no causen lesiones a personas o daños a cosas (...)”.

Mediante la reforma de este artículo por la Ley N°20.599, se eliminó la referencia a las lesiones a personas o daños en las cosas, limitando la responsabilidad del Ministerio a dictar la normativa ya referida. Por su parte, actualmente le corresponde *“al Ministerio del Medio Ambiente dictar las normas de calidad ambiental o de emisión relacionadas con dichas ondas electromagnéticas (...)”.*

La Resolución Exenta N°505, dictada el año 2000 por la Subtel, y más tarde modificada por la Resolución N°1672 de 2002, representa la primera norma técnica que regula los límites máximos de exposición a radiaciones, en relación a la materia en estudio.

Esta norma estuvo vigente hasta el año 2009, cuando comienza a aplicarse la Resolución N°403 de 2008, la que más tarde es reformada por la Resolución N°3103 de 2012, norma que se encuentra actualmente vigente.

Cuadro comparativo de regulación de emisiones

Frecuencia	OMS-ICNIRP	Declaración Científica de Seletun, Noruega (1)	Salzburg, Austria(2)	Chile, antes de 2009 (3)	Chile desde dic. 2009 (4)			Chile desde jun. 2012: para antenas de servicio público de telefonía y transmisión de datos(5)		Chile desde jun. 2012 para otros servicios			
					Todo el País	Todo el País	Todo el País	Zona urbana			Zona Rural	Normal	Sensible
								Nor mal	Sensible				
MHz	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2			
900-1800	450-900	0.017	0.0001	435	100	10	450-900	100	10	450-900			
1800-2000	900-1000	0.017	0.0001	435	100	10	900-1000	100	10	900-1000			
2000-2200	1000	0.017	0.0001	1000	100	10	1000-1100	100	10	1000-1100			
2201-2700	1000	0.017	0.0001	1000	1000	1000	1000	100	100	1000			
2701-6000	1000	0.017	0.0001	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000			
6001-300000	1000	0.017	0.0001	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000			

Elaborado a partir de las normas técnicas de Subtel y por la presentación de Verena Romero, Asesora del Colegio Médico de Chile¹⁴.

El cuadro expone los límites máximos de potencia de radiofrecuencias recomendados por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Comisión Internacional para la Protección de la Radiación no ionizante (ICNIRP), y por la Declaración Científica de Seletun, Noruega. Muestra también las cifras vigentes en Chile hasta el año 2009. Las cifras desde diciembre de 2009 distinguen entre zona rural y urbana, y dentro de ésta última, áreas sensibles y no sensibles. Finalmente, presenta los límites vigentes desde junio de 2012, diferenciando la radiación proveniente de antenas de servicio público de telefonía y transmisión de datos, de aquellas que prestan otros servicios.

Es necesario precisar que la nomenclatura utilizada por la actual norma técnica, antes de su modificación por la Resolución N°3103, hacía referencia, a un valor expresado en “mili watts” (mW/cm2), es decir 1000 veces mayor al de “micro watts” (μW/cm2). Sin embargo, en el sitio web de Subtel la información aparece correctamente expresada en μW/cm2, cuestión que, corroborada en entrevista por la propia institución, da cuenta de que se trató de un error

¹⁴(1) Scientific Panel on Electromagnetic Field Health Risks: Consensus Points, Recommendations, and Rationales. Scientific Meeting: Seletun, Norway, November 17-1, 2009.

(2) Département de la Santé Publique. Land of Salzburg. Nov 2007. Circular 198.

(3) SUBTEL, Resolución Exenta 505, 2000, modificada con la Resolución Exenta 1672 de 2002.

(4) SUBTEL, Resolución Exenta 403, 30 de abril de 2008.

(5) SUBTEL, Resolución Exenta 3103, 18 de Junio de 2012.

tipográfico, pero que podría haber traído aparejado graves consecuencias en materia de fiscalización.

Descartando el error tipográfico antes señalado, se puede concluir que los límites de potencia han disminuido desde el año 2000, aun cuando la recomendación de la OMS-ICNIRP se ha mantenido sin cambios, en lo relativo al valor límite. Asimismo, desde diciembre de 2009 la norma distingue, dentro de las zonas urbanas, las áreas sensibles, estableciendo un límite 10 veces menor que el del resto del país. Esto nos permite señalar que Chile posee un límite más exigente que el recomendado por la OMS-ICNIRP, siendo cerca de 100 veces menor para las áreas sensibles y 10 veces para el resto del país.

Por otra parte, las cifras distan considerablemente de las recomendaciones de la Declaración Científica de Seletun, llegando a ser más de 500 veces mayor en las áreas sensibles, y 5000 veces en el resto del país.

1.1 Fiscalización

a. Monitoreo permanente

La comprobación de que las emisiones de las antenas instaladas respeten los límites establecidos en la norma técnica, es una facultad que la Ley encomienda a la Subtel. El artículo 7° de la Ley General de Telecomunicaciones prescribe que dicho organismo:

“Deberá mantener en su sitio web un sistema de información que le permita a la ciudadanía conocer los procesos de autorizaciones en curso, los catastros de las antenas y sistemas radiantes autorizados, así como los niveles de exposición a campos electromagnéticos en las cercanías de dichos sistemas y las empresas certificadoras que realizan dichas mediciones y los protocolos utilizados”.

De igual manera, la Ley mandata a esta misma institución a fiscalizar el cumplimiento de la norma Técnica), determinando los protocolos de medición utilizados en dicha función.

Lo anterior fue cuestionado por parte del Colegio Médico de Chile, señalando que hoy no se le asignan a Subtel ciertas responsabilidades, a su juicio, esenciales para desarrollar una adecuada fiscalización.

“SUBTEL no tiene asignada la responsabilidad de generar un mapa de radiaciones actuales, en 3D, para proyectar en él las emisiones de antenas a instalarse o colocarse. Confía en que los límites establecidos en la Resolución son altos. Sin embargo, se pueden sobrepasar en las áreas sensibles, sin controlarse.” (Verena Romero, asesora del Colegio Médico de Chile)

b. Facultad para delegar fiscalización

La Ley N°20.599 también entrega la posibilidad de que la fiscalización sea ejercida por medio de la contratación de empresas independientes, lo que fue objeto de críticas por parte de los entrevistados, cuestionando la objetividad o la seguridad que podrían brindar mediciones realizadas por fiscalizadores privados, agregando que situaciones similares definidas por otras leyes no han tenido buenos resultados.

“La fiscalización de que se cumplan todas las normativas se le encomienda a la Subtel, pero la Subtel la puede delegar a empresas particulares, entonces ¿quién realmente nos dice a nosotros que esas empresas particulares van a hacer bien el trabajo? Entonces para que no caigamos en esto nuevamente, esa función tiene que ser indelegable.” (Andrea González, Abogada Colegio Médico de Chile).

Cabe señalar que según la DOM de la I. Municipalidad de Concepción, el personal con que cuenta la Subtel para llevar a cabo la labor de fiscalización es muy inferior al necesario. *“En este momento hay tres personas que regulan la Séptima y la Octava región.”* (Mauricio Gatica, Arquitecto, Dirección Obras Municipales de Concepción)

c. Declaración de Zona Saturada de Sistemas Radiantes

Le corresponde también a Subtel declarar una determinada zona geográfica como Zona Saturada de Sistemas Radiantes, debiendo elaborar un plan de mitigación que permita reducir, en el plazo de un año, la radiación a los niveles permitidos, para lo cual requerirá a las empresas involucradas propuestas de medidas y plazos, resolviendo en definitiva con o sin estos antecedentes. La Subsecretaría revisará periódicamente los límites de exposición en las zonas saturadas según lo disponga el plan de mitigación.

En respuesta al Oficio enviado por este Departamento a la Subtel, el organismo indicó que, a la fecha, no hay zonas saturadas por radiación electromagnética proveniente de sistemas radiantes. Sin embargo, como se explicará más adelante, esta situación no garantizaría, a juicio de ciertos entrevistados, que las antenas no supongan un riesgo de daño para la salud de las personas.

1.2 Regulación Internacional

La Ley N°20.599 estableció, dentro del procedimiento de dictación de las normas reglamentarias que deben efectuar los Ministerios de Transporte y Telecomunicaciones y de Medio Ambiente, la consideración de la regulación internacional más exigente en la materia, entre los países pertenecientes a la OCDE. Así, se consagra que *“Los límites de densidad de potencia que se establezcan deberán ser iguales o menores al promedio simple de los cinco estándares más rigurosos establecidos en los países que integran la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico”*.

La anterior referencia es un reconocimiento de que en esta materia rige el principio precautorio, por lo que es preciso establecer las máximas exigencias, de modo que se reduzca, tanto sea

posible, el riesgo de daño producido por la radiación. Por consiguiente, se vuelve necesario estudiar la situación de estos países, analizar la forma en que han abordado la problemática de la instalación de antenas, y contrastarla con nuestra normativa vigente.

A continuación, se presenta una síntesis del panorama sobre la regulación de emisiones adoptada por los cinco países más exigentes de la OCDE. Se expone también una descripción del modelo impulsado por el estado de Salzburgo, Austria, convertido hoy en un referente en la tarea de minimizar el potencial daño asociado a la radiación emitida por antenas de telecomunicaciones. Además, se compararán las recomendaciones formuladas por la “Resolución de Salzburgo”, acuerdo científico que sirvió de fundamento a los cambios en la legislación del Estado, con la normativa legal en estudio.

1.3 Límites de emisiones más exigentes de los países de la OCDE

Como se señaló anteriormente, la Ley N°20.599 establece que para la dictación de la normativa reglamentaria, se considere, los límites fijados por los países más restrictivos de la OCDE. Estos son Bélgica¹⁵, Polonia, Italia, Suiza y Luxemburgo. Sus límites se exponen en el siguiente cuadro:

Frecuencia	Bélgica	Polonia	Italia	Suiza	Luxemburgo	Promedio 5 países OCDE
Mhz	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2	μW/cm2
900-1800	9.6	10	10	4.2	2.4	7.2
1800-2000	19.2	10	10	9.5	2.4	10.2
2000-2200	21.3	10	10	6.6	2.4	10.1
2201-2700	22.0	10	10	6.6	2.4	10.2
2701-6000	22.07	10	10	6.6	2.4	10.2
6001-300000	22.0	10	10	6.6	2.4	10.2

Fuente: Elaborado sobre la base de información suministrada por la asesora del Colegio Médico Verena Romero.

Si se comparan estas cifras con los límites establecidos actualmente en Chile, es posible señalar que, tratándose de las áreas sensibles, nuestra norma estaría cumpliendo con el mandato legal, aún cuando se excede en un margen pequeño. Sin embargo, tratándose del territorio no sensible, los actuales límites son diez veces más altos que el promedio de los cinco países.

Por otra parte, hay quienes se muestran críticos respecto a la remisión a este estándar para fijar los límites nacionales de emisión. Argumentan que los países de la OCDE actualmente no

¹⁵ En el caso de Bélgica, se utilizan los datos que rigen sobre el territorio de Bruselas.

representan las legislaciones más exigentes en la materia. Fuera de este grupo de países, encontraríamos otros con normas más estrictas que harían disminuir el promedio. En este mismo sentido, se agrega que los países más exigentes no distinguen entre áreas sensibles y no sensibles, y establecen restricciones diversas a la sola fijación de un límite de densidad de potencia:

“Todos ellos tienen límites para todo el país. Hay zonas en Italia en que se define, por ejemplo, áreas de permanencia por más de 4 horas donde los límites son más restrictivos, pero en general para todo el país tienen un límite bastante moderado”. (Verena Romero, asesora Colegio Médico de Chile).

Modelo de Salzburgo

El Modelo de Salzburgo (Oberfeld, G. y König, C., 2000) constituye un enfoque dinámico destinado a implementar una estrategia precautoria respecto de los campos electromagnéticos. Tiene su origen en 1997, cuando el Departamento de Salud Pública del Estado Federal de Salzburgo fue requerido por el Parlamento Provincial de Salzburgo, el Director del Departamento de Salud y varios alcaldes, para que entregara una evaluación médica de los campos electromagnéticos emitidos por las antenas de telecomunicación móvil. El estudio concluyó, luego de revisar la literatura científica existente, que la sola observación de los efectos térmicos, método habitual de la ICNIRP y la OMS, era insuficiente.

Por otra parte, en la primavera de 1998, un operador de telecomunicaciones austríaco comenzó a construir su red sin informar previamente a los ciudadanos de Salzburgo, quienes tomaron el sitio en que se iba a construir un mástil soporte de antenas. El hecho atrajo la atención de la prensa, la que descubrió y dio a conocer a la ciudadanía un plan destinado a la instalación de nuevas antenas. Las similitudes con el caso chileno saltan a la vista.

La indignación de los ciudadanos fue gatillada debido a que la regulación de la época exigía la aprobación de las autoridades para la construcción de estructuras de más de un metro y medio, pero no para los mástiles de antenas.

Ante la situación de que cada vez más científicos y expertos del mundo de la salud¹⁶ rechazan los estándares propuestos por la ICNIRP, diversos organismos, entre ellos ciertos estados, han tomado la iniciativa y han propuesto sus propios modelos alternativos.

Así, Salzburgo, adoptó, ya en junio del 2000, la “Resolución de Salzburgo”, un documento que detalla las principales directrices que deberían adoptar las naciones tendientes a minimizar, cuanto sea posible, el eventual daño que traiga aparejada la exposición a aparatos que emitan radiación electromagnética. Dicho documento recomienda que las concesiones para instalar y operar una torre soporte de antenas de telecomunicaciones sean otorgadas a través de un

¹⁶ La Resolución de Salzburgo, y sus firmantes, puede ser consultada en http://www.salzburg.gv.at/salzburg_resolution_e.pdf

procedimiento de autorización. Esta recomendación puede verse reflejada en la Ley N°20.599. Sin embargo, la Resolución establece también una serie de aspectos que dicho procedimiento de autorización debiese considerar, a saber:

1. Información previa a la ciudadanía e involucrarla activamente en el proceso
2. Inspección de posibles sitios alternativos de instalación
3. Protección de la salud y el bienestar
4. Consideraciones urbanísticas
5. Medición de la exposición
6. Análisis de fuentes de radiación ya existentes
7. Inspección y monitoreo después de la instalación

Como se puede apreciar, comparando los puntos anteriores con el procedimiento de autorización establecido por la Ley N°20.599 descrito ya en este capítulo, podemos establecer lo siguiente:

- i. Nuestra legislación recoge parcialmente el punto 1, toda vez que se exige, para torres de cierta altura, una comunicación a la ciudadanía afectada, permitiéndole a la misma participar en el procedimiento.
- ii. Respecto al punto 2, nada señala la Ley sobre exigir que se estudien posibles sitios alternativos para instalar la torre, aunque podríamos señalar que la indicación de zonas preferentes a través de los planos reguladores de cada comuna, constituye un incentivo a instalar en zonas predefinidas por los municipios.
- iii. En cuanto al punto 3, la Ley se refiere a la protección a la salud y el bienestar, no dentro del procedimiento de autorización, sino a través del establecimiento de límites de radiación diferenciados, tal como se señaló anteriormente.
- iv. Las consideraciones urbanísticas a las que se refiere el punto 4, sí se contemplan en el procedimiento, por cuanto se impone la obligación de armonizar con el entorno las estructuras soporte de antenas. Además, la Ley ordenó la dictación de una nómina o catálogo de torres armonizadas, mandato que fue cumplido por el Minvu en conjunto con la Subtel.
- v. Respecto a los puntos 5, 6 y 7, referidos a la fiscalización, se consideran los comentarios efectuados en el punto que versa sobre la regulación nacional de emisiones.

Por otra parte, la Resolución recomienda que se cree una base de datos gubernamental que entregue detalles de todas las antenas y sus emisiones. Nuevamente, la situación es similar a la descrita a propósito de la fiscalización: Subtel debe mantener en su sitio web un sistema de

información que permita a los ciudadanos conocer las antenas cuya operación ha sido ya autorizada, los niveles de exposición a densidad de potencia en las cercanías de dichas antenas y las empresas certificadoras que miden lo anterior y los protocolos utilizados.

La Resolución fue sumamente innovadora en un aspecto que fue destacado por la ciudadanía y por expertos que participaron en la investigación: el principio ALATA (As Low As Technically Achievable) en español ‘Tan bajo como sea técnicamente posible’. Este principio constituye una manifestación concreta del principio precautorio, que actualmente informa las normas que regulan fenómenos que impactan el medio ambiente en general y la Ley N°20.599 en particular. El principio precautorio fue destacado por participantes del proceso de investigación:

“La OMS insiste cada vez, el criterio es no hay evidencia de que produzca leucemia, cáncer, etc., entonces, use el principio precautorio: regúlelo” (Walter Folch, División Políticas Públicas saludables y promoción Departamento de Salud Ambiental, Ministerio de Salud).

Es importante destacar que el principio ALATA alude a la factibilidad tecnológica en un determinado momento y no a un criterio de conveniencia económica. Lo más relevante no será, en el caso particular de la Ley en estudio, brindar la mejor cobertura de telecomunicaciones al menor costo para el consumidor, sino garantizar que esa adecuada cobertura sea alcanzada mediante la utilización de la mejor tecnología disponible, entendiéndola como aquella que es capaz de reducir en mayor medida los riesgos de su utilización.

Por consiguiente, una adecuada aplicación del principio ALATA, redundará en establecer estándares altamente exigentes, teniendo como principal objetivo aminorar tanto como sea posible, los potenciales riesgos derivados del desarrollo de alguna actividad. Asimismo, exige una revisión periódica de las normas que regulan la materia, toda vez que los avances científicos pueden identificar nuevos o mayores riesgos que demanden exigencias superiores en la regulación.

En un sentido similar al antes expresado, el artículo 4° transitorio de la Ley en estudio, particularmente tratando la colocalización de estructuras ya existentes al momento de entrada en vigencia de la Ley. La disposición señala que *“de concurrir razones técnicas fundadas que impidieren la colocalización en una sola estructura y no habiendo soluciones tecnológicas disponibles podrá permanecer una estructura adicional”*. Por tanto, en este caso, debe haber un impedimento tecnológico para que no sea obligatorio colocalizar, permitiéndose la instalación de una nueva torre.

La Resolución recomendó que se utilicen todas las posibilidades técnicas para asegurar que la exposición sea la mínima posible y que las nuevas antenas garanticen que la radiación en lugares en que la gente pase largos períodos de tiempo, sea también tan baja como sea posible. En el caso de Salzburgo (Départament de la Santé Publique, 2007), esto se logró instalando micro antenas sobre los postes del alumbrado público, alcanzando niveles tan bajos como 0.0001

$\mu\text{W}/\text{cm}^2$, es decir cien mil veces más bajos que los actualmente establecidos para las áreas sensibles.

El Modelo de Salzburgo es un importante referente internacional sobre cómo abordar la instalación de antenas que garanticen una adecuada cobertura de las comunicaciones con respeto a los derechos de la ciudadanía a tener un espacio libre de contaminación urbanística y medioambiental. Además, las similitudes existentes entre el origen de este modelo y nuestra actual discusión, sumado al hecho de que nuestro procedimiento de autorización se corresponde en buena medida con las recomendaciones de la Resolución de Salzburgo, hacen necesario su continuo estudio, con la mira de establecer una mejor regulación sobre este tema.

2. NORMA DE EMISIÓN DE ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS ASOCIADAS A EQUIPOS Y REDES PARA LA TRANSMISIÓN DE SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

De acuerdo a lo señalado por el artículo 2° número 1) de la Ley N°20.599, que modifica el artículo 7° de de la Ley General de Telecomunicaciones, corresponde al Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones dictar la normativa tendiente a que todos los equipos y redes que generen ondas electromagnéticas para la transmisión de servicios de telecomunicaciones, sean operados de modo que no causen interferencias perjudiciales.

Por otro lado, el mismo artículo encomienda al Ministerio del Medio Ambiente la dictación “*de las normas de calidad ambiental o de emisión relacionadas con dichas ondas electromagnéticas, conforme a la Ley de Bases Generales del Medio Ambiente*”.

Cabe señalar, que a partir de lo dispuesto en el artículo 2° de la Ley N°19.300, de Bases Generales del Medio Ambiente, es posible definir norma de calidad ambiental como aquella que establece los valores de las concentraciones y períodos, máximos o mínimos permisibles de elementos, compuestos, sustancias, entre otros, cuya presencia o carencia en el ambiente pueda constituir un riesgo para:

- i. La vida o la salud de la población, caso en el cual se denominan normas primarias
- ii. La protección o conservación del medio ambiente, o preservación de la naturaleza, ocasión en la que se denominan normas secundarias.

En cuanto a las normas de emisión, la citada Ley de Bases las define como aquellas que establecen la cantidad máxima permitida para un contaminante¹⁷ medida en el efluente de la fuente emisora. Por lo anterior, para la dictación y aplicación de una norma de emisión resulta indispensable identificar la fuente que emite el contaminante.

De acuerdo a los términos que utiliza la Ley, el Ministerio del Medio Ambiente ha interpretado que el mandato se extiende solamente a una norma de emisión, por cuanto el artículo 7° de la Ley General de Telecomunicaciones, se refiere a los *“equipos y redes que, para la transmisión de servicios de telecomunicaciones, generen ondas electromagnéticas”*, señalando de esta forma la fuente emisora.

Desde esta perspectiva, queda fuera la posibilidad de emitir una norma de calidad referida a las ondas electromagnéticas en general en el ambiente, sea primaria o secundaria, con la desventaja de no proceder el decretar planes de contingencia, prevención o descontaminación, aplicables sólo para las normas de calidad ambiental.

Mientras el Ministerio del Medio Ambiente sigue trabajando en la elaboración de una norma que regule la densidad de potencia emitida por las antenas, los operadores deben respetar la norma técnica emitida por la Subsecretaría de Telecomunicaciones que, según señala la Ley N°20.599, indica niveles de emisión para evitar interferencias perjudiciales a los servicios de telecomunicaciones¹⁸.

Por otra parte, el Ministerio del Medio Ambiente considera necesario discutirse una normativa sobre radiaciones electromagnéticas, sin circunscribirla a las antenas de celulares o cualquier fuente emisora en particular, sino que regular la materia de forma amplia enfocándola desde una perspectiva ambiental.

2.1 Procedimiento para la dictación de norma de emisiones

Para que la norma de emisiones de ondas electromagnéticas solicitada por la Ley sea dictada, se requiere de un procedimiento que contempla diversas fases tendientes a recabar los antecedentes necesarios sobre los cuales se sustentará la norma, además de instancias institucionales que reúnan a los diversos actores del sector público involucrados en la materia a normar.

¹⁷Contaminante, a su vez, es definido en la letra d) del artículo 2° como *“todo elemento, compuesto, sustancia, derivado químico o biológico, energía, radiación, vibración, ruido, o una combinación de ellos, cuya presencia en el ambiente, en ciertos niveles, concentraciones o períodos de tiempo, pueda constituir un riesgo a la salud de las personas, a la calidad de vida de la población, a la preservación de la naturaleza o a la conservación del patrimonio ambiental”*.

¹⁸ Artículo 7° de la Ley N°20.599

Entre las fases que contempla este procedimiento, según el Decreto Supremo N°38 del año 2013 del Ministerio del Medio Ambiente, se encuentran:

1. Elaboración del anteproyecto
2. Desarrollo de estudios científicos
3. Análisis técnico y económico
4. Consulta a organismos competentes públicos y privados

Si bien el procedimiento para la dictación de la norma ambiental se inició el día 6 de diciembre del año 2012, un día antes de finalizado el plazo que la Ley N°20.599 estableció para dichos fines, la norma de emisiones aún se encuentra en la fase de elaboración del anteproyecto, etapa inicial que según el Decreto Supremo antes citado, debe tener una duración máxima de 12 meses. Este proceso se inició el 28 de diciembre, posteriormente el 23 de julio de 2013 por Resolución Exenta N°626 de 2013, se determinó ampliar el plazo al 2 de agosto de 2014.

Al iniciar la tramitación del proceso de dictación de la norma, el Ministerio del Medio Ambiente abrió un expediente público que contiene entre otros, los antecedentes recopilados para la elaboración de la norma de emisión, éstos últimos centrados principalmente en estudios referidos a los efectos de la radiación electromagnética sobre la salud, así como en análisis de las regulaciones internacionales en materia de emisiones de este tipo. A esta información se deben anexar las diversas resoluciones dictadas, consultas evacuadas, así como las observaciones realizadas durante el proceso.

A continuación se detallan los antecedentes recopilados a la fecha:

1. Subtel, resolución Exenta N°403/2008 SUBTEL – fija norma técnica sobre requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones y equipos que indica, de servicios de telecomunicaciones que generan ondas electromagnéticas, 2008.
2. OMS, Marco para el desarrollo de estándares de CEM basados en la salud, 2006.
3. OMS, Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos, 2005.
4. Andrei N. Efectos de la radiación electromagnética sobre la salud, 2004.
5. Duran V. & Urbina C. Regulación de la contaminación Electromagnética en Chile a la luz de los principios precautorio y de acceso a la información ambiental, 2001.
6. Andrei N. Tchernitchin, Leonardo Gaete, Moisés Pinilla, Verena Romero, efectos de la radiación electromagnética no ionizante sobre la salud y el caso específico de los efectos en la salud humana de la telefonía celular, 2011.
7. Skvarca J., Aguirre A., Normas y estándares aplicables a los campos electromagnéticos de radiofrecuencias en América Latina: guía para los límites de exposición y los protocolos de medición. Rev. Panam Salud Pública, 2006.
8. International Commission On Non Ionizing Radiation Protection, Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, Magnéticos y electromagnéticos.
9. ATELMO-DICTUC, Estudio de nivel de radiación antenas celulares fijas, 2012.
10. Instituto Inmobiliario de Chile, ¿Cuánto menos vale mi casa frente a una antena repetidora de ondas electromagnéticas?, 2007.

11. Alfonso Balmori, Posibles efectos de las Ondas Electromagnéticas utilizadas en la telefonía inalámbrica sobre los seres vivos, 2004.
12. Declaración de Alcalá de Henares, Contaminación electromagnética y salud, 2012.

De igual manera, se creó un comité operativo compuesto por representantes de los diversos ministerios y servicios públicos involucrados en el tema. Para efectos de la dictación de la norma de emisión de ondas electromagnéticas asociadas a equipos y redes para la transmisión de servicios de telecomunicaciones, se convocó a los siguientes entes participantes:

- Ministerio de Salud
- Ministerio de Economía
- Subsecretaría de Telecomunicaciones
- Superintendencia de Medio Ambiente
- Servicio de Evaluación Ambiental
- Ministerio del Medio Ambiente

Luego de constituido el comité, se pasa al análisis de los estudios y de los antecedentes recabados, para que posteriormente los participantes de este, con voz y voto en el proceso de dictación de la norma, determinen la elaboración de la misma. Cabe destacar, que también se contempla la participación de representantes de la sociedad civil y el mundo académico si fuese necesario, en cuyo caso se constituye un comité ampliado.

Hasta la publicación de este informe, se continúa en la primera fase de anteproyecto durante la cual el comité operativo se reunió en marzo de 2013, sesionando en dos oportunidades, sin llegar a acuerdos sobre la materia.

a. Sobre los estudios recabados

En relación a los estudios recabados como antecedentes para la dictación de la norma, cabe destacar que estos concentran su publicación entre los años 2001 y 2006, siendo solo dos de ellos publicados entre 2011 y 2012. En su mayoría corresponden a estudios de metanálisis o basados en fuentes secundarias, vale decir, no se han realizado estudios empíricos en nuestro país sobre los efectos de la radiación electromagnética no ionizante. No obstante, desde el Ministerio de Salud destacan que éstos no serían necesarios por tratarse de contaminantes que impactan de igual manera en ambientes distintos.

Especial relevancia cobra lo antes expuesto al establecerse en el Art. 4° D.S. N°38 de 2013 del Ministerio del Medio Ambiente que *“Se deberán, además, considerar las condiciones y características ambientales propias de la zona en que se aplicarán dichas normas de emisión, pudiendo utilizarse las*

mejores técnicas disponibles a la época de su dictación, como criterio para determinar los valores o parámetros exigibles en la norma, cuando corresponda”.

Una de las principales críticas que se realizan a este tipo de investigaciones, guarda relación con la falta de estudios centrados en el impacto que las emisiones electromagnéticas tienen sobre la población que vive en zonas residenciales. Así lo destacó Walter Folch, del Departamento Salud Ambiental, del Ministerio de Salud:

“Este es un tema que concita el interés de mucha gente a nivel mundial, y lo que sucede con los campos electromagnéticos en general de alta o baja frecuencia, es que han sido relativamente estudiados en el ambiente laboral pero no en el ambiente comunitario y dentro de eso lo que sucede es que los estudios que se empezaron a hacer inicialmente lo que cuestionan algunos investigadores es que no están dirigidos a dar las respuestas que se requiere respecto de cuáles son los efectos sobre la población.”

b. Fondo para la investigación no ha sido implementado

Es importante destacar que la Ley N°20.599 en su artículo 3° mandata la creación de un fondo concursable para el desarrollo de investigaciones primarias y secundarias sobre el impacto de la emisión de ondas electromagnéticas asociada a servicios de telecomunicaciones, *“con el objeto de apoyar la adopción de políticas públicas, principalmente en el estudio de los impactos sobre la salud de las personas, y también en el ámbito urbanístico y ambiental”.*

Los fondos para su aplicación serán administrados por la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) y podrán ser obtenidos a través de dos vías:

- Donación y aportes de personas naturales o jurídicas, públicas o privadas.
- Por medio del presupuesto percibido por la Subsecretaría de Telecomunicaciones mediante la asignación establecida en la Ley de Presupuestos del Sector Público.

Consultados por esta materia, a dos años de la publicación de la norma, este fondo concursable aún no ha sido habilitado, sin embargo desde CONICYT destacan que se encuentran en coordinación con la Subtel para desarrollar un protocolo que permita implementar el mandato de la ley, el que se espera esté en pleno funcionamiento para el año 2015.

c. Bien por definir

Otro de los elementos a tener en cuenta, y que fue señalado como obstáculos para la dictación de la norma desde el Ministerio del Medio Ambiente, es la ausencia de una definición en la Ley N°20.599 del bien que se busca proteger con la norma de emisión. Esto se vuelve fundamental, por cuanto las normas de emisiones buscan controlar la presencia de uno o más contaminantes en el ambiente que puedan ser un riesgo para la salud, afecten a la calidad de vida de la población o a la conservación del patrimonio ambiental, entre otros.

Es a partir de la definición del objeto a proteger que se establecen los límites a la cantidad de contaminantes emitidos, y la extensión de su aplicación, ya sea a nivel nacional o local. Ejemplo de ello son la norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica, la norma de emisión para centrales termoeléctricas, entre otras.

Sin embargo, desde el Ministerio de Salud, Walter Folch destaca que siempre ha estado tácita la intención de generar una norma que permita proteger la salud de las personas, siendo innecesaria su definición en la Ley N°20.599.

“Eso es lo que ellos plantearon en la primera reunión, pero yo creo que están equivocados, no es porque yo sea de salud, pero está claro que lo que está tratando de proteger son los efectos en la salud de las antenas celulares (...) Desde el '98 hasta ahora, esta regulación se hizo por la preocupación que tiene la gente sobre su salud”

Para el Ministerio del Medio Ambiente, los antecedentes recabados hasta ahora no son suficientes para la dictación de una norma de emisión, por cuanto se cuestiona la trazabilidad de los estudios y la definición del objeto a proteger. La norma debe tomar en cuenta las particularidades del tipo de radiación a normar, las características de las antenas y los equipos celulares, y hasta ahora la discusión no ha avanzado. Desde Salud destacan que su lento avance tiene que ver con un tema de prioridades: en este momento el Ministerio del Medio Ambiente debe regular materias que exigen una urgencia mayor al de las antenas.

2.2 La densidad de potencia desde diversas perspectivas

La densidad de potencia a la que las personas estarán expuestas es el eje central del debate en materia de regulación de emisiones de antenas celulares. Su definición ha sido en parte abordada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones y permanece pendiente la norma que desde el Ministerio del Medio Ambiente se defina.

El límite entre las funciones que le cabe a las instituciones antes mencionadas se expresa en la competencia que la norma le atribuye a cada una para determinar el modo en que se protegerán áreas sensibles, no existiendo un criterio único o elementos que señalen la base sobre la cual se deberán dictar ambos preceptos.

Por una parte, la Ley N°20.599 establece en su artículo 116 Bis E, inciso 6°, que será la Subsecretaría de Telecomunicaciones la entidad encargada de definir las áreas sensibles de protección, sin explicitar la justificación para su determinación, mientras que por otra parte, en el artículo 7°, inciso 4° de la Ley de Telecomunicaciones, encomienda al Ministerio del Medio Ambiente establecer los límites especiales de densidad de potencia en los casos de establecimientos hospitalarios, asilos de ancianos, salas cuna, jardines infantiles y establecimientos educacionales.

Los criterios bajo los cuales ambas instituciones buscan regular las emisiones de ondas electromagnéticas no ionizantes, es un tema que inquieta a algunos expertos interesados en el tema. Desde el Colegio Médico señalan a este respecto:

“Telecomunicaciones o en la Subtel lo que si puede hacer, y de hecho es su función, es normar, no cierto, todo lo que es para mantener la señal, que no se caiga, no cierto, (...) todo lo que es su propia función, pero sujetos a la restricción que imponga de límites el ministerio de salud, o sea eso es lo que debería ser. Ahora está definido que el Ministerio del Medio Ambiente lo haga, pero ese es un salto que no corresponde, porque el medio ambiente es el medio ambiente, eso es para normas, definir las normas de calidad ambiental secundarias. Las primarias es el Ministerio de Salud. (Verena Romero, Asesora Colegio Médico de Chile).

En este sentido, desde Medio Ambiente señalan que sería conveniente expresar en la Ley N°20.599 que la potestad de la Subtel de declarar zona saturada de sistemas radiantes de telecomunicaciones, procede sin perjuicio de la facultad del Ministerio del Medio Ambiente de declarar zona saturada o latente, de acuerdo a la Ley N°19.300. Lo anterior, considerando que ambas instituciones velan por proteger ámbitos distintos, esto es, la operatividad de las telecomunicaciones frente a la calidad del ambiente.

2.3 Rol del Minsal

En cuanto al rol del Ministerio de Salud en esta materia, existe consenso entre los entrevistados de que una participación más activa de este ministerio aportaría en varios sentidos, tanto en la orientación del debate en torno a la protección de la salud a nivel de regulaciones, como en la disminución de la incertidumbre en la población a este mismo respecto.

Desde el año 1998, el Ministerio de Salud ha participado como órgano consultivo en la elaboración de normas técnicas para la regulación de las emisiones provenientes de antenas celulares. Debido al interés ciudadano de la época, fueron convocados por la Secretaría General de la Presidencia (SEGPRES), aportando con una revisión bibliográfica sobre los efectos en la salud de este tipo de ondas electromagnéticas. De esta mesa de trabajo se generó la Resolución N°505 del año 2000, emitida por la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Tras esta participación, transcurrieron diez años para que este organismo fuese invitado nuevamente, junto a otros actores, a una comisión que estudiaría una normativa tendiente a regular las emisiones electromagnéticas en general, no solo las emitidas por las empresas de telecomunicaciones. En esta oportunidad estuvieron presentes representantes de la Subsecretaría de Telecomunicaciones, Superintendencia de Telecomunicaciones, Escuelas de Salud Pública e Ingeniería en Electrónica de distintas universidades, además del Senador Antonio Horvath, el entonces Diputado Francisco Chauán y el médico Roberto Sepúlveda.

Según narran desde el Ministerio de Salud, en pleno proceso de discusión, la Subsecretaría de Telecomunicaciones dictó una norma técnica bajo la Resolución N°403 el día 30 de abril del 2008, que disolvió el diálogo causando molestia sobre algunos de los participantes.

“Cuando nosotros estábamos en pleno proceso de trabajo con esta comisión, la Subtel sacó una modificación [norma técnica] que puso regulación por los establecimientos educacionales y hospitales que fue después de la del 2008 (...) una resolución que salió previa a la Ley, y esa fue muy importante porque la persona que estaba participando acá en el comité fue el gestor de esa resolución y él puso una serie de criterios como el distanciamiento y de establecer que habían lugares donde no se podían instalar antenas celulares y puso un límite de distanciamiento que es lo mismo que hace la Ley actual. De ahí no hubo más comunicación con la Subtel”.

Finalmente en 2012, en el marco de la discusión de la Ley N°20.599, la Subsecretaría de Telecomunicaciones encargó al Ministerio de Salud y del Medio Ambiente la realización de una norma de calidad ambiental o emisiones, como se dispondría finalmente en la Ley aprobada por el Congreso Nacional en el mes de junio del mismo año.

2.4 Educación

Comprender el funcionamiento de las antenas celulares y los potenciales efectos que su radiación genera en la salud de las personas son dos aristas de especial relevancia para entender la regulación existente sobre esta materia.

Además de lo complejo que puede ser interpretar la información existente, son escasos los canales formales de información que educan y orientan a la población afectada o beneficiada con la instalación de una torre de antenas. Esta situación impacta en la desconfianza que genera en la ciudadanía estar expuestos en forma permanente a la radiación emitida por las antenas, ocasionando nodos de conflicto que han ocasionado incidentes entre vecinos y las empresas encargadas de la instalación o los operadores de redes.

Es el potencial daño a la salud el tema que más preocupa a la población y sobre el cual existe mayor desconocimiento. Así lo afirma Verena Romero, asesora del Colegio Médico, quien destaca:

“Yo les aseguro que todo esto que estamos comentando hay millones de gente que no lo sabe. Sí, hemos detectado como una de las grandes falencias el desconocimiento de la población respecto no tan solo de la Ley, sino que también del potencial daño. Algunos justifican que por estar dentro de los estándares de esto 5 países, el tema de la preocupación de la población por la salud es un tema secundario, porque en realidad estamos súper bien, así que la gente en realidad está un poco [preocupada] por la influencia de los medios.

En este sentido, el Ministerio de Salud ha sido uno de los actores más mencionados al momento de consultar sobre quiénes deberían ser los encargados de difundir información básica a los vecinos que recibirán en las cercanías de su hogar o lugar de trabajo una de estas estructuras. Lo

anterior, con el fin de evitar confrontaciones entre la población y los operadores, y abrir un espacio de diálogo con la ciudadanía que les permita aclarar dudas.

En relación a la necesidad de informar a la población sobre esta materia, el presidente ejecutivo de la Asociación de Telefonía Móvil (ATELMO) Guillermo Pickering, destacó:

“Eso es lo importante, nosotros hacemos todo lo que podemos pero el que tiene que defender su norma, explicarla y educar, es la autoridad. Porque si un gerente de una empresa va a decir a una comunidad ‘mire esto es así’ la gente con toda razón se preguntan..., en cambio, si es la autoridad la que va a la comunidad y dice ‘Mire esta es la norma de emisiones, es una de las más exigentes del mundo...’ ¿Por qué no hacen eso?, porque llegan a las comunidades y se generan problemas políticos, nadie quiere decir esto, nadie quiere hablar de las partes exigentes de la Ley, ni explicar las normas sobre salud.”

Hasta el momento la ciudadanía ha debido informarse sobre la materia a través de internet, de las empresas operadoras o de autoridades locales y legislativas que han llevado a expertos hasta las comunidades ante la eventualidad de la instalación de una antena celular y las manifestaciones que éstos últimos han realizado para oponerse.

Consultados por este tema el Ministerio de Salud reconocen esta falencia y señalan: *“Hay un tema que tiene que ver con socializar esta información y bajarla de forma más digerible por la gente, sin duda, en eso yo igual reconozco que nos falta por hacer ese trabajo”.*

3. PERSPECTIVAS EN TORNO AL IMPACTO EN LA SALUD DE LAS EMISIONES

El rápido desarrollo de las redes de telecomunicaciones móviles y de otros aparatos electrónicos ha hecho evolucionar ampliamente el número de fuentes y tipos de campos electromagnéticos a los que estamos expuestos. Su presencia ha aumentado progresivamente hasta masificarse en los hogares, lugares públicos y de trabajo. Lo anterior, suscita en la ciudadanía y en el mundo científico, preocupación por sus posibles efectos adversos para la salud.

3.1 Estado del debate científico

a. La evidencia disponible descarta riesgo a la salud sin embargo, es necesario seguir investigando

Si bien cada Estado posee sus propias normas y estándares respecto de la exposición a campos electromagnéticos, estos estándares se basan en las recomendaciones de la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) (OMS, 2005:51) organización no gubernamental compuesta por expertos científicos independientes, consistente en primer lugar por una Comisión principal de 14 miembros, un Grupo de Expertos Científicos y un Grupo de Proyectos.

Los miembros que la componen son expertos independientes de disciplinas vinculadas a la protección de la radiación no ionizante, entre los que se incluye medicina, dermatología, oftalmología, epidemiología, biología, fotobiología, psicología, física, ingeniería eléctrica y dosimetría.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) reconoce formalmente a esta comisión de expertos y gran parte de la información que publica en la forma de artículos e informes toman como base y referente sus conclusiones, que son combinadas con evaluaciones de riesgo desarrolladas por la OMS o en colaboración entre ambas. La ICNIRP evalúa los resultados científicos de todo el mundo, produce recomendaciones sobre límites de exposición, los cuales son revisados periódicamente y actualizados si es necesario.

Los estudios realizados a la fecha, establecen que no existiría evidencia concluyente respecto del riesgo por exposición a las emisiones de las antenas transmisoras y estaciones base de telefonía móvil. La OMS concluye que:

“Teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de RF procedentes de las estaciones de base y de las redes inalámbricas tengan efectos adversos en la salud”. (OMS, 2006).

Gran parte de los esfuerzos de la Organización Mundial de la Salud en la materia se centra en educar y orientar a la población con el objetivo de generar confianza respecto de esta tecnología así como fomentar las investigaciones para determinar si la exposición a la mayor radiofrecuencia de los teléfonos móviles puede repercutir en la salud, aun cuando para esta organización *“nada hace pensar que la exposición a campos de radiofrecuencia de estaciones de base y redes inalámbricas tenga efectos en la salud”.* (OMS, 2006).

b. Riesgo asociado a utilización elevada y prolongada de teléfonos móviles.

De acuerdo a estudios recientes, se ha llegado a establecer con algún grado de certeza que la fuente de exposición a campos electromagnéticos tiene diferentes efectos en las personas. De esta manera, el uso prolongado de aparatos de telefonía móvil y redes inalámbricas instaladas al interior de los hogares, presentarían un riesgo para la salud mayor que la generada por las estaciones base. En este sentido, la exposición a radiofrecuencias resultaría más alta para los usuarios de los aparatos que para los que viven cerca de las estaciones, puesto que, *“Los niveles a los cuales el público está expuesto son extremadamente bajos”.* (OMS,2005:7)

El cambio en 2011 de la clasificación de los campos electromagnéticos de radiofrecuencias asociadas a teléfonos móviles a posiblemente cancerígeno para el hombre, por parte de la Agencia de Investigación Internacional sobre el Cáncer de la OMS, se realiza debido a que se determinó

una asociación positiva entre la presencia de glioma, un tipo de tumor maligno cerebral, y la utilización excesiva de este tipo de teléfonos. Si bien esta reclasificación no se aplica a las estaciones base de telefonía móvil (CIRC, 2011: 208), este descubrimiento mostraría la pertinencia de optar por una revisión constante de los límites de emisiones en espera de que la investigación científica aporte evidencia concluyente al respecto.

3.2 Enfoques y principios precautorios

En función a la información emanada de los estudios disponibles en la actualidad, ha surgido un movimiento dentro y fuera de los gobiernos para adoptar “enfoques precautorios” usualmente aplicados cuando hay un alto grado de incertidumbre científica para la gestión de los riesgos a la salud. El rango de acciones tomadas depende de la severidad del daño y del grado de incertidumbre que rodea al tema.

Según esta postura se estima válida la necesidad de tomar acciones en relación a riesgos potencialmente serios sin esperar los resultados de más investigaciones científicas. En otras palabras, se trataría de tomar acciones prudentes cuando existe suficiente evidencia científica, pero no necesariamente evidencias absolutas, por cuanto la inacción podría conducir a daño.

En noviembre de 2009, en Seletun, Noruega, se reunió un panel científico que discutió intensamente sobre la evidencia científica y las implicancias sanitarias de la exposición a campos electromagnéticos artificiales, resultante del uso de aparatos electrónicos y de tecnologías de telecomunicación inalámbrica. El panel reconoció que la evidencia existente exige dar un nuevo enfoque a la protección de la salud pública. Los científicos estimaron que los límites establecidos por la ICNIRP son inadecuados y obsoletos en relación a la exposición prolongada de baja intensidad. Acordaron que la exposición a campos electromagnéticos debiera ser reducida inmediatamente en lugar de esperar a que existan pruebas de daño. (Fragopoulou, Grigoriev, Johansson, Margaritis, Morgan, Richter y Sage, 2009).

En este mismo sentido, la Comisión Europea establece que, aún cuando los estudios realizados por los organismos internacionales competentes en materia de campos electromagnéticos no han encontrado evidencia sólida sobre efectos adversos para la salud, persiste un gran número de preguntas en relación con los riesgos para las personas ligados a las emisiones de radiofrecuencias. Estas preguntas conciernen a la hipersensibilidad a ondas electromagnéticas, exposiciones en los niños y otras poblaciones específicas de riesgo. Existe, de igual manera, insuficiencia en el número de estudios de exposición a largo término (sobre 10 años de exposición) lo cual genera un grado considerable de incertidumbre científica. Resultados más allá del cáncer y exposiciones distintas a las de teléfonos móviles han sido escasamente estudiados estimándose necesarias aproximaciones más amplias (Comisión Europea, 2005).

3.3 Posturas de los principales actores en Chile

En nuestro país la interpretación de los estudios y la información disponible, por parte de diferentes instituciones y organismos, públicos y privados, es diversa. Estas diferencias radican principalmente en el grado de confianza respecto de los principios rectores de la OMS-ICNIRP acerca de los campos electromagnéticos de radiofrecuencias y las emisiones de equipos de telefonía móvil y estaciones base, así como la pertinencia sobre la adopción de principios precautorios en la materia.

a. La legislación chilena es adecuada y en concordancia con la evidencia científica existente

De acuerdo a esta postura, los estándares y límites máximos de emisión contemplados en la legislación chilena establecen medidas de precaución suficientes y adecuados, en tanto son considerablemente inferiores que las recomendaciones internacionales, por lo cual no sería necesario avanzar, en el sentido de tener normas más exigentes que las actuales.

Por tanto, se promueve la entrega de un servicio de telefonía móvil y servicios asociados de manera eficiente y de altos estándares, en cumplimiento y respeto de la legislación actualmente vigente.

“Para la mayor parte de la población las ondas electromagnéticas, que emanan de las antenas que están sobre las torres o sobre los edificios, pueden generar problemas a la salud (...) eso es lo que cree la gente (...) Chile tiene una de las cinco normas más exigentes en el mundo en materia de emisiones de ondas electromagnéticas no ionizantes (...) de toda la evidencia que se ha discutido en la OMS no hay ninguna evidencia que hayan provocado daño a la salud”. (Guillermo Pickering, Presidente de Atelmo)

En este sentido, no se consideraría pertinente ni necesaria la adopción de medidas más estrictas que las existentes, sobre la base que hasta la fecha el único efecto de los campos de radiofrecuencias en la salud, como señalan los estudios científicos se refieren al aumento de la temperatura corporal y es justamente para evitar tales efectos que valores límites de exposición han sido creados. En este sentido, los niveles de exposición a las emisiones de las estaciones de base y las redes inalámbricas son tan bajos que los aumentos de temperatura son insignificantes y no afectan a la salud de las personas.

b. La legislación chilena es adecuada, pero debe privilegiarse el principio precautorio y el avance de las investigaciones internacionales

Esta postura toma como referencia central el discurso de la Organización Mundial de la Salud y la ICNIRP. Se reconoce también, como fundamental importancia la adopción de límites de emisión lo más restrictivos posibles, en la medida que la tecnología existente lo permita, sin verse afectado producto de ello el servicio de telefonía móvil. Esta es la postura oficial adoptada por el Ministerio de Salud de Chile.

“Siguen habiendo estudios que intentan relacionar o responder si realmente producen cáncer o producen otro tipo de efectos en la salud (...) pero la OMS insiste cada vez que el criterio es, no hay evidencia que

produzca leucemia, no hay evidencia que produzca cáncer, entonces use el principio precautorio. Regúlelo, primero, y segundo: lo menos posible, que es lo mejor". (Walter Folch, Ministerio de Salud).

Aun cuando el ministerio acepta la evidencia existente, y no considera de mayor relevancia la realización de estudios a nivel nacional respecto de la problemática, puesto que, como la influencia frente a la exposición a los campos electromagnéticos no varía en función a criterios de nacionalidad y esta afectaría de igual manera a las personas del mundo entero, la información de los estudios internacionales resultaría suficiente. Las tareas que a su juicio sí sería de competencia de las autoridades, son la de educar e informar a la población respecto del tema. Aspecto que el organismo reconoce sería aún deficiente en nuestro país.

c. Crítica a la suficiencia de la legislación chilena actual y a sus valores límites.

Esta es una posición crítica de los estándares manejados por la Organización Mundial de la Salud y la ICNIRP, en tanto califica como insuficientes sus conclusiones, argumentando que los efectos sobre la salud de radiación electromagnética no ionizante han sido poco estudiados, y por consiguiente, existiría reglamentación insuficiente respecto de las medidas destinadas a disminuir o evitar los posibles efectos adversos sobre la salud.

Esta posición es respaldada por el Colegio Médico de Chile y la mayoría de asociaciones de ciudadanos organizados en torno a la materia. Su postura se basa principalmente en las publicaciones del doctor Andrei N. Tchernitchin, Presidente del Departamento de Medio Ambiente y Salud del Colegio Médico, las que citan diversos estudios que concluyen, preliminarmente, secuelas producto de exposición a radiofrecuencias provenientes de la telefonía móvil más en niños que en adultos, y que estas secuelas son proporcionales al tiempo de exposición y a las horas de uso de dicho tipo de tecnología. De acuerdo al investigador, las normas en vigor se aplican para la prevención de efectos térmicos dejando de lado los posibles efectos no térmicos y microtérmicos.

"Se necesita realizar más estudios para investigar riesgos potenciales de los nuevos campos electromagnéticos tales como teléfonos celulares y sus antenas de transmisión, para posibles efectos diferidos tales como diversos cánceres o imprinting inducido durante la edad prenatal o postnatal precoz. La información resultante debiera ser utilizada para poner al día las normas vigentes, considerando el principio precautorio para la protección de la salud de la población". (Andrei Tchernitchin, Colegio Médico).

De acuerdo este argumento, *"la radiación no ionizante ha sido mucho menos estudiada, por lo que sus efectos serían aun no conocidos en su totalidad (...) se requiere investigar los posibles efectos diferidos sobre diferentes órganos y sistemas, causados por exposición prenatal o perinatal a ellas".* (Tchernitchin y Riveros, 2004:222-230).

Entre los resultados de las investigaciones epidemiológicas que descartan el daño a la salud, se encontrarían sesgos científicos relacionados al bajo número de casos estudiados, la alta variabilidad de la población estudiada y a *"el desarrollo del cáncer por exposición a radiaciones electromagnéticas es un efecto diferido, es decir, se desarrolla después de un período de latencia que puede ser bastante largo. En*

el caso específico de los teléfonos móviles o celulares y el de las antenas de retransmisión de dichos teléfonos, la información es aún insuficiente". (Tchernitchin y Riveros, 2004: 230).

El objetivo principal de quienes defienden esta postura es la toma de consideración de la evidencia presentada y tomando en cuenta el alto grado de incertidumbre científica que persistiría al día de hoy, para así aumentar la exigencia de los límites de emisión de radiofrecuencias siguiendo de manera estricta los principios precautorios destinados a proteger la salud de la población.

Capítulo VI

**PERCEPCIÓN
CIUDADANA**

CAPÍTULO VI. PERCEPCIÓN CIUDADANA

El capítulo de percepción ciudadana tuvo como fin medir el grado de conocimiento que tiene la ciudadanía respecto de la norma, evaluar por parte de los beneficiarios las herramientas de participación ciudadana contempladas en la Ley y recoger las creencias, opiniones y experiencias que la ciudadanía ha tenido respecto a la aplicación de la misma.

Debido a la particularidad que presenta la Ley N°20.599, la relevancia mediática y la especial importancia que otorga la norma a las instancias de participación ciudadana, se realizaron dos foros ciudadanos compuestos por grupos focales efectuados en las ciudades de Concepción y Santiago, además de un análisis de prensa nacional y regional como fuentes de información.

Lo anterior, permitió reconstruir los relatos y experiencias de los propietarios de inmuebles aledaños a torres soportes y organizaciones vecinales entrevistadas. Asimismo, identificar a los actores más relevantes presentes en el debate mediático, considerando tanto el período de discusión como el de aplicación de la Ley.

Entre los diversos tópicos que fueron tematizados en los foros ciudadanos, destacan la percepción sobre el cumplimiento de los objetivos propuestos por la Ley y su evaluación sobre la eficacia de las instancias de participación ciudadana. En este punto, los entrevistados resaltaron la relevancia de ampliar el rango de afectación a los vecinos considerado por la Ley y cuestionaron los plazos contemplados para las instancias de participación.

Además, los entrevistados expusieron sus opiniones, creencias, preocupaciones y experiencias respecto a las antenas celulares y sus torres soportes. Destacó en este sentido la evaluación de la armonización de las torres, los riesgos asociados a vivir cerca de las antenas y el debate sobre los lugares donde estas debieran instalarse.

Por otra parte, el análisis mediático recogió artículos de prensa de 31 medios escritos de circulación nacional y regional, específicamente de Concepción y Valparaíso. El análisis comparó la diferencia de los actores participantes en el debate durante el período de tramitación de la Ley, con el de aplicación de la norma. Finalmente, se analizó el debate en los medios para el período posterior a la publicación de la Ley.

1. PARTICIPACIÓN CIUDADANA EN CHILE

Antes de considerar la evaluación realizada por la ciudadanía respecto a la Ley N°20.599, es necesario comprender el contexto de los niveles de activación y participación que presenta la sociedad civil en nuestro país. Es en este sentido que, observando los datos sobre el nivel de solidaridad barrial, participación en organizaciones y finalmente la asistencia a manifestaciones por parte de la sociedad civil, se podrá comprender la pertinencia, relevancia y eficiencia de las instancias de participación contempladas en la norma.

Un primer indicador sobre los niveles de participación se relaciona con la solidaridad barrial o vecinal, los cuales se expresan en la disposición a cooperar por parte de los individuos frente a problemáticas en su entorno cercano, es decir, ayudar a su comunidad o sus vecinos.

Al observar los datos obtenidos por la encuesta realizada por el Proyecto de Opinión Pública de América Latina (LAPOP) para el año 2012, se da cuenta que existirían niveles relativamente bajos de solidaridad barrial. Solo cerca de un 37% de los encuestados declaró haber contribuido a solucionar un problema de su comunidad o de sus vecinos en el último año, cifra que decrece cuando se consulta respecto a la participación en reuniones o comités de mejoras para la comunidad o vecindario, donde tan solo aproximadamente un 20% declaró haber participado al menos una vez durante el año 2012.

Disposición a cooperar con la comunidad

	Ha contribuido a solucionar un problema de su comunidad/barrio	Asiste a reuniones de un comité o junta de mejoras para la comunidad
Una vez a la semana	2,3%	1,5%
Una o dos veces al mes	10,1%	9,6%
Una o dos veces al año	24,7%	9,5%
Nunca	62,8%	79,3%
Total	100%	100%

Fuente: Elaboración propia según datos Encuesta LAPOP Chile 2012.

En la misma línea los datos recogidos por la Encuesta de Caracterización Socioeconómica (CASEN) 2009, ofrecen resultados similares. Se observa que cerca de un 24% de los encuestados participan de alguna organización, siendo las que mayor adhesión concentran las juntas de vecinos, con un 9% de los encuestados que declararon pertenecer a este tipo de agrupación.

Participación en Organizaciones

	¿Participa actualmente en alguna organización o grupos organizados?
Organización de Vecinos (Junta de Vecinos)	9%
Club Deportivo Recreativo	4%
Grupo Religioso	5%
Otro Grupo	6%
No Participa	76%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia según datos encuesta CASEN 2009.

Otra cifra que entrega luces sobre el nivel de movilización ciudadana respecto a las temáticas que resultan relevantes para la opinión pública, se relaciona con las manifestaciones o protestas a las cuales han asistido los individuos durante el último año. De esta forma se observa que cerca de un 9% de los encuestados declararon haber participado al menos una vez en manifestaciones o protestas durante el año 2012.

Participación en Manifestaciones o Protestas Públicas

	¿En los últimos 12 meses ha participado en una manifestación o protesta pública?
Sí ha participado	9,2%
No ha participado	90,8%
Total	100%

Fuente: Elaboración propia según datos Encuesta LAPOP Chile 2012.

Si bien la participación en manifestaciones o protestas públicas pareciera no ser elevada, los niveles de aprobación que presenta la ciudadanía respecto a estas instancias de expresión de descontento tienen altos índices de aprobación, lo que permitiría suponer que estas instancias son valoradas como legítimas por la ciudadanía.

Respecto a lo anterior, se da cuenta que cerca de un 76% de los encuestados estuvo de acuerdo con que las personas “participen en manifestaciones permitidas por la ley”. En la misma línea, aproximadamente un 72% aprueba que “las personas participen en una organización o grupo para tratar de resolver los problemas de las comunidades”. Estas cifras reflejarían un apoyo a las instancias utilizadas por la sociedad civil para manifestar su descontento e intentar dar solución a las problemáticas que los aquejan.

Nivel de aprobación de manifestaciones ciudadanas

	Que las personas participen en manifestaciones permitidas por la ley	Que las personas participen en una organización o grupo para tratar de resolver los problemas de las comunidades
Desaprueba	24%	18%
Aprueba	76%	82%

Fuente: Elaboración propia según datos Encuesta LAPOP Chile 2012.

2. PERCEPCIÓN CIUDADANA SOBRE LA LEY N°20.599

2.1 Nivel de Conocimiento de la Ley

Se buscó determinar el grado de conocimiento que la ciudadanía posee respecto a la norma, para lo cual se construyeron dos indicadores para medir esta dimensión. El primero, permite medir el conocimiento general que tiene la población respecto a la norma, esto equivale a decir, la comprensión respecto a la materia que regula la Ley. El segundo indicador, recoge el nivel de conocimiento técnico que tiene la población respecto a ciertas figuras de interés, las cuales son; áreas sensibles, zonas saturadas de sistemas radiantes, zonas saturadas de ondas electromagnéticas y finalmente, el derecho a retasación y obras compensatorias.

a. Materia que regula la Ley

En primer lugar, se determinó el nivel de conocimiento general que los entrevistados poseían respecto a la norma. En este sentido se identificó que la población percibe tres materias que la Ley se encontraría regulando, a saber: el impacto urbanístico que generan las torres soportes y sus respectivas antenas, el impacto a la salud generado por la emisión de ondas electromagnéticas y finalmente la protección de los intereses económicos de las empresas prestadoras de servicios de telefonía celular.

Un hallazgo interesante respecto a la materia que regula la Ley por parte de la ciudadanía dice relación entre aquello que la Ley intenta versus aquello que ha logrado regular. Respecto a esto, se determinó que en todos los grupos focales existe un consenso en relación a que la Ley no ha logrado cumplir con los objetivos tanto de regular el impacto urbanístico de las torres soportes de antenas, como de proteger la salud de la población.

“Por lo que he leído en la Ley, intenta protegernos, está bien la palabra intenta, porque no lo hace. No hay ningún ente que regule que esta Ley se esté llevando a cabo. Lo que son las compañías de celular, no están tomando en cuenta lo que ustedes quieren proteger”. (Grupo Focal 1 – Santiago).

Esta percepción de que la Ley no ha logrado regular los impactos tanto urbanísticos como a la salud de las personas ha llevado a que se generen ciertos discursos asociados a que la norma no genera protección a la ciudadanía, sino más bien generaría un marco de protección a las empresas y sus intereses económicos.

“Yo creo que esta Ley, que más que regular las antenas, esta es la Ley que permite la instalación a las empresas de antenas, que facilita el camino y allana todo para que ellos puedan instalarlas sin problemas.” (Grupo Focal 2 – Concepción).

Del mismo modo, la ciudadanía percibe que la Ley se encontraría protegiendo los intereses económicos de las empresas por sobre la protección a la salud y los impactos urbanísticos. Lo anterior, dice relación con tres razones:

- i. La percepción sobre la falta de participación de expertos en la formulación de la Ley.
- ii. La ambigüedad de la norma que permitiría la instalación de las antenas y sus torres soportes en lugares donde se encontrarían prohibidas.
- iii. La poca capacidad de intervención que tendrían las municipalidades en el proceso de instalación de las antenas.

“La Ley dice que no puede ser instalado en lugares residenciales, sensibles, o al lado de hospitales. El problema es cuando viene la letra chica en un bis, en un apartado en la segunda página. Si nosotros eliminamos esos apartados, se solucionan todos estos problemas y nos vamos para la casa, y es irrelevante si se ponen en un lugar, es la letra chica de la Ley, si sacan esa letra chica, nos vamos todos para la casa contentos, y san se acabó el problema”. (Grupo Focal 2 – Concepción).

b. Áreas sensibles y zonas saturadas

Además de medir el grado de conocimiento general de la Ley, se buscó identificar el grado de conocimiento técnico que tiene la ciudadanía respecto a tres figuras legales: áreas sensibles, zonas saturadas y finalmente la experiencia que éstos tenían respecto a la figura de las obras compensatorias y las retasaciones de sus propiedades.

Si bien al interior de los grupos de discusión se logró identificar ciertos actores que presentaban mayores niveles de conocimientos técnicos respecto a la Ley, se dio cuenta que la mayoría de los entrevistados no pudieron entregar definiciones certeras respecto a las áreas sensibles y las zonas saturadas.

i. Áreas sensibles

Esta figura fue la que mejor pudo ser definida en todos los grupos focales, siendo identificada como aquellos lugares donde existen concentraciones tanto de menores de edad como de adultos mayores. Estos grupos deben ser resguardados de las radiaciones electromagnéticas debido a que serían más vulnerables.

Sin perjuicio de lo anterior, también es importante destacar que los entrevistados no pudieron dar definiciones técnicas precisas para definir estas áreas. En específico, no pudieron dar cuenta tanto de las distancias a las cuales se deben instalar las antenas, como de los niveles máximos de radiación establecidos para estas áreas.

Un hallazgo importante en los grupos de discusión al abordar el tema de las áreas sensibles, dice relación con la percepción de que no tendría sentido la aplicación de esta figura. Esta percepción

se fundamenta en que si bien los entrevistados comprenden el sentido de proteger a la población más vulnerable frente a la emisión de ondas electromagnéticas, no tendría sentido protegerlos sólo cuando se encuentran en ciertos lugares, mientras que cuando se encuentran en sectores residenciales se encontrarían sin protección. Por lo tanto los entrevistados observaron que la normativa debiera contemplar la protección de esta población más vulnerable tanto en los lugares designados como áreas sensibles como en sectores residenciales.

“Esa es la diferencia con los colegios, cuando en todos los barrios hay niños que pasan el día completo. Se hace la diferencia con los hospitales cuando en todos los barrios hay enfermos, entonces, ¿cuál es la lógica para que se hagan distanciamientos a esos sectores y se discriminen las casas? Y lo otro ¿por qué en una casa un niño puede recibir más emisiones que en el colegio? entonces no tiene lógica” (Grupo Focal 2 – Concepción).

ii. Zonas saturadas

Esta fue la figura más difícil de definir para los entrevistados, lo cual se asocia a las características técnicas de la norma. La gran mayoría de los entrevistados no supo diferenciar entre los distintos tipos de saturación consignados, a saber; saturación de emisiones electromagnéticas y saturación de torres soportes de antenas. Incluso para aquellos entrevistados que presentaban mayor conocimiento respecto de la Ley, los cuales pudieron diferenciar entre ambos tipos de saturación, tampoco pudieron dar definiciones precisas respecto a que consistía cada una.

c. Retasación y obras compensatorias

Tanto la figura de la retasación como la de las obras compensatorias fueron las que presentaban mayor nivel de conocimiento en todos los grupos focales realizados. Sin embargo, este alto nivel de conocimiento no se encontraría asociado a una mejor evaluación de dichas figuras.

i. Retasación

Respecto a la retasación de las viviendas los vecinos hacen una evaluación negativa de la figura debido a diversos motivos. En primer lugar, la figura tendría poca aplicación debido a que en algunos de los barrios donde se instalan las antenas y sus respectivas torres soportes no pagarían contribuciones. Sumado a lo anterior, los entrevistados expresaron que la retasación de las viviendas y el reajuste de las contribuciones se deberían a que la instalación de las antenas conllevaría una desvalorización de sus propiedades, lo que afecta gravemente su patrimonio.

“El beneficio supuestamente es que tus contribuciones bajan, pero ¿por qué esas contribuciones bajan? Porque se hace una retasación de tu vivienda y tu vivienda baja –por estar al lado de una antena– por lo tanto te baja la contribución, entonces ¿cuál es el beneficio que tú recibes?” (Grupo Focal 3, Santiago).

Otra problemática asociada a la retasación dice relación con aquellas propiedades que se encuentran más allá del radio contemplado por la norma. Muchos entrevistados expresaron que el devalúo de las propiedades en la práctica supera el radio contemplado en la Ley, lo que dejaría sin protección por parte de esta figura a una parte importante de vecinos afectados.

“Pueden optar algunas personas a la rebaja de contribuciones, y solamente son los que están en el radio, y solamente los que pagan contribuciones, o sea no están compensando el daño a todas las personas que sufren.” (Grupo Focal 2 – Concepción).

Los entrevistados además señalaron que la retasación y la consiguiente disminución de contribuciones pagadas por los vecinos, más que ser observadas como una compensación por la instalación de las antenas, provocaría un empobrecimiento de las municipalidades afectando negativamente a los mismos vecinos ya que sus municipios contarían con menos recursos.

“El problema que hay, es que todo esto lo pagamos los vecinos y los municipios, porque dejan de percibir contribuciones” (Grupo Focal 3 – Concepción).

ii. Obras Compensatorias

Esta figura si bien es conocida por todos los participantes de los grupos focales realizados, algunos entrevistados poseían ideas equivocadas respecto a sus alcances y aplicaciones. La principal confusión se centraba en las negociaciones realizadas entre los propietarios de terrenos con las empresas para la instalación de las torres soportes en sus propiedades. Esto debido a que los entrevistados asociaban las condiciones pactadas entre las empresas y los propietarios de terrenos con las obras compensatorias que deben ser entregadas a las comunidades donde se instalan las antenas.

Se evaluó negativamente ésta figura debido a ciertos errores en las notificaciones a los vecinos afectados respecto a la instalación de las antenas, además del corto plazo que la ciudadanía posee para pronunciarse respecto a las obras compensatorias. Lo antes descrito se traduce en que los vecinos perciben que las obras no se encontrarían funcionando debido a que no pueden ser solicitadas.

“Tiene plazo de sesenta días uno para postular a ese fondo. Entonces pasaron los sesenta días donde uno puede reclamar a la municipalidad, en la municipalidad no le contestan y en todos esos trámites pasaron los sesenta días y se acabó el trámite de la compensación”. (Grupo Focal 2 – Santiago).

Además del cuestionamiento de los plazos contemplados en la Ley, se suma que los entrevistados consideraron que las empresas ofrecen obras de compensación que no son necesarias o no se condicen con las necesidades de los barrios donde se instalan las antenas.

En esta misma línea, los vecinos afectados declararon que las compensaciones no eran suficientes en relación a los perjuicios económicos sufridos por la instalación de las antenas. Además, les resultaba imposible llegar a un acuerdo con las empresas respecto a los montos de las compensaciones debido a que en las cartas de notificación los costos de construcción de las antenas no vienen especificados y la forma de calcular el costo de la instalación de las antenas sería ambigua, o al menos no estaría clarificada.

“Lo otro es que las empresas ponen el valor que ellos quieren en las torres. ¿Qué es lo que pasa? Que una empresa entrega 62 millones de pesos y la otra entrega 8 millones, y esas son las compensaciones. Nos vinieron hacer charlas que las empresas deberían pagar los arriendos, la torre y los equipamientos, pero las empresas hablaron con Contraloría que dijo no, tienen que ser el valor de la torre.” (Grupo Focal 3 – Concepción).

2.2 Instancias de Participación Ciudadana

Esta dimensión da cuenta de la evaluación que realizaron los entrevistados de las instancias de participación ciudadana que contempla la Ley. Además, se identificaron prácticas alternativas por parte de los ciudadanos con la finalidad de detener la instalación de las torres soportes de antenas en sus barrios.

a. Instancias de Participación Ciudadana

La evaluación que los entrevistados realizaron de las instancias de participación ciudadanas contempladas en la Ley fue negativa en todos los grupos focales realizados. Un primer hallazgo interesante dice relación con quienes presentan un menor grado de conocimiento de la norma. Estos entrevistados creen que la participación ciudadana consignada en la norma contempla la aprobación o rechazo sobre la instalación de las antenas por parte de los vecinos. Sumada a esta creencia, algunos expresaron que el alcance de la participación ciudadana debería quedar contemplado de tal manera que las antenas y sus respectivas torres soportes debieran quedar sometidas a aprobación de los vecinos involucrados en el radio contemplado en la Ley.

En cuanto al radio de distanciamiento que delimitaría la participación de los vecinos, en todos los grupos focales que se llevaron a cabo fue mencionada la necesidad de ampliar dicho rango. Debido a que consideraron que el rango actual involucra muy pocos vecinos, lo que dificultaría la organización vecinal para pronunciarse respecto a las antenas.

Otro de los temas relevantes a la hora de evaluar las herramientas de participación ciudadana dice relación con los plazos que tienen los vecinos para pronunciarse respecto a la instalación de las antenas. Sobre esta, la evaluación de los entrevistados fue negativa, debido a que los plazos son considerados insuficientes para, en primer lugar organizar a los vecinos, y posteriormente, presentar las observaciones respectivas al proyecto.

“La ley también debiera ser más amplia en el tema de tiempo, porque cuando el vecino se organiza la cosa ya pasó. Entonces claro, se necesita un poquito más de plazo.” (Grupo Focal 2 – Concepción)

Además de las críticas realizadas a los alcances de la participación ciudadana contemplada en la norma, uno de los temas importantes para los entrevistados es la dificultad que enfrentan para oponerse por razones técnicas a los proyectos presentados por las empresas. Esto reviste vital importancia para la ciudadanía, por cuanto es la única instancia legal de oposición ciudadana frente a la instalación de antenas.

“Y si además uno tiene esos 30 días de reclamo, dice solamente los aspectos técnicos. Yo, mi profesión es educadora de párvulos, o sea yo poco puedo entender a qué se refiere con el aspecto técnico, ¿a qué instancia me voy?” (Grupo Focal 1 – Concepción).

Por último, los entrevistados concluyeron que existirían ciertas prácticas por parte de las empresas que instalan las antenas celulares que se encontrarían afectando negativamente la posibilidad de la ciudadanía de pronunciarse respecto a las instalaciones. Entre estas prácticas, declararon que las cartas certificadas que se envían notificando de la instalación presentarían ciertas irregularidades, como por ejemplo, no se enviarían a todos los vecinos afectados, o se enviarían cartas a personas fallecidas o que ya no viven en el barrio.

Además, las cartas se emitirían sin fecha ni información de contacto sobre el remitente de la misma. Esto afectaría gravemente las posibilidades de acción de los afectados, ya que no tendrían información sobre el tiempo que tienen para efectuar el procedimiento estipulado en la norma para pronunciarse respecto a la instalación, como tampoco la información para contactarse con la empresa que instala las antenas.

“Las cartas de notificación no van con fecha precisa, va solo el mes, por lo tanto con eso ya hacen correr el tiempo. Segundo en el caso nuestro, no se notificó a la junta de vecinos, y tampoco se notificó a algunos vecinos alrededor de la antena, más aun, se notificó a algunos vecinos fallecidos que no estaban, y todo esto haciendo uso de los plazos que dice la ley.” (Grupo Focal 2 – Concepción).

En varios de los grupos focales también fue destacado que en la notificación entregada a los vecinos sobre el proyecto de instalación de las antenas, presentaría información errónea, esto principalmente relacionado con características del proyecto que no serían efectivas, como por ejemplo distorsiones en la altitud de la antena y la ubicación real de la misma.

“Nos dimos cuenta que el dibujo que a nosotros nos habían presentado, adonde iba a estar la torre, era en la casa de un vecino, o sea la torre estaba dibujada y estaba puesta en la casa de un vecino, que él no iba a colocar la antena.” (Grupo Focal 2 – Concepción).

Finalmente, los vecinos destacaron que las empresas se encontrarían realizando las instalaciones de las antenas durante las noches. Esto con la finalidad de evitar la oposición por parte de la ciudadanía frente a la instalación de las torres, práctica que es considerada como una estrategia de engaño por parte de las empresas con la finalidad de poder instalar sus torres sin que la ciudadanía tenga conocimiento.

b. Experiencias ciudadanas de oposición a la instalación de antenas celulares

Debido a que las instancias de participación ciudadana contempladas en la norma son percibidas por la ciudadanía como insuficientes, han sido desarrolladas ciertas prácticas comunes

identificadas a lo largo de las entrevistas, las que tenían como finalidad paralizar la instalación de las antenas celulares en diversos barrios residenciales.

Estas prácticas de oposición a la instalación de las antenas obedecen a dos tácticas, que por lo general son usadas de manera simultánea por los vecinos. Una de ellas dice relación a la alianza estratégica vecinos-municipio, acercándose a los alcaldes con la finalidad de obtener apoyo y movilizar recursos para detener la instalación de las antenas.

“Yo te lo digo por experiencia, el alcalde de nosotros nos apoyó, fue al jardín ene veces (...) y gracias a toda esa gente que nos apoyó, vinimos a tribunales. Te digo, nosotros lo logramos, entonces también influye mucho que nuestras autoridades sean capaces de darnos la mano, te digo por experiencia.” (Grupo Focal 1 – Santiago).

Los participantes señalaron que en los casos en que los alcaldes han dado acogida a sus peticiones, los resultados de oposición ante la instalación de las antenas y sus torres soportes ha sido beneficiosa para los vecinos, lográndose detener las instalaciones, e incluso retirar algunas antenas ya instaladas.

Del mismo modo, los vecinos han optado por la organización barrial y la protesta, como complemento a la alianza con el municipio y las instancias contempladas en la norma.

“A nosotros nos ocurrió hace como 20 o 25 días atrás como a la una de la mañana que un vehículo pasó tocando la bocina y la gente a esa hora salió como fuera, todos a la calle, al tiro con palos, con todo a defender, pensábamos que era la cuestión de la torre que iba llegando” (Grupo Focal 1 – Concepción).

2.3 Percepciones y Creencias que tiene la Ciudadanía respecto a las Antenas Celulares y sus Torres Soportes

Para esta dimensión se indagó en las diversas ideas, opiniones y experiencias que los entrevistados poseían respecto a los sistemas radiantes y sus torres soporte en diversos aspectos que se consideraron de interés. Entre los que encontramos los riesgos o beneficios que la comunidad asocia a la instalación de las antenas, la evaluación de la armonización de las antenas y el respectivo catálogo desarrollado por Subtel. Finalmente, se generó un espacio de discusión respecto al lugar que la ciudadanía cree menos perjudicial para la colocación de las antenas.

a. Riesgos y Monitoreo

Uno de los contenidos más recurrentes dentro de las entrevistas realizadas fueron los posibles riesgos que las antenas y sus respectivas torres soportes conllevarían. Estos fueron tematizados

por los entrevistados y fue posible categorizarlos en tres riesgos: físicos, daños a la salud y daños psicológicos.

Si bien es cierto que los entrevistados reconocen que no existirían estudios concluyentes sobre los daños a la salud que la radiación electromagnética emitida por las antenas generaría sobre la población, los entrevistados han recabado información sobre los posibles peligros que representan las antenas. Entre las fuentes de información que fueron mencionadas durante el transcurso de las entrevistas encontramos la Organización Mundial de la Salud, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC por sus siglas en inglés), y además gran parte de los entrevistados se habían reunido con el Doctor Andrei Tchernitchin, Presidente del Departamento de Medio Ambiente y Salud del Colegio Médico, quien les dio a conocer los posibles efectos negativos a la salud que conllevarían las antenas.

Lo anterior redundaría en un clima de incertidumbre sobre los posibles daños, lo que quedó de manifiesto en todos los grupos focales realizados, en los cuales se expresó la necesidad de que se tomen medidas precautorias a este respecto. Un ejemplo recurrente entregado por los entrevistados fue el caso del asbesto, en el que se debieron haber tomado las medidas precautorias necesarias ante la falta de estudios concluyentes sobre los daños a la salud que este producto generaba.

“Ustedes saben que nosotros tenemos un caso en Chile que es impactante, sobre lo que tú dices, por ejemplo acá el asbesto en los pizarreños, nadie sabía que hacía mal, era especulación y veinticinco años después todavía siguen muriendo nuestros niños por cáncer por el asbesto (...) entonces, concuerdo con lo que dices tú, estamos bajo algo que aún todos especulan y obviamente hay informes que hablan de que esto nos perjudica la salud.” (Grupo Focal 1 – Santiago).

En esta misma línea, los participantes de los foros ciudadanos expresaron su preocupación en los efectos que la radiación tendría para la población más vulnerable, es decir entre niños, adultos mayores y la población afectada por diversas enfermedades, como las cardiovasculares.

Otro elemento a destacar, es la percepción de riesgo asociado al daño psicológico que significaría vivir cerca de las antenas, la que estaría asociada al estrés que provoca la preocupación por los posibles daños a la salud y a los riesgos físicos atribuidos a las antenas y sus torres soportes.

“También yo quiero considerar que se debe poner énfasis en el estrés psicológico que viven las personas que están inmediatamente involucrados como vecinos alrededor quién coloca la antena.” (Grupo Focal 1 – Concepción).

El tercer riesgo que la población identifica respecto a las antenas son los peligros físicos. Estos se asocian a la estructura y han crecido entre la población por diversas experiencias que los entrevistados pudieron dar a conocer. Entre estos peligros encontramos la caída de las celdas de las antenas, combustión de torres armonizadas y posibles caídas de las torres soportes debido a que sus estructuras no se encontrarían diseñadas para soportar sismos o vientos.

“Yo tengo una experiencia que fue (...) en la villa Pehuén en Maipú. Una antena hizo autocombustión, una antena que creo es de 45 metros, de las más altas, una noche cinco y media de la mañana hizo ruido como un mes, y una noche hizo autocombustión, tomó los techos de unas casas, eso es un peligro.” (Grupo Focal 3 – Santiago).

En definitiva, fue posible identificar que esta incertidumbre se encuentra asociada directamente con la falta de monitoreo y la poca información a la que puede acceder la población respecto a la emisión de radiación de las antenas.

Los argumentos que esgrimieron los entrevistados decían razón con diversas falencias en las mediciones de las emisiones, como por ejemplo la creencia de que las mediciones se realizarían de noche donde existiría un menor uso de los celulares, por lo que la radiación consignada sería menor respecto a la cual se encuentran expuestos regularmente. Junto a esto los entrevistados señalaron que el único estudio sobre las emisiones de radiación fue pagado por las mismas empresas de telefonía celular al DICTUC, por lo que los datos obtenidos fueron cuestionados por gran parte de los entrevistados.

“Efectivamente nos dicen que miden la radiación a las 12 de la noche cuando no hay celulares funcionando, entonces la antena funciona re poco. Lo otro es que cuando hay gente alrededor se modifica, y que no suman lo de una antena más la otra.” (Grupo Focal 2 – Santiago).

Finalmente, varios de los entrevistados estuvieron de acuerdo en que la incertidumbre respecto a los peligros que se encuentran sometidos por la radiación de las antenas se vería reducido si es que se contara con algún sistema de monitoreo y publicación de las emisiones, al que la ciudadanía tuviera acceso.

b. Armonización

Respecto a la evaluación que los grupos focales hicieron respecto a la armonización de las antenas esta fue negativa para todos los entrevistados, debido a que se asociaría la armonización a un intento de engaño por parte de las empresas hacia la ciudadanía. Los entrevistados asociaron el camuflaje de las antenas a una estrategia por parte de las empresas para lograr que los vecinos olviden las antenas y los riesgos que estas contraen para las personas. Debido a esto, la ciudadanía

consultada se declaró en contra de todo tipo de camuflaje, por considerar más transparente ver la antena, con el fin de recordar los daños que estas pueden provocar.

“Este cuento de disfrazar la antena, es como tratar a la gente de idiota, es una falta de respeto. La antena está, no la disfracemos, punto uno. (...) Aquí la parte económica y urbanística todo va ligado, finalmente a algo que es y atañe directamente a la salud de las personas, no se engañen. Aquí es la salud la que está siendo afectada.” (Grupo Focal 3 – Concepción).

Un factor que se encontraría intensificando este fenómeno, es que la armonización que cubre las antenas tendría poca relación con el entorno donde se instalan. Esto principalmente se asocia a un mal uso del catálogo donde se camuflan antenas con especies que no serían propias de los lugares donde se encuentran instaladas las antenas.

“Esta es una torre que están planteando en Agüita de la Perdiz. Este es el sitio para instalar una palmera en un sector donde no hay palmeras, y digamos por lo tanto ya genera un impacto urbanístico grosero”. (Grupo Focal 1 – Concepción).

c. Ubicación de las antenas y conflictos vecinales

El lugar donde deben instalarse las antenas fue uno de los temas de discusión donde hubo mayor grado de acuerdo entre todos los participantes de los grupos focales. Respecto a este tema hubo dos dimensiones sobre las cuales discutieron los entrevistados, relacionadas con la distancia a la que se deben instalar las antenas de las viviendas y el debate sobre la instalación en terrenos privados o públicos.

En cuanto a la dimensión de la distancia que debiesen tener las antenas respecto a las viviendas, este tema fue tratado mayormente por aquellos sujetos menos informados sobre el funcionamiento de las antenas. Principalmente, se discutió la posibilidad de instalar los sistemas radiantes y sus torres soportes en lugares alejados de la población, tales como cerros u otros lugares alejados con el fin de evitar que la radiación electromagnética afecte a quienes se encuentran situados cerca de las antenas.

Frente al debate sobre la instalación de las antenas en terrenos públicos o privados, todos los entrevistados declararon estar en contra de la instalación de éstas en terrenos privados, destacando que éstas debieran dar prioridad a la instalación en terrenos de propiedad pública.

Se observaron dos argumentos entregados por los entrevistados con el fin de sostener la postura de instalación de las antenas en lugares públicos. El primero dice relación con el ingreso que generaría el arriendo de los terrenos a las arcas municipales, donde estos recursos se destinarían a corregir las externalidades negativas que representa la instalación de las antenas.

El segundo argumento se fundamenta en la capacidad de fiscalización de los municipios sobre el cumplimiento de la reducción del impacto urbanístico de las torres instaladas, ya que si estas se

instalan en propiedades privadas existiría la percepción de una débil capacidad de fiscalización por parte de los municipios.

De manera complementaria a lo anterior, se determinó que la instalación de las antenas en terrenos de propiedad privada generaría conflictos entre los vecinos. Los entrevistados expusieron que el beneficio de los propietarios de los terrenos generaría cierto malestar entre el resto de los vecinos, ya que percibirían que personas integrantes de la comunidad se encontrarían recibiendo beneficios económicos a costa de exponer al resto de los vecinos a los peligros asociados a las antenas.

“Las antenas están sacando lo peor de las personas que viven alrededor de estas antenas. Hemos visto peleas con los vecinos, entonces lamentablemente aparte de generar el impacto ambiental que tiene esto, está generando un conflicto social. Vecinos que eran por años, ahora se pelean. A las casas que le instalan las antenas, les tiran huevos.” (Grupo Focal 1 – Santiago).

3. ANÁLISIS DE PRENSA

Se sistematizaron todos los artículos de prensa arrojados por la Base de Datos de la Biblioteca del Congreso Nacional referidos a “antenas celulares” en 31 medios escritos¹⁹, durante el período entre el 1 de Enero del 2007 y el 7 de Julio del 2014. La relevancia del período consultado radica en que fue durante el año 2007, específicamente el 16 de Abril, la fecha en que entró en tramitación legislativa el proyecto de ley que terminó con la publicación de la ley 20.599, el día 11 de Junio del 2012.

El estudio de la prensa consideró un análisis cuantitativo, el que dio cuenta de la creciente relevancia que fue adquiriendo el tema en los medios durante el período consultado, además de un análisis cualitativo que buscó develar los puntos de vista de los diversos actores respecto de la ley. Cabe destacar, que este último concentró su atención en el período posterior a la publicación de la ley hasta la actualidad, vale decir, entre el 11 de Junio del 2012 y el 7 de Julio del 2014.

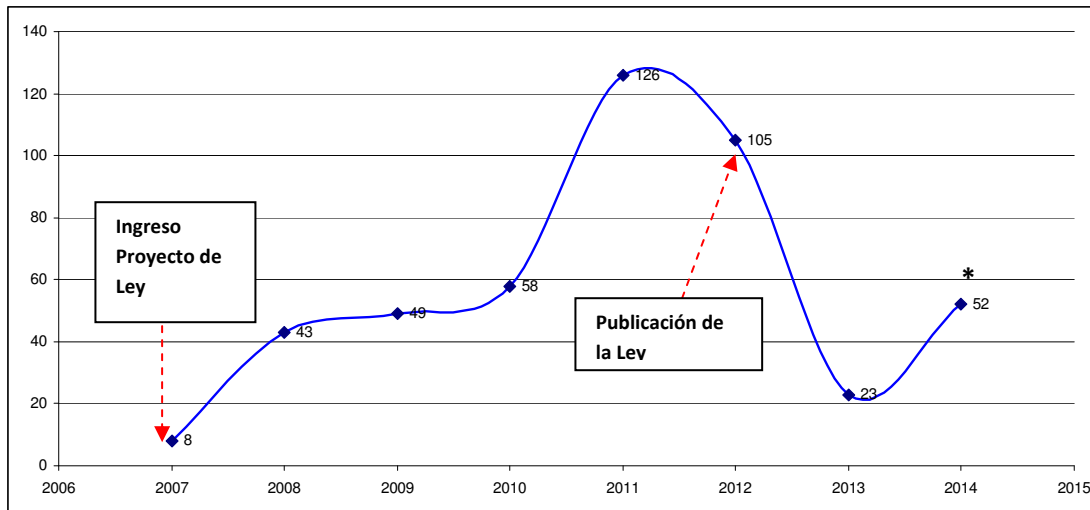
De los 31 medios escritos considerados, 14 son de cobertura nacional y 17 de cobertura regional (8 del Bío Bío y 9 de Valparaíso). Se escogieron particularmente los medios escritos de esas regiones con el fin de comparar la percepción de la ciudadanía recogida en los foros ciudadanos realizados por este Departamento con los hechos cubiertos por los diarios de esa zona.

De esta manera, el estudio contempló el análisis de 464 artículos de prensa, entre los cuales se encuentran noticias, cartas al director y columnas de opinión.

¹⁹ El Mostrador, El Mercurio, La Tercera, La Segunda, La Nación, El Diario Financiero, Estrategia, La Cuarta, Las Últimas Noticias, La Hora, Publimetro, The Clinic Online, Pulso, Hoy x Hoy; Crónica (Chillán), La Discusión de Chillán, La Estrella (Concepción), El Sur (Concepción), Lanalhue Noticias (Cañete), El Consecuente (Bío-Bío), El Diario de Concepción, La Tribuna (Los Ángeles); La Estrella de Valparaíso, El Líder (San Antonio), El Proa (San Antonio), El Mercurio de Valparaíso, El Trabajo (San Felipe), El Observador(Viña del Mar), Los Andes On line, El Martutino (Valpo.), El Andino

3.1 Análisis Cuantitativo

Frecuencia de noticias sobre “antenas celulares”, 2007-2014



*Los valores para 2014 corresponden a 6 meses (enero-junio). N total=464

Fuente: Elaboración propia

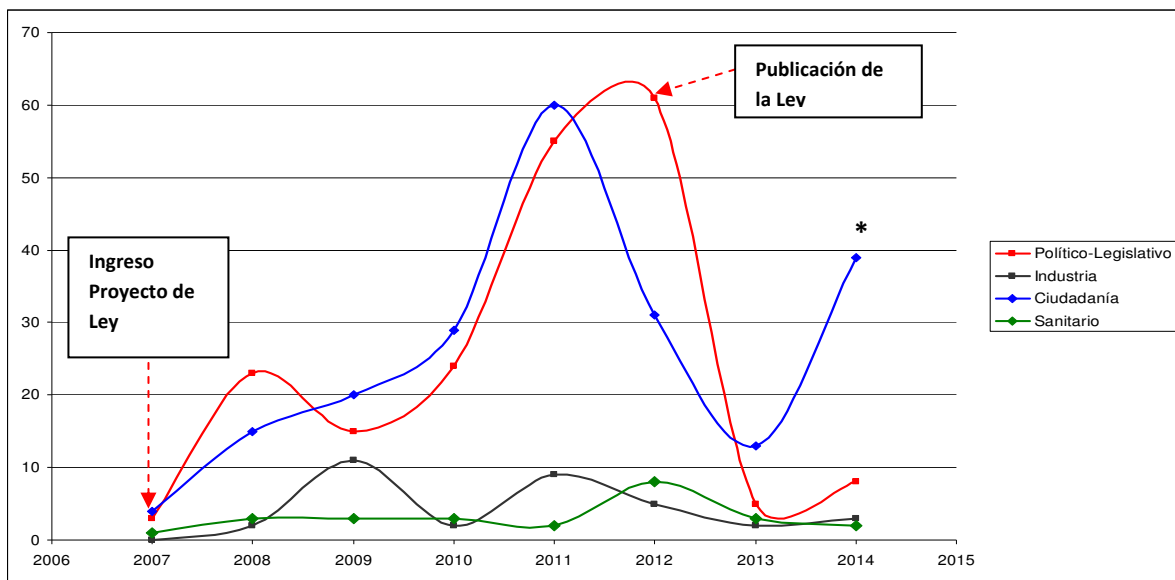
De la anterior figura es posible concluir que al momento del ingreso del Proyecto de Ley, el tema “antenas celulares” era casi inexistente en los medios escritos (8 noticias en 31 medios durante 1 año). Este fue tomando relevancia mediática entre el 2008 y el 2010, la cual, sin embargo, se mantuvo acotada (un promedio de 49 noticias anuales).

En 2011, el año previo a la publicación de la ley, el tema adquiere su “*peak mediático*”, descendiendo rápidamente hasta llegar, el 2013 a una frecuencia solo superior a la del 2007. Si bien el año 2014 considera solo los primeros seis meses, por lo que no es posible hablar de una tendencia, pero sí inferir que aumentó sustancialmente el tratamiento del tema en los medios escritos.

Tras lo antes descrito, se puede concluir que la tramitación del proyecto de ley podría haber influido en la cobertura mediática del tema y que el momento de mayor relevancia mediática coincidió con el año previo a la publicación de la ley, es decir, en el momento en que la discusión pública debería haberse encontrado en su auge.

Al categorizar los artículos de prensa según los principales actores identificados (Político-legislativos, Ciudadanía, Sanitario e Industria) y observar el peso cuantitativo de cada uno de ellos en cada año analizado, es posible avanzar en comprender cuáles son los actores que tienen mayor preponderancia mediática y cómo interactúan entre sí.

Frecuencia de noticias sobre “antenas celulares”, 2007-2014, según actores



* Los valores para 2014 corresponden a 6 meses (enero-junio). N total=464

Fuente: Elaboración propia

Lo primero que muestra la figura es la preponderancia y peso cuantitativo de los actores “político-legislativos”, los “ciudadanos”, por una parte, y, por otra, que los actores “sanitarios” y de la “industria” durante todo el período tienen un rol secundario en términos cuantitativos. Además, estos dos últimos se mantienen relativamente constantes durante el período, superando solo una vez las 10 noticias al año.

Las fluctuaciones de las frecuencias responden a los actores “político-legislativos” (línea roja) y a los “ciudadanos” (línea azul). Resulta interesante constatar que la línea azul pareciera adelantarse a los movimientos de la línea roja, lo que mostraría una sintonía entre los “ciudadanos” y los actores “político-legislativos” en el tema de las antenas celulares (por lo menos “formalmente”, independiente de si están o no de acuerdo en los temas de fondo, lo cual mostrará en mayor profundidad el análisis cualitativo).

De este modo, mientras los actores ciudadanos alcanzan su *peak* de frecuencia durante el año inmediatamente anterior a la publicación de la ley (2011), los actores “político-legislativos” la alcanzan un año después, en el mismo año de la publicación de la ley. Sin embargo, este “adelantamiento” de los ciudadanos también se comprueba en el aumento de la frecuencia entre el 2009 y el 2011, así como en el decaimiento del tema entre el 2011 y el 2013.

Finalmente, si se observan las frecuencias de 2013 y 2014 se aprecia nuevamente el mismo fenómeno, aunque esta vez la importancia mediática de los ciudadanos sobrepasa con creces la importancia que ese mismo grupo de actores había alcanzado en su anterior *peak* (2011).

Consecuentemente, la importancia de los actores “político-legislativos” también aumenta los primeros seis meses del 2014 respecto de todo el 2013, aunque de manera mucho más moderada que lo que ocurre con los “ciudadanos”.

3.2 Análisis cualitativo

Considerando que el objetivo del análisis cualitativo es evaluar la manera en que se ha percibido la Ley N°20.599 por los diversos actores, en esta apartado se considerarán los artículos de prensa aparecidos con posterioridad a su publicación, vale decir, en el período que comprende el 11 de Julio del 2012 y el 7 de Julio del 2014. Se centrará el análisis en los dos grupos de actores que, cuantitativamente mostraron ser los más relevantes, es decir, los actores “ciudadanos” y los “político-legislativos”.

a. Actores ciudadanos

La ciudadanía manifestó, a través de la prensa, su preocupación por las herramientas que considera la norma, especialmente en lo referido a los espacios y alcances de la participación ciudadana en la instalación de las antenas. Asimismo, fue cuestionada la armonización y la protección especial que se considera para ciertas zonas, como las áreas sensibles. A continuación se recogen las principales opiniones vertidas por la ciudadanía.

i. Critican participación ciudadana

Antes de un mes de la publicación de la norma, hubo voces que esbozaban críticas hacia la nueva ley, principalmente, respecto a la efectividad de la participación ciudadana. Así, Arturo Samit, presidente Asociación por la Defensa de la Salud y el Medioambiente de Viña del Mar, señaló que

“Esta ley se encarga de quitarnos algunas armas que antes podíamos utilizar. Esta Ley fue creada para las empresas, ya que ahora ellos se relacionarán directamente con los municipios, que serán los que darán el visto bueno. Nosotros como vecinos no tendremos nada que decir cuando las municipalidades aprueben la instalación de nuevas antenas, entonces es esto lo que nos molesta”. (El Mercurio de Valparaíso, 13 Junio 2012, p. 3).

En un sentido similar, la Ley N° 20.599 es vista por algunos vecinos como una herramienta poco útil a la hora de oponerse al emplazamiento de una antena. Así, Marcelo Carrasco, vecino de Chillán señaló que:

“La ley nunca va a servir al pueblo y sobre todo cuando hay plata de por medio. Este tipo de normativa finalmente sirve para favorecer a las grandes empresas y nunca al pueblo. Al municipio se le informó que era riesgoso construir una antena en este lugar por la salud de los vecinos y porque hay una a menos de 100 metros, pero hizo vista gorda a estos antecedentes” (Crónica de Chillán, 25 Noviembre 2012, p. 2-3).

Por su parte, Natalia Leiva, vecina Villa Miramar de San Antonio, señaló que *"La sorpresa mayor es la total vulnerabilidad legislativa hacia los vecinos del sector cuando se suponía que la nueva ley nos ampararía. Actualmente sólo necesitan la autorización por escrito del dueño de la propiedad donde instalarán la antena (...) Los vecinos que han logrado revertir este tipo de proyectos han visto a la violencia como el único camino."* (El Líder de San Antonio, 8 Abril 2014, p. 2)

ii. Críticas a la armonización de las torres

Respecto a utilizar nuevas apariencias de las antenas, buscando disminuir su impacto visual, el tesorero de la Unión Comunal de Juntas de Vecinos de Valparaíso, señaló que *"Esta nueva Ley va orientada a un tema urbanístico, haciendo un bonito maquillaje al tema de fondo, que son los potenciales riesgos a la salud que producen estas fuentes de emisión constantes"* (El Martutino, Valparaíso, 27 Agosto 2012).

En un sentido similar, María Isabel Sierralta, en una carta al director del diario La Tercera, señala irónicamente: *"Dado el nuevo manual oficial para camuflar las antenas de celulares, espero que dentro de las posibilidades artísticas esté la de poder crear una gran imagen de San José para que acompañe a la virgen del Cerro San Cristóbal. Porque en este momento, la imagen de la virgen está escoltada por una desproporcionada y antiestética antena"* (La Tercera, 24 Noviembre 2012, p. 80)

En este mismo tema, un aspecto que causó polémica fue la alternativa de hacer aparecer a las antenas de celulares como araucarias. Respecto a esta posibilidad, Aucán Huilcamán, encargado de Relaciones Internacionales del Consejo de Todas las Tierras, piensa que se trataría de una ofensa que daña el ánimo del pueblo mapuche:

"Por la dimensión espiritual que representa [la araucaria], camuflar un trozo de metal como quien se pone pasamontañas, es un acto de piratería que no aceptaremos (...) Esto es una usurpación de un árbol milenariamente vinculado a nuestro carácter". (La Cuarta, 25 Noviembre 2012, p. 2)

iii. No se estaría cumpliendo el objetivo de la ley

En la ciudad de Concepción, el anuncio de la instalación de una antena de celulares cerca de un colegio, generó molestia y escepticismo sobre la efectividad de la normativa para la protección de las áreas sensibles. Así, Katharina Tietze, del Colegio Mozart Schule de Concepción, señaló que

"Si una Ley tan bien acogida contenía también la tramposa 'letra chica' que permite al fin instalar antenas en cualquier parte, y anular sin problemas el espíritu implícito de protección de la salud de las personas, me sumo al escepticismo ciudadano frente a estos goles por la espalda, que nos pasan en un juego en el que sin saber estábamos metidos" (El Diario de Concepción, 17 Marzo 2014, p. 2 Editorial – Cartas).

Sobre el mismo episodio, otra carta al director señala que *"la Ley de Antenas Celulares no permite la instalación de estas junto a Colegios, sin embargo en Concepción, una empresa acaba de notificar la construcción de su antena, precisamente al lado de un Colegio. Es decir, la enseñanza para estos niños, los*

futuros ciudadanos, será que si en Chile algo no está permitido, por supuesto se puede llevar a cabo, y de manera perfectamente legal. Me pregunto si esta elocuente lección de cinismo conseguirá la autorización de la municipalidad local". (El Diario de Concepción, 25 Marzo 2014, p. 2).

En un sentido similar, pero ahora referido a la ciudad de Valparaíso, un grupo de vecinos del Cerro Esperanza afirmaban estar hace varios años oponiéndose a la instalación de más antenas en el sector, sin éxito. Al respecto, Gilda Vargas, vecina de la población 21 de Mayo señaló que:

"Hemos realizado acciones para oponernos a estas antenas, sin embargo, es una tarea en la que no hemos tenido ningún tipo de avance, ya que las empresas hablan con los dueños de los terrenos, llegan a algún acuerdo y simplemente levantan una nueva, sin preguntarle la opinión a ninguno de los vecinos. Pese a que queremos que no se siga realizando esta situación, creemos que es una batalla perdida". (El Mercurio de Valparaíso, 21 Junio 2012, p. 4).

b. Actores "político-legislativos"

Las publicaciones que tomaron como fuente a actores políticos-legislativos, destacaron principalmente, temas vinculados a la implementación de la norma e inclusión de la ciudadanía en el proceso de autorización de instalación. Del mismo modo, la fiscalización y las posibles modificaciones de la ley, fueron la tónica de las declaraciones vertidas por autoridades comunales, institucionales y parlamentarias.

i. Primera instancia: catastro de zonas saturadas

Apenas publicada la Ley, los organismos públicos comenzaron el levantamiento de un catastro de las zonas saturadas. La idea de elaborar este catastro buscaba tener a disposición mayor información lo que, a su vez, se asociaba a un aumento en la fiscalización de los lugares en los cuales se permitiría o no instalar nuevas antenas.

Diversos actores político-legislativo resaltaron, además, la confianza en que la nueva normativa aumentaría la influencia de los propios vecinos en aceptar o no la instalación de una antena. Por ejemplo, el entonces Subsecretario de Telecomunicaciones, Jorge Atton, señaló que *"si no hay acuerdo entre los vecinos y la empresa, esto va al consejo y ahí se decide (...) Esta Ley lo que está haciendo es entregarle el poder y las atribuciones a la Dirección de Obras y a los municipios, cosa que no existía".* (La Hora, 12 Junio 2012, p. 12).

En el mismo sentido, los medios de Valparaíso informaban sobre la publicación, en el Diario Oficial, del catastro con "bosques de antenas", que elevó de 122 a 188 las zonas saturadas, en el contexto de la nueva legislación. Así, se destaca en los medios que *"del documento se permite advertir que Viña del Mar posee hoy 10 de estas áreas de alta concentración de estructuras (dos más que los registros de hace dos meses), y el equivalente a toda la Región del Bío Bío, así como una más que la de Los Lagos".* (El Mercurio de Valparaíso, 25 Agosto 2012, p. 4).

ii. Aumento de información pública y fiscalización

Vinculado al catastro, aparecía el aumento de la información pública sobre la ubicación y densidad de las antenas, que permitiría aumentar la fiscalización. Así, el Director de Obras de la Municipalidad de Chillán señalaba que:

“Hoy como municipio estamos trabajando en la fiscalización de todas las antenas vigentes en Chillán. Ésta es una de las metas de la Dirección de Obras, en la cual vamos a trabajar de la mano con funcionarios que están a cargo del tema. Queremos ver la ubicación exacta de las antenas, ubicarlas con GPS, informar más a la comunidad acerca de este tema y ver la altura. Conjunto con esto aplicaremos la ley y si las empresas no cumplen con lo exigido les haremos llegar una notificación para que den una solución al problema dentro de doce meses o sino que la saquen”. (Crónica de Chillán, 18 Febrero 2013, p. 4).

No obstante, *“en la Subtel advierten que recae en los municipios la responsabilidad de fiscalizar que se cumpla la normativa en todos aquellos territorios urbanos ya declarados saturados”. (El Mercurio, 11 Febrero 2014, Cuerpo C, p. 9). Al respecto, Domingo Díaz, ex concejal de Chillán, señaló que “falta personal de la Subtel para verificar además la cantidad de energía que están liberando, porque ese es la principal aspecto técnico que se logró. Que la radiación se bajara a una cantidad mucho menor y sobre todo si están cerca de estos puntos sensibles. En eso está al debe”. (Crónica de Chillán, 20 Mayo 2014, p. 2-3).*

iii. Se solicitan cambios a la legislación

Álvaro Ortiz, Alcalde de Concepción, señaló que *“le pediremos a los alcaldes de la Provincia de Concepción que nos ayuden a hacer fuerza común para que los parlamentarios modifiquen esta ley”. (El Sur de Concepción, 11 Abril 2014, p. 8).*

Además, el Senador Alejandro Navarro, a propósito la moción N° 9410-15, presentada por los senadores Navarro, Araya, Quinteros y Rossi, señaló en la prensa que *“la iniciativa pretende cambiar el guarismo ‘50’ por ‘100’, es decir, las antenas no podrán estar a menos de cien metros de estos establecimientos”. Agregando que “uno de los puntos principales es dar a la junta de vecinos del sector donde se pretenda instalar una torre la facultad llamar a votación para determinar si se aprueba o rechaza la instalación”. (14 Abril 2014, p. 3).*

Finalmente, el 9 de Mayo pasado, el Subsecretario de Telecomunicaciones Pedro Huichalaf, ante las críticas por edificaciones situadas en Concepción, cuestionadas por su impacto en la salud y que no tendrían fiscalización, señaló que *“desde el punto de vista de la Subsecretaría en este momento, en temas de salud, no hay ninguna modificación, porque nosotros consideramos que la norma es súper estricta, la fiscalizamos, la verificamos, y desde nuestra posición no hay que modificarla”. (El Sur de Concepción, 9 Mayo 2014, p. 3).*

Capítulo VII

**CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES**

CAPÍTULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La Ley N°20.599 propuso normar la instalación de las torres soporte de antenas y sistemas radiantes con el fin de regular la acelerada expansión de los servicios de telefonía móvil. Asimismo, buscó establecer una reglamentación básica de emplazamiento de las torres soporte para la protección de la salud ante los eventuales daños provocados por las emisiones electromagnéticas.

En la presente evaluación se analizó la eficacia y eficiencia de las herramientas destinadas a minimizar el impacto urbanístico, la efectividad de las instancias de participación de los vecinos, y las medidas adoptadas por la norma para la protección de la salud.

En razón de lo anterior, se presentan las principales conclusiones y recomendaciones del estudio, con especial énfasis en la percepción que la ciudadanía posee sobre las materias abordadas, como eje distintivo de la labor que realiza el Departamento de Evaluación de la Ley de la Cámara de Diputados de Chile.

DISPONIBILIDAD DE INFORMACIÓN: LAS DIRECCIONES DE OBRAS MUNICIPALES NO ESTÁN OBLIGADAS A ENTREGAR CATASTROS A LAS INSTITUCIONES PÚBLICAS

Es posible constatar que la información tendiente a catastrar algunas de las herramientas incorporadas por la Ley N°20.599, como el número de torres armonizadas, las zonas preferentes y las áreas sensibles, radica de forma exclusiva en las Direcciones de Obras Municipales, las cuales no están obligadas por ley a enviar esta información a los servicios públicos correspondientes, a saber, el Ministerio de Vivienda y Urbanismo y la Subsecretaría de Telecomunicaciones.

Lo antes descrito, no permite generar registros ni cuantificar los avances en la implementación de ciertas herramientas contempladas en la Ley como el número de torres armonizadas y las zonas preferentes ya constituidas.

Por otra parte, la norma encomienda a la Subsecretaría de Telecomunicaciones la mantención en su sitio web de un sistema de información que le permita a la ciudadanía conocer los procesos de autorizaciones en curso, los catastros de las antenas y sistemas radiantes autorizados, así como los niveles de exposición a campos electromagnéticos en las cercanías de dichos sistemas y las empresas certificadoras que realizan dichas mediciones y los protocolos utilizados.

Se recomienda:

- Incorporar a la Ley N°20.599 la obligación de las Direcciones de Obras Municipales de entregar de forma periódica información a la Subsecretaría de Telecomunicaciones o al Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en los casos que corresponda.

ALTA COMPLEJIDAD DE LA NORMA: CONCEPTOS CONFUSOS

La norma es poco accesible para la ciudadanía y técnicamente compleja, lo que se manifiesta en las dificultades para comprender cabalmente los requisitos que debe cumplir y las características que debe reunir cada torre según su altura y finalidad. Esto se refleja en temas como la dificultad para entender las distintas exigencias establecidas para las torres en relación a su altura, principalmente en aquellos casos en que dentro de un mismo artículo se regula la instalación de torres de más de 3 y menos de 12 metros, junto a las de hasta 18 metros destinadas a la colocalización.

La distinción entre conceptos similares y la aplicación o alcance que posee cada término, son otros obstáculos para la comprensión de la norma. En este sentido, encontramos ejemplos como el referido a la saturación en los siguientes casos:

Territorio urbano saturado de instalación de estructuras de torres soporte de antenas y sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones	Zona saturada de sistemas radiantes de telecomunicaciones
---	---

Por otra parte, encontramos menciones distintas a temas que parecieran ser similares, generando confusión o dudas al momento de interpretarlos. Este es el caso de los conceptos de obras de compensación y obras de mejoramiento. Su importancia radica en que ambos términos se encuentran estrechamente vinculados a procesos que competen a los propietarios de inmuebles aledaños a la instalación de las torres, ciudadanos que no necesariamente están familiarizados con el lenguaje técnico o jurídico.

Cabe destacar que el Ministerio de Vivienda y Urbanismo, una vez publicada la Ley, realizó capacitaciones a las Direcciones de Obras Municipales, con el fin de poner en común ciertas interpretaciones de la norma que facilitarán la realización de las tareas a estas encomendadas, cuestión que da cuenta de la mayor preparación que demanda la norma para su entendimiento.

LEY POTENCIÓ LA INSTALACIÓN DE TORRES DE MENOR ALTURA

Es posible clasificar las torres soporte de la siguiente manera:

- Aquellas que requieren un permiso de instalación
- Las que requieren un permiso de instalación simplificado que no puede ser denegado
- Las que requieren únicamente aviso de instalación.

Es posible observar que la Ley impone menos requisitos y cargas para el concesionario que opta por la instalación de una torre de menor tamaño, llegando a no ser necesario el permiso para las

torres de tres o menos metros de altura y para aquellas que se adhieren a una edificación preexistente.

Lo anterior, ha resultado como un incentivo para la construcción de torres más pequeñas y de antenas adosadas a estructuras existentes, lo que contribuiría a una disminución del impacto urbanístico, evitando de este modo las torres más altas y más agresivas visualmente.

ÁREAS SENSIBLES: CRÍTICAS A SUS FUNDAMENTOS

Debate en torno a la figura

El concepto de área sensible fue discutido con frecuencia durante la fase de investigación, tanto por la ciudadanía como por ciertos implementadores. Las críticas al instrumento apuntan en varias direcciones:

- Su definición sería demasiado acotada. Respondería a una cuestión de sentido común en relación a la población que busca proteger, más que a un criterio objetivo.
- Se critica la protección que reciben las áreas sensibles, por cuanto hay quienes señalan que los límites de densidad de potencia para estas zonas, si bien son diez veces menores a los de las aquellas sin protección, no sería suficiente para garantizar que se evite en la mayor medida posible la eventualidad de producirse un daño asociado a la exposición a los campos electromagnéticos que generan los sistemas radiantes de telecomunicaciones.
- Se cuestiona la existencia misma de las áreas sensibles, indicando que debería establecerse un estándar más bajo al actualmente vigente, que rija en todo el territorio nacional, con independencia del fin o utilidad que se le den a determinados lugares.

Se recomienda:

Las siguientes alternativas para regular las áreas sensibles:

- a. Clarificar el bien jurídico que se busca proteger y establecer una adecuada protección que guarde coherencia con dicho bien.
- b. Reformar el concepto de área sensible, de manera que la protección tome en cuenta el mayor tiempo de exposición o permanencia de las personas en determinadas zonas.
- c. Discutir sobre la existencia de áreas sensibles, de manera de considerar una reducción de emisiones con un rango de densidad de potencia similar a la de estas áreas, pero con vigencia en todo el territorio nacional

No existe claridad sobre los criterios que fundamentan las normas de distanciamiento

Las razones que justifican las normas sobre distanciamientos de las áreas sensibles no son claras, en especial en las siguientes distinciones que efectúa la Ley respecto a dichas áreas:

- En cuanto a la armonización, colocalización y altura de las torres, no se entendería el motivo por el cual las normas de distanciamientos de las áreas sensibles sólo deben ser respetadas en la instalación de torres de más 18 metros, en todo caso, y de más de 12 metros sólo cuando no sean armonizadas ni diseñadas para colocalizar. La diferencia

establecida en favor de las torres armonizadas y colocalizadas frente a aquellas que no lo son, pero de una misma altura, es un tema debatido y cuyo fundamento no es claro.

- Respecto del régimen general y transitorio, no existe claridad sobre la razón por la cual el legislador optó por distinguir entre estos regímenes, en el sentido de imponer mayores requisitos a las torres antiguas mayores de 12 metros, frente a las torres nuevas armonizadas y colocalizadas de 12 hasta 18 metros, que sí pueden estar en, y cerca de, las áreas sensibles.
- En cuanto a las zonas urbanas y rurales, no hay evidencias respecto de la justificación sobre la que se sustenta la distinción entre áreas, por cuanto en zonas rurales las torres no deben respetar los distanciamientos de las áreas sensibles. De este modo, en área rural no existe límite de altura para las torres que estén en o cerca de, áreas sensibles.

Se recomienda:

- Establecer la obligación de distanciamiento de las áreas sensibles para todo tipo de torres mayores a 12 metros, sin importar sus características de colocalización o armonización.
- Eliminar la distinción entre zona urbana y rural respecto a los distanciamientos de áreas sensibles.

TERRITORIO URBANO SATURADO DE INSTALACIONES: UN CONCEPTO LIMITADO

A la fecha, la Subsecretaría de Telecomunicaciones mantiene en su página web las resoluciones por las cuales se han declarado zonas saturadas de estructuras soportes de antenas, existiendo 31 resoluciones en el año 2012, dos de 2013 y dos de 2014. A partir de estas resoluciones, se puede observar que existe un número importante de zonas decretadas, teniendo lugar la mayor cantidad de declaraciones el año 2012, año en que se promulgó la Ley N°20.599. Sin embargo, se advirtieron problemas en su actualización, por cuanto el catastro no contendría todas las zonas que van convirtiéndose en saturadas y la Subtel demoraría en incluirlas.

Además, en su aplicación práctica el concepto es limitado, por cuanto sólo rige para las torres de 12 a 18 metros no colocalizadas ni armonizadas y para las mayores de 18 metros en todo caso. En efecto, para las torres de 3 a 12 metros y para aquellas de más de 12 y menos de 18 armonizadas y colocalizadas, el permiso no puede ser denegado, aun cuando la torre se emplace en un territorio declarado como saturado. En cuanto a las torres regidas por el artículo 116 bis H (hasta tres metros de altura y ciertas estructuras señaladas) solo se requiere de un aviso y no se consigna expresamente mención alguna al territorio saturado.

Se recomienda:

- Ampliar el ámbito de aplicación de las zonas saturadas de estructuras soporte de antenas, a todos los tipos de torres.

- Incentivar una mejor actualización del catastro, mediante una mejor coordinación y comunicación entre las Municipalidades y la Subtel.

CIUDADANOS VEN ARMONIZACIÓN COMO UN ENGAÑO PARA ESCONDER POSIBLES RIESGOS

En cuanto a la armonización, el catálogo publicado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo es valorado como positivo por parte de los implementadores, en especial en cuanto a los modelos naturales, los que tendrían mayor aceptación dentro de la comunidad.

Sin embargo, las herramientas de armonización habrían tenido un efecto adverso no previsto, consistente en la negativa visión que éstas han generado en la ciudadanía. Las personas afectadas las ven como un encubrimiento de las eventuales consecuencias negativas de las antenas, una especie de engaño por parte de las empresas, más que como una adecuada solución a un problema urbanístico.

La figura fue entendida como una estrategia para olvidar la existencia de las antenas y los riesgos percibidos que estas conllevan. En esta misma línea, el catálogo fue valorado negativamente por la ciudadanía debido a que no se estaría utilizando de manera correcta, ya que se instalan antenas camufladas en lugares donde no corresponderían.

OBRAS DE MEJORAMIENTO: VALOR REDUCIDO Y ESPACIO RESTRINGIDO PARA SU EMPLAZAMIENTO

Respecto de las obras de mejoramiento relacionadas con las torres ya existentes al momento de dictación de la Ley, las normas transitorias señalan que en los territorios saturados de instalación de estructuras las torres se deben agrupar en un solo soporte. Sin embargo, de no existir acuerdo entre los concesionarios, se deben ejecutar obras de mejoramiento equivalentes a un porcentaje del valor de reemplazo de la torre. Con relación a este valor, la Contraloría General de la República ha señalado que incluye sólo la torre y excluye, entre otros, las antenas, siendo estas últimas de mayor costo. Por lo anterior, estas obras serían de tan bajo monto que no incentivarían a la colocalización, perdiendo la norma su objetivo.

El régimen general contempla la realización de obras de mejoramiento del espacio público asociadas a la instalación de torres de más de 12 metros de altura, por lo que el alcance de esta figura es restringido.

Algunos implementadores señalan las desventajas que conlleva que las obras sólo puedan efectuarse en espacios públicos, cuestión que también se aplica al régimen transitorio. Lo anterior,

por cuanto excluye la posibilidad de que el concesionario acuerde con una junta de vecinos realizar una obra que los beneficie directamente, por ejemplo, en su sede social.

En cuanto a las críticas realizadas a las obras compensatorias, se detectó en la percepción de la ciudadanía que existe una confusión entre la figura y la compensación que recibe por parte de los concesionarios el dueño del terreno donde se emplazan las antenas, opinión que se traduciría en una calificación negativa de la figura. Además, los entrevistados mencionaron que muchas veces las obras compensatorias entregadas no son necesarias, es decir las obras realizadas no contemplan las necesidades reales de los barrios donde se instalan las torres.

Se recomienda:

- Establecer de forma expresa un estatuto homogéneo entre el régimen general y el transitorio, de manera que las obras de compensación llevadas a cabo en cada uno de los casos, sean de una cuantía similar.
- Para efectos de mayor claridad, señalar de forma expresa que el cálculo de las obras de mejoramiento debe considerar el porcentaje del costo total de la torre, tal como lo señala la letra C del artículo 116 bis F, comprendiendo estructuras, sistemas radiantes, equipos, sistemas anexos, rentas de arrendamiento, entre otros.
- Ampliar el objeto de las obras de compensación o mejoramiento, en el sentido de no restringir a bienes públicos, extendiendo el radio y otorgándole mayor libertad y mayor espacio de acuerdo para los concesionarios y vecinos.
- Encomendar al MINVU la elaboración de una tabla referencial que considere los valores de emplazamiento de torres y sus anexos, con el fin de que las Direcciones de Obras Municipales puedan constatar que el presupuesto acompañado por el solicitante efectivamente guarde relación con el monto total de instalación de la torre.

COLOCALIZACIÓN: HERRAMIENTA EFECTIVA PARA LA DISMINUCIÓN DE BOSQUES DE TORRES

Existen en la Ley normas que incentivan, privilegian, protegen, y en algunos casos, obligan a la colocalización por parte de los concesionarios. Esta figura es valorada como positiva por los implementadores en general, en el sentido de propender a incentivar que se comparta infraestructura y evitar las aglomeraciones de torres, previniendo el impacto urbanístico negativo.

Cabe destacar que existe a nivel nacional un total de 7.744 torres colocalizadas, siendo las regiones de Santiago (2.099), Bío Bío (990) y Valparaíso (968), las que concentran el mayor número de torres bajo esta categoría.

Se recomienda:

- Mantener los incentivos, privilegios, obligaciones y protección a la colocalización.

NO EXISTE COMPENSACIÓN EFECTIVA PARA LA DEVALUACIÓN DE INMUEBLES

La protección económica que entrega la Ley frente a la devaluación de los inmuebles aledaños a la instalación de una torre, es considerada limitada por los implementadores por los siguientes motivos:

- Constituye una facultad del Servicio de Impuestos Internos, entendiéndose que debe probarse la objetiva depreciación, y queda a criterio del organismo concederla.
- Sólo permite una eventual disminución de contribuciones, mas no una efectiva compensación por el daño patrimonial causado.

Sumado a lo anterior, los implementadores señalaron no tener conocimiento si dicha norma está operando y si existe un procedimiento establecido para esta solicitud. Consultado el Servicio de Impuestos Internos mediante oficio, a la fecha de redacción del informe no fue recibida respuesta.

En relación a la percepción que tiene la ciudadanía respecto de este tema, realizan una calificación negativa, debido a que su aplicación es limitada por cuanto no todas las viviendas ubicadas en el rango contemplado pagarían contribuciones. Asimismo, la retasación se debería a una devaluación de las propiedades, lo que es percibido por los vecinos como un atentado contra su patrimonio. Finalmente se consideró que el rango contemplado para la aplicación de esta figura sería insuficiente, quedando inmuebles que sufren devaluación sin reajuste de contribuciones.

Se recomienda:

- Fijar un procedimiento objetivo y público por el cual se realice la solicitud.
- Estudiar las posibilidades de una protección económica más amplia, en subsidio o compatible con la anterior.

ZONAS PREFERENTES: POCOS INCENTIVOS PARA UNA HERRAMIENTA BIEN EVALUADA

Las zonas preferentes constituyen una importante herramienta de planificación urbana que podría ser utilizada para disminuir el impacto negativo de la instalación desarticulada de torres en una ciudad. Asimismo, su utilización se presenta como una importante ventaja económica para las municipalidades, quienes podrían verse beneficiadas con los ingresos generados por el emplazamiento de estas torres.

La mayor utilidad de la designación de zonas preferentes estaría dada por su entendimiento como criterio de búsqueda, más que como lugares determinados o secciones en una comuna. Por ejemplo, incluir en dicho concepto las plazas, bandejones centrales o postes de alumbrado público.

Además de lo anterior, la designación de dichas zonas a través de ordenanza municipal podría contribuir a mejorar las relaciones entre la municipalidad, concesionarios y vecinos.

Sin embargo, se critica que la herramienta esté concebida únicamente dentro del marco de las torres de más de 18 metros, en todo caso, y las de más de 12 hasta 18, que no estén armonizadas ni diseñadas para colocalizar, dejando fuera todo el resto de las categorías.

Sin perjuicio de lo anterior, la casi nula aplicación de la figura en las comunas de nuestro país, se presenta como un obstáculo que ha dejado las buenas intenciones del legislador sin poder concretarse en los beneficios esperados.

Para la ciudadanía consultada, existe consenso en que las antenas no debiesen ser instaladas en terrenos privados, dando prioridad a su emplazamiento en espacios públicos. Esto debido a que la instalación de antenas en los primeros sería causa de diversos conflictos sociales en los barrios.

Se recomienda:

- Incentivar la dictación de la ordenanza municipal sobre zonas preferentes, a través de información y capacitación a los Municipios del país en torno a los beneficios de la figura.
- Entender las zonas preferentes como un criterio de búsqueda, incluyendo categorías de bienes nacionales de uso público o municipales, más que lugares determinados.
- Ampliar su ámbito de aplicación a las torres de todos los tamaños.
- Establecer a través de la Ley N°20.599 un plazo para la dictación de la ordenanza por parte de los municipios.

PARTICIPACIÓN CIUDADANA: REDUCIDO MARGEN DE ACCIÓN

Vecinos con escasa injerencia en el proceso de autorización de torres

Las instancias de participación ciudadana no habrían dado satisfacción a la población, por cuanto sólo se trata de un derecho a optar entre un diseño de torre armonizada o la realización de obras de compensación, mas no permite oponerse a la instalación de una torre.

Parte de la ciudadanía cree que su injerencia en el procedimiento es mayor a la que establece la Ley, que incluso permitiría impedir que se emplazara una torre. Sin embargo, la realidad es que sólo se trata de un derecho a optar dentro de un marco reducido de posibilidades. A este respecto, no existió consenso entre los entrevistados respecto a si sería positivo otorgar mayor poder de decisión a los vecinos en este punto.

Sobre los plazos contemplados en el procedimiento y la participación de los propietarios de los inmuebles aledaños, la investigación pudo constatar que el tiempo estimado para que éstos tomen conocimiento de la instalación y se organicen es demasiado breve y no aseguraría una

adecuada participación de la ciudadanía tendiente a ejercer correctamente los derechos que la Ley le confiere.

También desde los foros ciudadanos, se señalaron ciertas prácticas por parte de las empresas de instalación de torres soporte que se encontrarían afectando negativamente la capacidad de participación de los vecinos. Entre estos se encuentran la instalación de las antenas durante la noche e irregularidades en la entrega de las cartas de notificación de instalación de una antena, las que en algunos casos, van sin indicación de fecha completa, son enviada a personas fallecidas, a personas que ya no viven en la zona indicada en la Ley o fuera del plazo legal. Lo anterior, da cuenta de que se precisa de un mayor control sobre este punto por parte de las Direcciones de Obras Municipales, órganos encargados de verificar la concurrencia de todos los requisitos exigidos por la Ley para el emplazamiento de torres soporte de antenas.

Debido a que las herramientas de participación ciudadana son percibidas como insuficientes, fue posible identificar ciertas estrategias desarrolladas por la ciudadanía con la finalidad de oponerse a la instalación. Por un lado, han decidido formar alianzas estratégicas con los alcaldes con la finalidad de movilizar recursos y obtener apoyo de las autoridades para enfrentarse a las empresas. Por otro lado, los distintos barrios se han organizado desarrollando movimientos de protesta social con la finalidad de impedir el proceso de instalación de las antenas.

Se recomienda:

- Fortalecer el rol de la DOM, de manera tal que cuente con herramientas que le permitan constatar de forma eficaz la concurrencia de los requisitos establecidos en la Ley, particularmente la comunicación a los vecinos propietarios y a las juntas de vecinos respectivas y las alturas reales de las torres que se emplacen.
- Reformular la participación de la ciudadanía dentro del proceso de autorización de la Ley, ampliando los plazos con que cuentan los vecinos para organizarse

Recursos de protección: insistencia ante un instrumento poco efectivo

El recurso de protección es una herramienta que ha sido frecuentemente utilizada por la ciudadanía para impugnar la instalación de torres soporte y antenas en las cercanías de sus hogares.

Sin embargo, las cifras encontradas en cuatro Cortes de Apelaciones del país indican que de aquellos recursos finalizados interpuestos desde 2009 a la fecha, excluyendo aquellos desistidos por las partes, un 96% ha sido denegado, sea por la vía de sentencia rechazada o por haber sido declarados inadmisibles. Lo anterior, frente a un 4% que incluye aquellas sentencias que acogieron los recursos, en su mayoría sólo parcialmente.

Asimismo, de aquellas sentencias que rechazaron los recursos de protección y que fueron posteriormente apeladas ante la Corte Suprema, todas fueron confirmadas por dicho tribunal, manteniendo el criterio de las Cortes de Apelaciones.

De este modo, los criterios de las Cortes de Apelaciones y Suprema han sido estables. De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, ningún recurso de protección ha sido acogido estando el concesionario en respeto de la normativa respectiva. Las alegaciones referentes a potenciales o efectivos daños a la integridad física y psíquica, contaminación ambiental, y afectaciones al derecho de propiedad no han sido eficaces para cambiar el razonamiento jurisprudencial.

En efecto, los argumentos presentados parecen indicar que ciudadanos y autoridades manejan información divergente. Lo anterior, por cuanto la jurisprudencia analizada fue firme en manifestar la falta de evidencia sobre los daños a la salud que producirían las antenas y en afirmar que la protección al medio ambiente se encontraría debidamente cautelada. En cuanto a la devaluación comercial de los inmuebles aledaños, los recursos analizados indican que las Cortes los desecharon por falta de prueba principalmente, pero también por ser objeto de un juicio de lato conocimiento y no de una acción breve como el recurso de protección.

Todo lo anterior da cuenta de una importante dificultad que presenta la Ley N°20.599. La insistencia de la ciudadanía de interponer este tipo de recursos a pesar de lo prescrito por la Ley y la jurisprudencia indica un alto nivel de desconocimiento sobre la influencia que tienen los vecinos en la instalación de una antena. La participación ciudadana en esta materia está limitada a las obras de mejoramiento y armonización, no teniendo lugar en la decisión sobre la instalación de la torre en un espacio determinado. Sin embargo, las cifras sobre los recursos de protección muestran que la ciudadanía entiende que su rol es otro.

Se recomienda:

- Informar a la población sobre los reales alcances de su participación en el proceso de instalación de una torre.

Oposición por razones técnicas: una herramienta compleja y lejana para la ciudadanía

El inciso sexto de la letra E del Art. 116 bis F señala que los propietarios de los inmuebles que se encuentren total o parcialmente dentro del área descrita en el literal E del Art. 116 bis F pueden “oponerse a la instalación de la torre soporte de antenas y sistemas radiantes, por razones técnicas, en conformidad al Art. 15 de la Ley General de Telecomunicaciones. Estas razones técnicas se relacionan al detalle pormenorizado de la instalación y operación de la concesión, el tipo de servicio, la zona de servicio, los plazos para su ejecución y demás antecedentes legales y reglamentarios.

Se constató una diferencia en la redacción de la norma contenida en la Ley N°20.599 y la de la Ley General de Telecomunicaciones. Lo anterior, debido a que la Ley N°20.599 señala que los vecinos pueden oponerse a la instalación de una torre aludiendo a razones técnicas, mientras que la Ley General de Telecomunicaciones establece una oposición al otorgamiento o modificación de una concesión.

Esto genera un cierto grado de confusión en la ciudadanía, toda vez que la Ley N°20.599 se remite al Art. 15 de la Ley General de Telecomunicaciones, posibilitando la oposición a la torre misma por parte de los propietarios afectados, siendo que esta Ley lo que en definitiva permite es oponerse a la concesión, o a su modificación, situaciones que material y temporalmente son distintas, haciendo confusa su utilización.

No existiría una vía accesible a los vecinos para oponerse por razones técnicas, sino que al contrario, existen desincentivos y obstáculos, toda vez que este procedimiento, exige por su naturaleza, de una preparación técnica que habilite a formular un reclamo fundado. Para utilizar esta herramienta se requiere, por tanto, de la asesoría de un abogado y de un técnico experto en la materia.

Otra dificultad es que los reclamantes pueden ser condenados a pagar las costas y eventualmente una cuantiosa multa en el evento de ser rechazada la oposición.

Con el fin de potenciar el uso de la oposición por razones técnicas se recomiendan las siguientes alternativas:

- a. Modificar la disposición que impone el pago de las costas del juicio en el evento de que la oposición sea rechazada íntegramente, con la posibilidad de graduar las costas atendida la plausibilidad de la oposición, las condiciones económicas del oponente y la buena o mala fe con que éste haya actuado en el proceso, pudiendo también, por resolución fundada, no condenarse en costas.
- b. Fortalecer la facultad fiscalizadora de la SUBTEL, de manera que garantice un adecuado cumplimiento de todas las exigencias técnicas y brinde seguridad a la ciudadanía en el sentido de que no estarán expuestos a sufrir daño proveniente de una torre o de una antena, sin perjuicio de mantener este mecanismo de oposición como una herramienta de carácter excepcional.

NIVEL DE CONOCIMIENTO DE LA LEY POR PARTE DE LA CIUDADANÍA

Se determinó que existiría un bajo conocimiento de la Ley, lo cual se asociaría al carácter técnico de la norma. En lo que se refiere al conocimiento de la materia que ésta regula, la ciudadanía logró identificar correctamente sus dos objetivos: resguardar los impactos a la salud y reducir los impactos urbanísticos de las torres. Sin embargo la ciudadanía percibiría que ambos objetivos no

se estarían cumpliendo. Esta percepción, sumada a otros elementos encontrados durante la investigación, provocaría que la población perciba una Ley destinada a resguardar los intereses económicos de las empresas.

En cuanto al conocimiento técnico de la norma, se identificó que los entrevistados poseen poca información, especialmente para ciertas figuras más técnicas, a saber, las áreas sensibles y las zonas saturadas. Este bajo nivel de conocimiento, sumado a las experiencias que los entrevistados pudieron dar a conocer, se traducen en una evaluación negativa para ambas figuras.

Se recomienda:

- Fomentar la capacitación de las organizaciones vecinales en relación a las herramientas que la Ley N°20.599 confiere a la ciudadanía para participar en el proceso de instalación de una torre.

REGULACIÓN DE EMISIONES: CUESTIONAMIENTOS SOBRE VALORES NORMADOS Y EL BIEN A PROTEGER

Críticas a los límites de densidad de potencia

Existe cuestionamiento respecto a que la regulación de emisiones considere el promedio de los límites establecidos por los cinco países más exigentes de la OCDE. Los niveles por ellos considerados, a juicio de algunos entrevistados, no serían los más restrictivos a nivel global. Al comparar las cifras internacionales con las nacionales, es posible concluir que esto sólo se cumple en relación a las áreas sensibles, y en el resto del país el límite se superaría en diez veces.

A este respecto, están contempladas en la Ley tres normas reglamentarias que regulan materias distintas, pero que de alguna manera tocan un mismo objeto, a saber:

- La norma técnica sobre requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones y equipos que indica, de servicios de telecomunicaciones que generan ondas electromagnéticas, dictada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones, busca resguardar el buen funcionamiento de las telecomunicaciones para evitar interferencias perjudiciales a los servicios de telecomunicaciones.
- La Ley N°20.599 establece en su artículo 116 Bis E, inciso 6°, que será la SUBTEL la encargada de definir las áreas sensibles de protección, sin explicitar la justificación o criterios utilizados para su determinación.
- En la letra B del artículo 7° de la Ley General de Telecomunicaciones, reformado por la Ley N°20.599, se encomienda al Ministerio del Medio Ambiente establecer los límites especiales de densidad de potencia en los casos de establecimientos hospitalarios, asilos de ancianos, salas cuna, jardines infantiles y establecimientos educacionales, mismos recintos considerados por la norma como áreas sensibles.

De este modo, los criterios bajo los cuales la Subsecretaría de Telecomunicaciones y el Ministerio del Medio Ambiente deben regular las emisiones de ondas electromagnéticas no ionizantes, es un tema poco claro.

En cuanto a la fiscalización de los límites establecidos en la norma técnica, las facultades de la Subtel sólo se ejercen cuando se solicita una autorización, cuando se recibe la obra terminada y a petición de una persona interesada, por lo que no existiría actualmente un monitoreo y un control permanente de los estándares de emisión que se encuentran vigentes.

Se recomienda:

- Modificar la referencia a los estándares internacionales, de manera que se considere el promedio más exigente a nivel global, con independencia de la pertenencia a un grupo de países
- Determinar o explicitar los criterios bajo los cuales la norma de emisiones decretada por la Subsecretaría de Telecomunicaciones y la que debe establecer el Ministerio del Medio Ambiente se rigen, con el fin de que exista un valor consensuado o dos valores en razón del bien a proteger, principalmente en lo referido a áreas sensibles.
- Una fiscalización más activa, constante y cuyos resultados sean de público conocimiento.
- Realizar un monitoreo permanente de los niveles de emisión, a disposición de la ciudadanía.

Norma de calidad ambiental o de emisiones sigue en su primera fase de estudio

A dos años de la implementación de la Ley, el Ministerio del Medio Ambiente no ha dictado la norma de calidad ambiental o de emisiones que la Ley le mandata, encontrándose en la primera fase de elaboración del anteproyecto, con un comité operativo ya constituido, pero solo con dos sesiones realizadas, además de un expediente público abierto con antecedentes, estudios y publicaciones científicas sobre el potencial daño que este tipo de emisiones generan en la salud.

Cabe destacar, que existen opiniones divergentes sobre las características que la norma ambiental debiese tener:

- Bien a proteger

Para el Ministerio del Medio Ambiente al no estar expresado explícitamente en la Ley los fines para los cuáles se solicita dictar la norma de emisiones, el bien que busca proteger no estaría claro, situación que impediría establecer valores para la densidad de potencia.

Cabe destacar que durante la discusión de la norma, el potencial daño a la salud que podría provocar en las personas la exposición a este tipo de ondas electromagnéticas fue una de las principales razones para legislar sobre esta materia. Adicionalmente, la Ley N°20.599 señala que deberán existir límites de densidad de potencias especiales en el caso de establecimientos

hospitalarios, asilos de ancianos, salas cuna, jardines infantiles y establecimientos educacionales, los mismos lugares consignados como áreas sensibles.

Mientras el Ministerio del Medio Ambiente sigue trabajando en la elaboración de la norma, los operadores deben respetar la norma técnica emitida por la Subsecretaría de Telecomunicaciones que, según señala la Ley N°20.599, indica niveles de emisión para evitar interferencias perjudiciales a los servicios de telecomunicaciones (Art. 7° de la Ley General de Telecomunicaciones, reformado por la Ley N°20.599).

- Estudios recabados sobre la materia

En relación a los estudios recabados por el Ministerio del Medio Ambiente sobre la materia, es importante destacar que en su mayoría corresponden a análisis de fuentes secundarias, meta-análisis que se basa en estudios internacionales que también son aplicables a la realidad nacional.

La Ley N°20.599 en su artículo 3° crea un fondo concursable para el desarrollo de investigaciones primarias o secundarias sobre el impacto de la operación de sistemas radiantes de telecomunicaciones. Según el mandato legal, el fondo debe ser administrado por CONICYT, con recursos de la Subsecretaría de Telecomunicaciones o donaciones y aportes de personas naturales o jurídicas, públicas o privadas. Lo anterior con el fin de apoyar la adopción de políticas públicas tendientes a estudiar el impacto sobre la salud de las personas, la urbanística y el medio ambiente.

El fondo antes señalado no ha sido implementado por la Subtel, por lo que la Comisión Nacional de Investigación científica y Tecnológica no ha recibido recursos para tales efectos. En la actualidad, ambas instituciones se encuentran coordinando el desarrollo de un protocolo para implementar el mandato de la Ley.

Se recomienda:

- Que el Ministerio del Medio Ambiente determine los valores máximos permitidos para regular las emisiones de ondas electromagnéticas provenientes de las antenas celulares.
- Agilizar la implementación de este fondo concursable, por cuanto aportaría al real objetivo que la Ley se planteó con la dictación de esta herramienta, que es la elaboración de políticas públicas y normativas asociadas basadas en investigaciones nacionales.

Educar a la ciudadanía ayudaría a una mejor comprensión sobre la materia

Entrevistados y ciudadanía demandan un rol más activo del Ministerio de Salud como la institución pública más adecuada para desarrollar educación sanitaria sobre el impacto de las ondas electromagnéticas no ionizantes en la salud de las personas. Su participación permitiría orientar a la ciudadanía, aclarar dudas y potenciar un diálogo entre las instituciones y las juntas vecinales que abriera espacios de debate y permitiera disminuir la percepción de riesgo de quienes se sienten afectados frente a la instalación de un sistema desconocido.

La falta de información confiable y accesible para la población respecto a los niveles de emisión de ondas electromagnéticas de las antenas instaladas en sus barrios, acrecentaría las preocupaciones de la población respecto a los daños a la salud que provocarían las antenas.

Se recomienda:

- Educar a la población sobre los potenciales efectos a la salud y el funcionamiento del sistema de telefonía celular ayudaría a una mejor comprensión sobre la materia.
- Implementar un sistema de monitoreo continuo, que permita a la ciudadanía informarse sobre las emisiones de las antenas en tiempo real, con el fin de disminuir su incertidumbre.

POTENCIALES DAÑOS A LA SALUD DE LAS ANTENAS CELULARES: UNA DISCUSIÓN SIN ACUERDO DEFINITIVO

Posiciones divergentes en una materia que debe seguir siendo investigada

Desde el área de la medicina existen diversas perspectivas u opiniones sobre el potencial daño que generan la radiación emitida por las antenas celulares. Entre estas posiciones se encuentran

- La Organización Mundial de la Salud, que establece que no existen estudios concluyentes sobre daños a la salud provocados por las antenas, pero que recomienda seguir investigando, debido a la incertidumbre sobre efectos en la hipersensibilidad a campos electromagnéticos, exposiciones en los niños y otras poblaciones específicas de riesgo, posibles efectos no térmicos producto de exposición a largo término (sobre 10 años de exposición). Esta postura estaría respaldada en los estudios realizados por el Comité Internacional para las Radiaciones No- Ionizantes (ICNIRP).
- Quienes aceptan los estudios de la OMS- ICNIRP, pero consideran que debiesen establecerse niveles de emisiones más bajos que los actualmente recomendados, en función del principio precautorio. Entre estos encontraríamos las conclusiones de la Comisión Europea, seguido por gran parte de los países firmantes, así como las del grupo de Seletun, panel de científicos y expertos que estiman que los límites propuestos por la ICNIRP son inadecuados y obsoletos en relación a la exposición prolongada de baja intensidad. Estos últimos acordaron que la exposición a campos electromagnéticos debiera ser reducida en lugar de esperar a que existan pruebas de daño.
- Aquellos que cuestionan los estudios publicados por la OMS, tanto por su trazabilidad como por efectuar estudios sobre personas sanas. Para estos el hecho de que la OMS considere un grado de incertidumbre frente a la exposición de las personas a largo plazo, es suficiente motivo para que las naciones se rijan por emisiones de muy bajo nivel, con el fin de garantizar la protección a la salud.

Aun cuando estudios realizados por los organismos internacionales competentes en la materia, no han encontrado evidencia sólida sobre los efectos adversos para la salud asociado de forma directa a las antenas celulares, existe un gran número de preguntas en relación con los riesgos para la salud ligados a las emisiones de radiofrecuencias.

Se recomienda:

- La revisión constante sobre los avances científicos y nueva evidencia disponible aportada por las investigaciones, acorde a la velocidad de desarrollo de las telecomunicaciones.

La fuente y el tiempo de exposición a las emisiones sería un factor poco estudiado

Actualmente, y de acuerdo a estudios recientes, se ha llegado a establecer con algún grado de certeza que la fuente de exposición a campos electromagnéticos tiene efectos diferentes en las personas. De esta manera, el uso prolongado de aparatos de telefonía móvil y redes inalámbricas instaladas al interior de los hogares, presentarían un riesgo para la salud mayor que generan las antenas.

En este sentido, el Centro Internacional de Investigación sobre el Cáncer, organismo de investigación dependiente de la OMS, ha clasificado en 2011 como *“posiblemente cancerígeno para el hombre”* el uso prolongado de aparatos de telefonía celular y el riesgo de aparición de glioma. Esta clasificación reconoce que podría existir un riesgo asociado a la exposición sostenida a las emisiones de estos dispositivos, formulando recomendaciones preventivas sobre el uso moderado de teléfonos celulares, privilegiar utilización de manos libres y comunicación vía texto, así como desaconsejar el uso sostenido en menores de 10 años.

En relación a la exposición a las antenas transmisoras y estaciones base, los estudios no arrojan evidencia concluyente y el riesgo a la salud producto de estas emisiones continúa siendo descartado por la OMS. Sin embargo, la exposición a dosis muy bajas, como el que es emitido por las estaciones base durante un período de tiempo prolongado, es decir superior a 20 años, se encuentra escasamente estudiado, encontrando como obstáculo adicional el hecho que la telefonía celular es una tecnología relativamente joven en que los eventuales efectos a largo plazo no son aun observables.

Se recomienda:

- Establecer canales adecuados de información y orientación de la población, tendiente a promover la confianza, identificación de factores de riesgo, comunicación y socialización sobre riesgos eventuales.
- Generar mecanismos de prevención y cuidado, sugerencias sobre correcta utilización del servicio de telefonía móvil.

Principio precautorio: criterio adoptado y recomendado por gobiernos y organismos internacionales

Ante la incertidumbre científica, la tendencia a nivel mundial ha sido la de adoptar criterios exigentes y restrictivos en materia de campos electromagnéticos de radiofrecuencia, generando normas que establecen límites muy por debajo de lo considerado perjudicial para la salud. Lo anterior, se fundamenta en que existiendo en la actualidad interrogantes y datos no concluyentes respecto a los riesgos producidos por la exposición a este tipo de tecnología, los estándares a adoptar debiesen ser los más exigentes, siempre que estos permitan el correcto funcionamiento de los operadores de telefonía, asegurando un buen servicio a la población.

Se recomienda:

- Poner especial énfasis en el principio de precaución toda vez que persista un grado importante de incertidumbre científica respecto de la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia.
- Establecer límites a las normas de emisiones lo más exigente posibles en tanto no vaya en perjuicio de la calidad del servicio de telefonía móvil.

Antenas y torres: las percepciones de riesgo que inquietan a la ciudadanía

Respecto a la percepción de los riesgos o beneficios que posee la ciudadanía sobre las antenas, se puede concluir que existe cierto temor entre la población, siendo posible identificar temores asociados a:

- Daños a la salud
- Daños psicológicos asociados a vivir cerca de una antena
- Riesgos físicos ligados a estas estructuras.

Cabe destacar que la ciudadanía presenta altos niveles de información sobre estos temas, siendo sus principales fuentes la Organización Mundial de la Salud, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) y el contacto con diversos expertos en la materia, entre los que encontramos al Dr. Andrei Tchernitchin de la Universidad de Chile y al Doctor en Ingeniería Eléctrica Ricardo Olivares, académico de la Universidad Técnica Federico Santa María.

Capítulo VIII

BIBLIOGRAFÍA

CAPÍTULO VII. BIBLIOGRAFÍA

1. PUBLICACIONES

Centre International de Recherche sur le Cancer. (2011). Le CIRC classe les champs électromagnétiques comme “peut-être cancerogènes pour l’homme”. Comunicado de prensa N°208.

Conferencia Internacional sobre la ubicación de antenas para móviles. Ciencia Aplicada y Salud Pública. (2000). Resolución de Salzburgo sobre las estaciones base de telecomunicaciones de móviles, Conferencia Internacional sobre la ubicación de antenas para móviles Ciencia Aplicada y Salud Pública Salzburgo.

European Commission. Publications office. (2006). Health and electromagnetic fields, EU-funded research into the impact of electromagnetic fields and mobile telephones on health.

Fragopoulou A. Grigoriev Y. Johansson O. Margaritis L. Morgan L. Richter E. Sage C. (2010) Scientific Panel on Electromagnetic Field Health Risks: Consensus Points, Recommendations, and Rationales Scientific Meeting. *Reviews on environmental health, volume 25* (n° 4).

Oberfeld, Gerd y König Christoph. (2000). The Salzburg Model: A Precautionary Strategy for Siting of Base Stations. International Conference on Cell Tower Siting. Linking Science and Public Health Federal State of Salzburg, Public Health Department, Environmental Health and University of Vienna, Institute of Environmental Health.

OMS (2005). Estableciendo un dialogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos. Radiación y salud ambiental, Departamento de protección del ambiente humano.

OMS (2006). Los campos electromagnéticos y la salud pública, Estaciones de base y tecnologías inalámbricas. Nota descriptiva N°304.

Ponce Arqueros, Patricio. (2009). La colocación de antenas en telecomunicaciones y su normativa urbana vigente internacional. Documento elaborado a solicitud de Asesorías e Inversiones Urbanica Ltda., para la Comisión de Obras Públicas, Transporte y Telecomunicaciones de la Cámara de Diputados.

Romero, Verena. (2014). Análisis de la Ley 20.599. Departamento de Medio Ambiente y Salud Colegio Médico de Chile.

Saavedra, Gonzalo. (2013). Evaluación de las radiaciones no ionizantes emitidas por las antenas de telefonía celular. Informe de memoria de título para optar al título de Ingeniero Civil en Telecomunicaciones. Concepción, Universidad de Concepción, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Eléctrica.

SERNAC. (2014). Ranking de Reclamos en Telecomunicaciones. Sernac – Subtel. Recuperado en julio de 2014, disponible en: <http://www.sernac.cl/wpcontent/uploads/2014/01/Ranking-Reclamos-Telecomunicaciones-2013.pdf>.

SUBTEL. (2014). Información Estadística. Series estadísticas e informes anuales del sector telecomunicaciones. Recuperado en junio de 2014, <http://www.subtel.gob.cl/informacion-estadistica-actualizada-e-historica4/informacion-estadistica4>.

Tchernitchin A, Riveros R. (2004). Efectos de la Radiación Electromagnética sobre la Salud. *Cuadernos médico sociales del Colegio Médico de Chile (A.G) vol. 44 (n°4)*.

2. HISTORIA DE LA LEY

Historia de la Ley N°20.599 que Regula la Instalación de Antenas Emisoras y Transmisoras de Servicios de Telecomunicaciones.

Historia de la Ley N°18.168 General de Telecomunicaciones.

3. NORMAS

Circular N°198 del Departamento de Salud Pública del Estado de Salzburgo. Noviembre de 2007.

Ley N°20.599 que Regula la Instalación de Antenas Emisoras y Transmisoras de Servicios de Telecomunicaciones.

Ley N°18.168 General de Telecomunicaciones.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Resolución Exenta N°9741, de 30 de noviembre de 2012, Catálogo o Nómina de diseños de torres soporte de antenas y sistemas radiantes de transmisión de telecomunicaciones.

Subtel, Resolución Exenta N°505, de 8 de mayo de 2000, Fija norma técnica sobre requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones de servicios de telecomunicaciones que generan ondas electromagnéticas.

Subtel, Resolución Exenta N°403, 30 de abril de 2008, Fija norma técnica sobre requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones de servicios de telecomunicaciones que generan ondas electromagnéticas.

Subtel, Resolución Exenta N°3103, 18 de Junio de 2012, Fija norma técnica sobre requisitos de seguridad aplicables a las instalaciones de servicios de telecomunicaciones que generan ondas electromagnéticas.

4. OFICIOS

Contraloría General de la República, Oficio N° 54027, de 23 de agosto de 2013.

Dirección General de Aeronáutica Civil, Oficio N°05/0/644453 de 21 de julio de 2014.

Empresa Correos Chile, Oficio N° 19 de 25 de junio de 2014.

Ministerio de Vivienda y Urbanismo. División de Desarrollo Urbano, Oficio N°424 de 1 de agosto de 2014.

Subsecretaría de Telecomunicaciones, Oficio N°6486 de 11 de julio de 2014.





FACULTAD DE COMUNICACIONES
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE



PROYECTO MESAS DE TECNOLOGÍA ATELMO-UC 2014 “Radiaciones electromagnéticas y Telefonía Móvil”

I.- PROGRAMA

- **Tema:** Radiaciones electromagnéticas y Telefonía Móvil.
- **Fecha:** martes 28 de octubre de 2014.
- **Hora:** 09.00 a 11.00 hrs.
- **Lugar:** sala Hugo Miller, quinto piso Facultad de Comunicaciones PUC, ingreso por Alameda 340.
- **Formato:** mesa de conversación y debate.
- **Conductor:** profesor Francisco Fernández¹.

BLOQUE 1: INTRODUCCIÓN

- **09.00 hrs.** Introducción Francisco Fernández.
- **09.00 a 09.05 hrs.** Bienvenida de Guillermo Pickering, presidente ejecutivo Atelmo.

BLOQUE 2: RONDA DE EXPOSICIONES Y DEBATE ABIERTO

- **09.15 hrs.** Introducción.
- **09.20 hrs.** Debate.
- **11.00 hrs.** Cierre.

II.- METODOLOGÍA

- a) Cada mesa contará con la presencia de entre 10 y 12 personas, quienes se ubicarán en una mesa con forma de U.
- b) El profesor Francisco Fernández va a moderar la reunión. El profesor Eduardo Arriagada será el encargado este año de la elaboración del paper.
- c) Las mesas serán grabadas en audio y video.
- d) El contenido será transcrito y resumido en un *paper* por parte de la FaCom.
- e) Existirá un registro fotográfico de las cuatro sesiones para incluir estas imágenes en el *paper*.

¹ Periodista UC, Doctor en Periodismo y Ciencias de la Comunicación, Universidad Autónoma de Barcelona. Profesor e investigador jornada completa, área medios digitales y narrativa interactiva, Departamento de Comunicación Aplicada, Facultad de Comunicaciones.

III.- EJES PARA EL DEBATE MESA RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS

Introducción

Desde hace años existe un debate sobre los efectos en la salud que podría provocar el uso de teléfonos móviles y/o la exposición a las radiaciones electromagnéticas generadas por las antenas de celulares. En este contexto, en el mundo se han generado diversos estudios e investigaciones para responder a esta inquietud, los que no han sido concluyentes o bien han sido criticados por una u otra visión. Ello se ha traducido desconfianza en uno y otros resultados y en suspicacia en cuanto a los intereses que hay detrás de las investigaciones.

Contexto mundial

- ❖ En su nota N° 193, fechada este mes de octubre de 2014, denominada “Campos electromagnéticos y salud pública: teléfonos móviles”, la Organización Mundial de la Salud (<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/>), se lee:
- ❖ En los dos últimos decenios se ha realizado un gran número de estudios para determinar si los teléfonos móviles pueden plantear riesgos para la salud. Hasta la fecha no se ha confirmado que el uso del teléfono móvil tenga efectos perjudiciales para la salud.
- ❖ Los móviles se comunican entre sí emitiendo ondas de radio a través de una red de antenas fijas denominadas “estaciones base”. Las ondas de radiofrecuencia son campos electromagnéticos pero, a diferencia de las radiaciones ionizantes, como los rayos X o gamma, no pueden escindir los enlaces químicos ni causar ionización en el cuerpo humano.
- ❖ El empleo del teléfono en zonas con una buena recepción también conlleva una disminución del nivel de exposición, ya que de ese modo el aparato transmite a una potencia reducida.
- ❖ La eficacia de ciertos dispositivos comerciales ideados para reducir la exposición a los campos electromagnéticos no está demostrada.
- ❖ La principal consecuencia de la interacción entre la energía radioeléctrica y el cuerpo humano es el calentamiento de los tejidos. En el caso de las frecuencias utilizadas por los teléfonos móviles, la mayor parte de la energía es absorbida por la piel y otros tejidos superficiales, de modo que el aumento de temperatura en el cerebro o en otros órganos del cuerpo es insignificante.
- ❖ En varios estudios se han investigado los efectos de los campos de radiofrecuencia en la actividad eléctrica cerebral, la función cognitiva, el sueño, el ritmo cardíaco y la presión arterial en voluntarios. Hasta la fecha, esos estudios parecen indicar que no hay pruebas fehacientes de que la

exposición a campos de radiofrecuencia de nivel inferior a los que provocan el calentamiento de los tejidos tenga efectos perjudiciales para la salud.

- ❖ Además, tampoco se ha conseguido probar que exista una relación causal entre la exposición a campos electromagnéticos y ciertos síntomas notificados por los propios pacientes, fenómeno conocido como «hipersensibilidad electromagnética».
- ❖ Las investigaciones epidemiológicas para analizar los posibles riesgos a largo plazo derivados de la exposición a las radiofrecuencias se han centrado sobre todo en hallar un nexo entre los tumores cerebrales y el uso de teléfonos móviles. Sin embargo, dado que numerosos tipos de cáncer no son detectables hasta muchos años después del contacto que pudo provocar el tumor y el uso de los teléfonos móviles no se generalizó hasta principios del decenio de 1990, a día de hoy en los estudios epidemiológicos sólo pueden analizarse los tipos de cáncer que se manifiestan en un plazo más breve. Aun así, los resultados de estudios realizados con animales coinciden en que la exposición a largo plazo a campos de radiofrecuencias no aumenta el riesgo de contraer cáncer.
- ❖ Se han realizado o están en curso varios estudios epidemiológicos multinacionales de gran envergadura, entre ellos estudios de casos y testigos y estudios prospectivos de cohortes, en los que se han examinado varios criterios de valoración en adultos. El mayor estudio retrospectivo de casos y testigos en adultos realizado hasta la fecha, conocido como INTERPHONE, coordinado por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), se ideó para determinar si había vínculos entre el uso de los teléfonos móviles y el cáncer de cabeza y cuello en adultos.
- ❖ El análisis de los datos internacionales combinados procedentes de 13 países participantes no reveló un aumento del riesgo de glioma ni meningioma con el uso del teléfono móvil durante más de 10 años. Hay ciertos indicios de un aumento del riesgo de glioma en las personas que se hallaban en el 10% más alto de horas acumuladas de uso del móvil, aunque no se observó una tendencia uniforme de aumento del riesgo con el mayor tiempo de uso. Los investigadores señalaron que los sesgos y errores limitan la solidez de estas conclusiones e impiden hacer una interpretación causal. Basándose en buena parte en estos datos, el CIIC ha clasificado los campos electromagnéticos de radiofrecuencia como posiblemente carcinógenos para los seres humanos (grupo 2B), categoría que se utiliza cuando se considera que una asociación causal es creíble, pero el azar, los sesgos o los factores de confusión no pueden descartarse con una confianza razonable.
- ❖ Si bien los datos obtenidos en el estudio INTERPHONE no indican un aumento del riesgo de sufrir tumores cerebrales, el uso cada vez mayor del teléfono móvil y la falta de datos referentes a su utilización por periodos de más de 15 años hacen evidente la necesidad de seguir investigando la

relación del uso de este aparato con el riesgo de contraer cáncer cerebral. En concreto, dada la reciente popularidad de los teléfonos móviles entre los jóvenes y, por consiguiente, la posibilidad de una exposición más prolongada a lo largo de la vida, la OMS ha impulsado que se ahonden las investigaciones en este grupo de población. En estos momentos, se están llevando a cabo diversos estudios que investigan los posibles efectos sobre la salud de niños y adolescentes.

- ❖ Los límites de exposición a las radiofrecuencias de los usuarios de teléfonos móviles se expresan según el coeficiente de absorción específica, es decir, la tasa de absorción de energía de radiofrecuencia por unidad de masa corporal. En la actualidad dos entidades internacionales (ver referencia 1 y 2) han elaborado directrices sobre los límites de exposición para los trabajadores y para el público en general, a excepción de los pacientes sometidos a diagnóstico médico o tratamiento. Esas orientaciones se basan en un análisis pormenorizado de los datos científicos disponibles.
- ❖ En 1996, en respuesta a la inquietud manifestada por el público y los gobiernos, la OMS instituyó el Proyecto Internacional de Campos Electromagnéticos (CEM) para evaluar los datos científicos existentes sobre los posibles efectos de esos campos en la salud.
- ❖ En 2016, la OMS realizará una evaluación formal de los riesgos a partir de todos los resultados de salud estudiados en relación con campos de radiofrecuencias. Además, como se mencionó anteriormente, en mayo de 2011 el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, organismo especializado de la OMS, examinó el potencial carcinógeno de los campos de radiofrecuencias producidos por los teléfonos móviles.
- ❖ Asimismo, la OMS determina y promueve periódicamente las prioridades de investigación relativas a los campos de radiofrecuencia y la salud para subsanar la falta de conocimientos mediante sus agendas de investigación.

1.- Comisión Internacional de Protección contra las Radiaciones No Ionizantes – ICNIRP, 2009 [<http://www.icnirp.org/documents/StatementEMF.pdf>]

2.- Instituto de Ingenieros Electricistas y Electrónicos IEEE Std C95.1 – 2005. IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz.

Lo que ocurre en Chile:

- ❖ Por otro lado, la Subsecretaría de Telecomunicaciones (Subtel), en su portal especializado sobre la denominada Ley de Torres de Soporte de Antenas (<http://antenas.subtel.gob.cl/LeyDeTorres/inicioLink.action>) afirma que:
- ❖ La Organización Mundial de la Salud, OMS, ha estudiado por muchos años los efectos de las antenas celulares sobre la salud de las personas y ha descartado hasta ahora daños relacionados con las ondas que emiten.
- ❖ No obstante, como medida precautoria, la OMS recomienda a los países establecer normas que fijen límites a la densidad de potencia de las antenas (todos los aparatos y dispositivos eléctricos, tales como televisores, microondas, teléfonos móviles, irradian potencia, a la cual las personas están expuestas) para no exponer innecesariamente a las personas a niveles superiores a dichos límites.
- ❖ En Chile se aplica estrictamente este principio precautorio, mediante una normativa técnica que pone límite a la exposición a las emisiones de las antenas y de los teléfonos celulares.
- ❖ En el caso de las antenas, la norma chilena de protección, contenida en la Resolución Exenta N° 403, de 2008 y recientemente actualizada (2012), está en el promedio de las cinco normas más estrictas de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, en adelante OCDE. El límite máximo de potencia para las antenas permitido en Chile es en promedio 10 veces más bajo que lo recomendado por la OMS y hasta 100 veces más bajo que lo autorizado en países desarrollados como Estados Unidos.
- ❖ En la nueva Ley de Torres se consagra este principio precautorio de la salud como obligación legal. La Ley eleva los niveles de exigencia de la norma técnica vigente dictada por SUBTEL el año 2008 y establece que de ahora en adelante será el Ministerio de Medio Ambiente el que fije dicha norma de emisión, para lo cual deberá considerar, a lo menos, los siguientes aspectos:
- ❖ Las antenas de los servicios de telecomunicaciones deberán instalarse y operarse de manera tal que la intensidad de campo eléctrico o la densidad de potencia, medida en los puntos a los cuales tengan libre acceso las personas en general, no excedan de un determinado valor. Asimismo, se deberán determinar límites especiales de densidad de potencia o intensidad de campo eléctrico, en los casos de zonas sensibles como establecimientos hospitalarios, asilos de ancianos, salas cuna, jardines infantiles y establecimientos educacionales.
- ❖ Esos límites de densidad de potencia que se establezcan deberán ser iguales o menores al promedio simple de los cinco estándares más rigurosos establecidos en los países que integran la OECD.

- ❖ También deberá realizarse una consulta al Ministerio de Salud, por parte del Ministerio de Medio Ambiente.
- ❖ Bajo este marco, SUBTEL no podrá permitir ninguna nueva instalación en una Zona Saturada de Sistemas Radiantes.

IV.- PARTICIPANTES

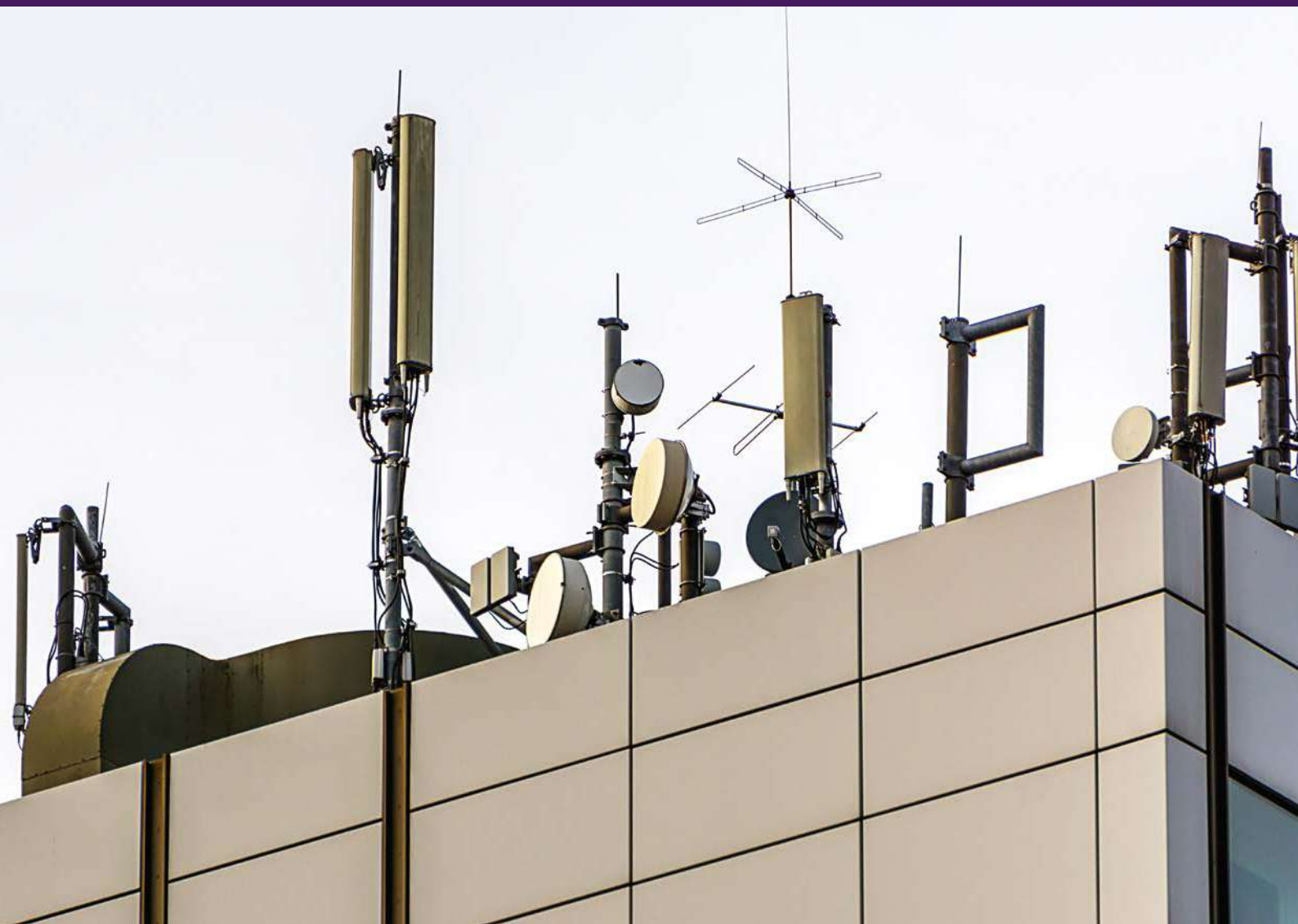
1. **Italo Mazzei**, Ingeniero, experto de la Comisión de Telecomunicaciones del Colegio de Ingenieros de Chile.
2. **Beatriz Sánchez**, Jefe de Programa del Magister de Física Médica del Departamento de Física de la PUC. Doctor en Ciencias Físicas del programa de Física Médica de la Universidad de Sevilla (España).
3. **Sergio Scarabino**, Representante para Sudamérica de la Unión Internacional de Telecomunicaciones.
4. **Guillermo Henríquez**, Presidente Consejo de la Sociedad Civil de Subtel.
5. **Alejandro Cabrera**, físico experimental de la P. Universidad Católica .
6. **Ismael Soto**, Académico de la Universidad de Santiago. Sus investigaciones incluyen las técnicas de optimización de la infraestructura de comunicaciones móviles, e-business, la criptografía y la teoría de la codificación clásica y cuántica.
7. **Diego Veas**, ingeniero, subgerente del Área de Servicios Eléctricos del Dictuc.
8. **Igor Valdebenito**, Jefe de sección acústica y ondas electromagnéticas del Ministerio del Medio Ambiente.
9. **Patricio Arcos**, ingeniero, Telefónica Movistar.
10. **Felipe Simonsohn**, jefe de Asuntos Públicos de Entel.
11. **Marco Cáceres**, Jefe división fiscalización Subtel.
12. **David González**, Jefe del Departamento de Higiene Ocupacional de la Mutual de Seguridad.
13. **(Por confirmar) Carlos Aranda**, Secretario Regional Ministerial de Salud de la Región Metropolitana.



National Institute for Public Health
and the Environment
Ministry of Health, Welfare and Sport

Comparison of *international* policies on *electromagnetic fields*

(power frequency and radiofrequency fields)



Comparison of international policies on electromagnetic fields (power frequency and radiofrequency fields)

This document is an update of an earlier overview from May 2011 (RIVM 118/2011). It was prepared as part of a research project commissioned by the Ministry of Infrastructure and Water Management and the Ministry of Social Affairs and Employment of the Netherlands. The information that forms the basis for this summary was obtained from searches of governmental and scientific websites, scientific publications, policy summaries by other organisations and personal contacts with experts in the countries in question. The information was last updated in the period from January to July 2017¹.

Introduction

Time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (EMF) are generated by moving electric charges and by variable electric fields such as those generated near a conductor for alternating current. Power frequency EMF are generated in the production, transport, distribution and use of electricity. The frequency of alternating current and the resulting EMF is 50 hertz in Africa, most of Asia, Australia, Europe and part of South America and 60 hertz in the remainder of America, the Philippines, Korea, Saudi-Arabia and part of Japan. Radiofrequency EMF are generated, among others, by mobile telecommunication systems, broadcasting transmitters, radar installations, microwave ovens and dryers, plastic welders, certain medical applications and equipment for electronic article surveillance and identification.

In 1999, the Council of the European Union (EU) published a Recommendation (1999/519/EC, further called 'EU recommendation') on the limitation of exposure of the general public to EMF (0 hertz to 300 gigahertz). It contains basic restrictions for the induced electric fields and currents and the absorbed power in the body and reference levels for the strength of EMF outside the body (for values at selected frequencies, see **Table 1**). The limits in the EU

recommendation are derived from the 1998 guidelines for limiting exposure to EMF by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). ICNIRP has issued new guidelines for EMF with frequencies between 1 hertz and 100 kilohertz in 2010, and for frequencies between 0 and 1 hertz in 2014, but these have not yet led to changes in the EU recommendation.

In 2013, the European Parliament and the Council of the EU issued a directive (2013/35/EU, further called 'EU directive') on the minimum health and safety requirements regarding the exposure of workers to the risks arising from physical agents (EMF). It contains exposure limit values for the induced electric fields and the absorbed power in the body and action levels for the strength of EMF outside the body (for values at selected frequencies, see **Table 2**). The limits for static and low frequency fields in the EU directive are derived from the 2009 and 2010 ICNIRP guidelines for limiting exposure to static and low frequency time-varying EMF. The limits for radiofrequency fields are derived from the 1998 ICNIRP guidelines. ICNIRP has reconfirmed the validity of its 1998 guidelines for EMF with frequencies between 100 kilohertz and 300 gigahertz in a 2009 statement. For the sake of consistency, the terminology of the EU recommendation and EU directive is also used for equivalent public and occupational exposure limits in national legislation in the present summary, regardless of whether these are derived directly from ICNIRP or from other sources.

The European Parliament and Council of the EU have also issued directives on the marketing of low voltage electrical equipment (2014/35/EU) and radio equipment (2014/53/EU), which require that such equipment does not endanger the health or safety of persons. The European Committee for Electrotechnical Standardisation (CENELEC), in liaison with the European Telecommunications Standards Institute (ETSI), has developed harmonised standards for measurement and calculation of EMF exposure which can be used to demonstrate that this requirement is met.

¹ **Disclaimer:** The author has taken care to obtain correct and up-to-date information from relevant websites, policy documents and experts in the countries in question. However, no rights can be deduced from any of the information in this document. For further information and corrections, please contact Dr. R. Stam, National Institute for Public Health and the Environment, the Netherlands. E-mail: rienne.stam@rivm.nl

Apart from ICNIRP, influential guidelines on the protection against risks of EMF have also been published by the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE), for both exposure of the general public and controlled environments (occupational exposure). For power frequency fields, the IEEE basic restrictions for induced electric fields are similar to those of ICNIRP and EU for exposure of the head (brain) but less strict than ICNIRP for exposure of the rest of the body. For radiofrequency fields, IEEE basic restrictions are the same as those of ICNIRP and EU. The reference levels of IEEE are less strict than those of ICNIRP and EU (for radiofrequency fields only at some frequencies). Differences in the limits between different guidelines are mainly caused by differences in the dosimetric models of the human body and in the use of safety factors. The limits advised by IEEE are used in national EMF legislation of some countries outside the EU and referred to in a safety standard of the North Atlantic Treaty Organization (NATO).

Exposure of the general public, power frequency fields

European Union

Because the EU recommendation is not legally binding, EMF policy in member states can be divided into three different approaches. Details on limits at selected frequencies per member state can be found in **Table 1** and a visual overview in **Figure 1**. In the **first group** of member states the EU recommendation has been transposed in binding national legislation or national policy. This means that the basic restrictions and reference levels must be applied. EU member states in this group are the *Czech Republic, Estonia, France, Greece, Hungary, Ireland, Luxemburg, Portugal and Romania*. In the *Czech Republic*, the reference levels differ from the EU recommendation, but the basic restrictions are the same. In *France* the limits only apply to new or modified installations. In *Germany* and *Slovakia* the reference levels in the EU recommendation are applied as *de facto* exposure limits, without reference to basic restrictions.

In the **second group** of member states, the national limits based on the EU recommendation or ICNIRP are not binding, there are more lenient limits or there is no regulation. However, it may be that the authorities or grid companies apply the limits in the EU recommendation in practice. EU member states in this group are *Austria, Cyprus, Denmark, Finland, Latvia, Malta, the Netherlands, Spain, Sweden and the United Kingdom*.

Whether or not they have legally binding limits on the strength of power frequency fields, in some of the EU member states in the first and second group a precautionary policy has been advised by the government or voluntarily agreed to by the electricity supply sector to limit the exposure of members of the general population to power frequency magnetic fields. Alternatively, the legislation contains an obligation to minimise fields as far as this can be done with reasonable cost and with reasonable consequences. The motivation is either the epidemiological evidence for a possibly increased risk of childhood leukaemia in children who live near overhead power lines, or a more general argument to keep fields as low as reasonably possible in the light of scientific uncertainty. These precautionary policies in addition to formal legislation are as follows:

First group

France: A ministerial recommendation advises the Prefectures to avoid as far as possible the creation of new hospitals, maternity wards and childcare facilities near power lines, cables, transformers and bus bars where children are exposed to a magnetic field stronger than 1 microtesla. For new or modified electricity infrastructure, the grid operator usually tries to avoid as much as possible the creation of new electricity infrastructure near such locations when planning a new grid development. The grid operator has the legal obligation to monitor the strength of EMF near power lines in urbanised areas. Citizens can also request information about the strength of EMF from local power lines via their mayor.

Germany: National legislation requires that all possibilities to minimise EMF should be exhausted in accordance with the technical state of the art when creating or substantially modifying direct current and alternating current facilities with voltages greater than 1 kilovolt. High-voltage power lines for alternating current on a newly planned route may not pass over buildings meant for the long-term stay of people. The obligation to minimise EMF only applies to locations with homes, hospitals, schools, childcare facilities, playgrounds or any other location not exclusively meant for the temporary stay of people. Minimisation measures need to be proportional with regard to cost, functionality, or negative effects on the environment, well-being and occupational safety.

Luxemburg: There is a ministerial recommendation not to create any new living spaces in the immediate vicinity of overhead power lines (within 20 metres for 65 kilovolt lines and 30 metres for 100 to 220 kilovolt lines).

Second group

Austria: Although precautionary limits are not formally advised, the panel of experts appointed by the relevant authority for new electricity lines requiring environmental impact assessment usually require compliance with a maximum magnetic flux density of 1 microtesla (1% of the reference level in the EU recommendation), derived from Swiss legislation.

Denmark: The Danish Health Authority (Sundhedsstyrelsen) recommended in 1993 not to build new homes or children's institutions close to power lines or new power lines close to homes or children's institutions. The exact distance was left to pragmatic considerations. The Danish electricity sector has published guidelines for situations where measures at reasonable cost to reduce the magnetic field must be investigated. Like the Danish Health Authority's advice, the guidelines apply only to new developments.

Finland: The Radiation safety authority (STUK) recommends avoiding the construction of permanent residences in areas where the magnetic flux density continuously exceeds the level of approximately 0.4 microtesla.

Netherlands: A ministerial recommendation advises local authorities and grid companies to avoid as far as reasonably possible creating new situations with long-term stay of children in areas around overhead high-voltage power lines with an annually averaged magnetic flux density greater than 0.4 microtesla. The advice applies when making spatial plans and determining the trajectory of overhead high-voltage power lines, or when changing existing plans or existing overhead high-voltage power lines. For existing situations, the reference level in the EU recommendation should apply.

United Kingdom: In response to the conclusions of a national stakeholders' dialogue, the government noted that ICNIRP exposure guidelines in place in the United Kingdom remain appropriate. It also supports the implementation of low-cost options such as optimal phasing to reduce the magnetic field of overhead power lines, but considers additional exposure reduction by creating exclusion zones between homes and power lines to be disproportionate in the light of the evidence on the potential health risks. The government also supported exploring the reinforcement of best practice for wiring of distribution circuits and providing consistent, helpful and proportionate public health messages to raise awareness.

In the **third group** of member states, there are stricter basic restrictions and/or reference levels, based on the precautionary principle or due to public pressure. These stricter reference levels are often applied as a *de facto* exposure limit that may not be exceeded. Since there is a great diversity in particular rules and limits, a summary is given per member state:

Belgium: In Belgium, the limitation of EMF exposure of the general population is a matter for the three devolved regions. In Flanders, a ministerial recommendation for the planning of new power lines states that passing over schools and childcare centres should be avoided and

passing over homes kept to a minimum. New schools and childcare centres should not be placed in the magnetic field zone with year-averaged exposure greater than 0.4 microtesla (0.4% of the reference level in de EU recommendation). In addition, an indoor environment decree requires those responsible for building or managing homes and public buildings to keep exposure to power frequency magnetic fields below 10 microtesla (10% of the reference level in de EU recommendation) and advises them to strive for a 'quality aim' of 0.2 microtesla (0.2% of the reference level in de EU recommendation). In the Brussels region, a ministerial instruction for environmental permits requires that the magnetic field in places near newly installed transformers where children under 15 may stay is kept below a 24-hour average of 0.4 microtesla. Wallonia does not have a precautionary policy for power frequency magnetic fields, but applies the limits in the EU recommendation to transformers.

Bulgaria: Minimal distances between homes and power lines or substations are in force depending on voltage. There are no other limits for exposure of the general public to power frequency EMF except for limits on emission by video screens. At a distance of 50 centimetres from video screens, the limit is 0.5% of the reference level in the EU recommendation for electric field strength and 0.25% for magnetic flux density.

Croatia: For public spaces in general, limits for the electric and magnetic field identical to the reference levels in the EU recommendation may not be exceeded. For 'sensitive areas' (homes, offices, schools, playgrounds, kindergartens, maternity wards, hospitals, homes for the elderly and disabled and tourist accommodations), the limits for the electric and magnetic field are 40% of the reference levels in the EU recommendation.

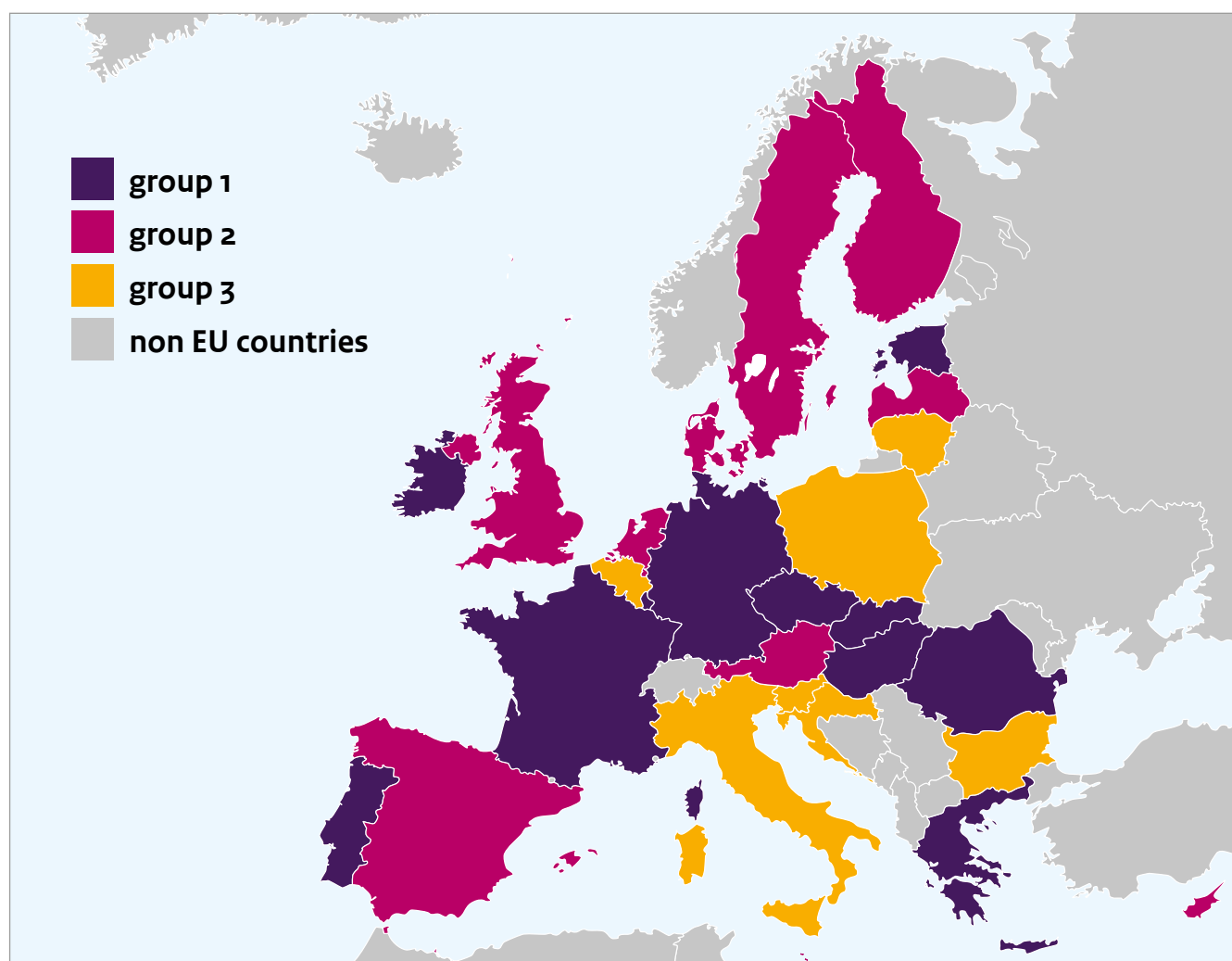
Italy: For all low frequency sources other than power lines, the reference levels and basic restrictions in the EU recommendation apply. For 50-hertz electric and magnetic fields from power lines and associated installations, the reference level in the EU recommendation may not be exceeded. In addition, a precautionary 'attention value' and 'quality goal' apply to 24-hour median exposure in homes, playgrounds, schools and places where people can stay for more than four hours. The 'attention value' of 10% of the EU reference level for magnetic flux density applies to existing situations. The 'quality goal' of 3% of the EU reference level for magnetic flux density applies to new situations. An even stricter limit for magnetic flux density (0.2% of the reference level) was adopted in three regions before the federal law came into force. This too applies to power lines near homes, schools and other places where people may stay for more than 4 hours per day.

Lithuania: A limit of 10% (electric field) or 20% (magnetic field) of the reference level in the EU recommendation applies inside residential and public buildings. A limit of 20% (electric field) or 40% (magnetic field) of the reference level in the EU recommendation applies to the living environment outside buildings.

Poland: A limit of 20% (electric field) or 75% (magnetic field) of the reference level in the EU recommendation applies to residential areas.

Slovenia: A limit of 10% of the reference level in the EU recommendation applies to electric and magnetic fields from new or modified sources near homes, schools, kindergartens, hospitals, sanatoria, playgrounds, parks, recreational areas, public buildings and buildings with a tourist destination. For other locations, limits equal to the reference levels in the EU recommendation apply.

Figure 1 Overview of limits for exposure of the general population to power frequency EMF in the EU. Group 1 (purple): legal limits derived from EU recommendation, precautionary policy in some countries; Group 2 (pink): no legal limits or limits less strict than in EU recommendation, precautionary policy in some countries; Group 3 (yellow): stricter limits than in EU recommendation.



Other countries

Different approaches to limiting exposure to power frequency EMF also exist in industrialised countries outside Europe. Seven examples are given below and further details on exposure limits can be found in **Table 1**.

Australia: No official government regulation or guidelines for exposure of the general population to EMF with frequencies lower than 3 kilohertz are currently in place. The Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA) has stated that the ICNIRP low frequency guidelines are consistent with its interpretation of the scientific basis for the protection of the general public from exposure to low frequency EMF. The grid operators have a 'prudent avoidance' policy to take reasonable steps to limit field exposures from new facilities (overhead power lines, underground cables and substations) at no cost or very low cost while not unduly compromising other issues such as worker safety, site availability, reliability and environmental impact.

China: A national standard for protection of the general population under the Environmental Protection Law sets limits for environmental exposure to EMF, but does not apply to household appliances. The limits for power frequency magnetic fields equal the reference levels in the EU recommendation up to 800 hertz, but are lower for frequencies greater than 800 hertz. For electric fields the limits are lower than the reference levels in the EU recommendation for all frequencies. The standard also cites the precautionary principle and encourages facility and equipment owners to take effective measures to reduce public exposure.

India: There is no national regulation of the strength of power frequency EMF. Technical standards for the electricity supply sector give minimal distances to buildings, but these measures are related to electrical safety.

Japan: Ministerial regulations for technical standards of electrical equipment and railways limit power frequency magnetic fields to the reference level in the 2010 ICNIRP guidelines (200 microtesla at 50 hertz). The limit for power frequency electric fields (3000 volt per metre at 50 hertz) is lower than that in the ICNIRP guidelines and EU recommendation and meant to prevent electric shocks.

Russia: General rules for the protection are set in a 1999 framework law. Exposure limits for specific frequency ranges are set in so-called 'Hygienic-epidemiological standards'. The public exposure limit for power frequency magnetic fields is 5% of the reference level in the EU recommendation for living quarters, preschool, children's, general and medical institutions; 10% of the reference level in the EU recommendation for non-residential parts of residential buildings and in public and administrative buildings; 20% of the reference level in the EU recommendation in inhabited areas outside residential built-up areas; equal to the reference level in the EU recommendation in non-populated areas with occasional stay of people.

Switzerland: An Ordinance relating to Protection from Non-Ionising Radiation has been in force since 2000. Exposure limits identical to the reference levels in the EU recommendation apply to all areas accessible to the public. A stricter, precautionary limit on magnetic flux density of 1% of the reference level in the EU recommendation applies at so called places of sensitive use (for example apartments, schools, children's playgrounds) to the following classes of installations, unless the owner can prove that all technically possible and economically acceptable measures to reduce exposure have been taken: new high voltage power lines (overhead and cables); significant modification of existing high voltage power lines; existing and new transformers and substations. For existing high voltage power lines, the phase order has to be optimised when the precautionary limit on magnetic flux density is exceeded.

United States: No federal legislation is in force. In some states (Colorado, Connecticut, Hawaii, Maryland, Ohio), variations on the 'prudent avoidance' principle have been adopted. This means that exposure of the public to EMF of 60 hertz must be limited at reasonable cost. In other states, fixed limits for the electric or magnetic field of power lines are set, varying from 20% to 240% of the reference level in the EU recommendation (Florida, Minnesota, Montana, New Jersey, New York, Oregon).

Exposure of the general public, radiofrequency fields

European Union

Because the EU recommendation is not legally binding, EMF policy in member states can be divided into three different approaches. Details on exposure limits per member state can be found in **Table 1** and a visual overview in **Figure 2**. In the **first group** of member states the EU recommendation has been transposed in binding national legislation or national policy. This means that the basic restrictions and reference levels must be applied. Member states in this group are *Cyprus, Czech Republic, Estonia, Finland, France, Hungary, Ireland, Malta, Portugal, Romania and Spain*. In *Germany* and *Slovakia* the reference levels have become *de facto* exposure limits. In *France* there is an additional legal obligation to provide information on options for exposure reduction when selling or promoting a mobile phone and to provide citizens with measurement results for the strength of radiofrequency EMF in their homes or in public buildings.

In the **second group** of member states, the national limits based on the EU recommendation or ICNIRP are not binding, there are more lenient limits or there is no regulation. Member states in this group are *Austria, Denmark, Latvia, the Netherlands, Sweden and the United Kingdom*. In some countries, for example the Netherlands and the United Kingdom, telecommunication companies have signed up to a voluntary code to respect the limits in the EU recommendation in places accessible to the public. In the United Kingdom the national planning policy framework for local government also requires that applications for expansion of base stations certify that these limits will not be exceeded.

In the **third group** of member states, there are stricter reference levels and/or basic restrictions based on the precautionary principle and/or due to public pressure. The limits chosen are sometimes based on the principle 'as low as reasonably achievable without endangering service'. One practical choice for stricter limits can be to adopt the lower limit for interference in the European standards for electromagnetic compatibility (for example in Belgium). In other countries the reasons for particular limits are unclear or arbitrary (for example in Greece and Italy). In some member states the stricter reference levels are applied as exposure limits that may not be exceeded. Since there is a great diversity in particular rules and limits, a summary is given per member state:

Belgium: The advertising and sale of mobile phones specially designed for children younger than 7 years is prohibited. For all other phones, information must be provided on specific absorption rate and possibilities to lower exposure.

Regulation of exposure limits in Belgium is a matter for the three devolved regions. In Flanders, the limit for electrical field strength per antenna for telecommunication is 7% of the reference level in the EU recommendation in places of stay like homes, schools, rest homes and nurseries. The maximum exposure in all publicly accessible places is 50% of the reference level for frequencies between 10 megahertz and 10 gigahertz. The Brussels Region limits total exposure in residences for frequencies between 100 kilohertz and 300 gigahertz to a power density of 2% of the reference level in the EU recommendation (corresponding with 15% for the electric field strength). For the same frequency range, Wallonia sets a fixed limit for the electrical field strength per antenna in residences which is 7% of the reference level at 900 megahertz.

Bulgaria: Fixed limits for electrical field strength and power density are set. Their percentage of the reference levels in the EU recommendation decreases with frequency. For power density it is 2% at 900 megahertz and less than 2% for higher frequencies.

Croatia: For public spaces in general, fixed limits for the electric and magnetic fields are applied which are 95% of the reference levels in the EU recommendation (90% for power density). For 'sensitive areas' (homes, offices, schools, playgrounds, kindergartens, maternity wards, hospitals, homes for the elderly and disabled and tourist accommodations), the limits for the electric and magnetic field are 40% of the reference levels in the EU recommendation (16% for power density).

Greece: The law on electronic communications sets basic restrictions of 70% of those in the EU recommendation and 60% when antenna stations are located closer than 300 metres from the property boundaries of schools, kindergartens, hospitals or eldercare facilities. Installation of mobile phone antenna stations is not allowed within the property boundaries of aforementioned facilities. Reference levels calculated from these two basic restrictions are 84% and 77% of the reference levels in the EU recommendation (70% and 60% for power density).

Italy: For EMF from high frequency sources other than fixed systems for telecommunication and radio or TV broadcasting, the reference levels and basic restrictions in the EU recommendation apply. For EMF from fixed systems for telecommunication and radio or TV broadcasting, there are exposure limits in terms of the strength of environmental EMF that may not be exceeded. In contrast with the limits in the EU recommendation, these are constant (not frequency dependent) between 3 megahertz and 3 gigahertz.

The exposure limit for electric field strength at 900 megahertz is 49% of the reference level in the EU recommendation (22% for power density). In homes, schools, playgrounds and places where people may stay for longer than four hours, the 'attention value' for electric field strength is 15% of the reference level in the EU recommendation at 900 megahertz (2% for power density). The 'quality goal' for highly frequented outdoor areas is identical to the attention value.

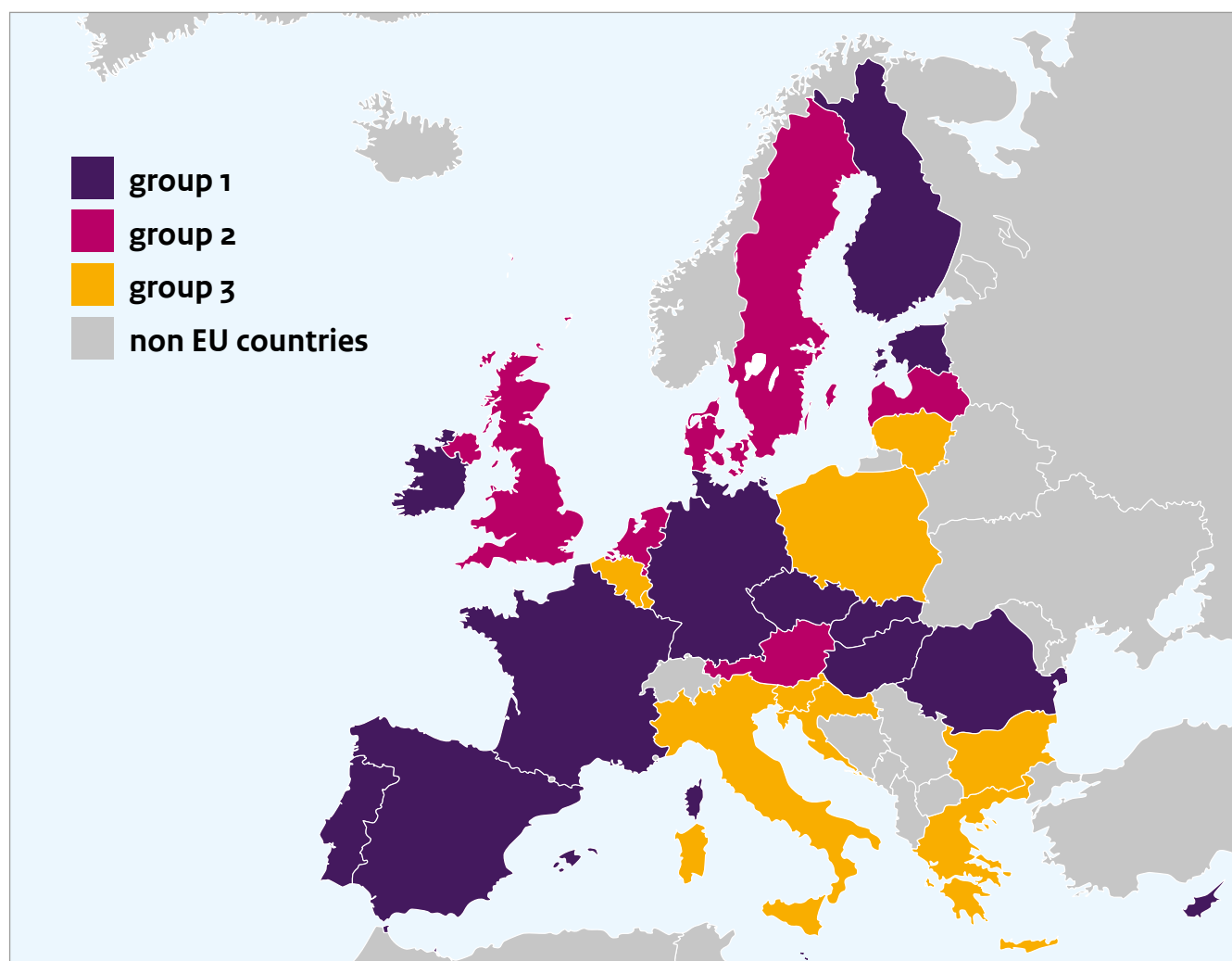
Lithuania: There are limits for EMF with frequencies between 10 megahertz and 300 gigahertz inside and surrounding residential and public buildings which may not be exceeded and are lower than the reference levels in the EU recommendation. The percentage varies with frequency, but for power density the limit is 10% of the EU reference level at 900 megahertz.

Luxemburg: Precautionary policy is applied to mobile telephony through a law on classified locations and technical standards. These set a fixed exposure limit for the electrical field strength per radiating element for antennas with a power of 100 watt and higher which is 7% of the reference level in the EU recommendation at 900 megahertz. The limit for other antennas and for the total number of antenna elements in one location equals the reference level in the EU recommendation.

Poland: In locations that are accessible to the public, frequency-dependent exposure limits lower than the reference levels in the EU recommendation are set for electrical field strength and power density. At 900 megahertz the limit for electrical field strength is 17% of the reference level in the EU recommendation (2% for power density).

Figure 2 Overview of limits for exposure of the general population to radiofrequency EMF in the EU.

Group 1 (purple): legal limits derived from EU recommendation; Group 2 (pink): no legal limits or limits less strict than in EU recommendation; Group 3 (yellow): stricter limits than in EU recommendation.



Slovenia: For frequencies higher than 10 kilohertz, exposure limits for electric and magnetic field strength of 31% of the reference levels in the EU recommendation (10% for power density) apply in 'sensitive areas' such as homes, schools and hospitals. In all other locations the reference levels in the EU recommendation are applied as *de facto* exposure limits that may not be exceeded.

Other countries

Industrialised countries outside the EU also have different ways of limiting exposure of the public to radiofrequency EMF. Seven examples are given below and further details on exposure limits can be found in **Table 1**.

Australia: The mandatory basic restrictions and reference levels in the national radiation protection and radiocommunication standards are identical to those in the EU recommendation.

China: A national standard for protection of the general population under the Environmental Protection Law sets limits for environmental exposure to EMF, but does not apply to wireless communication terminal equipment. The limits are lower than the reference levels in the EU recommendation, but the percentage varies with frequency. At 900 megahertz the limit for electric field strength is 29% of the reference level in the EU recommendation (9% for power density). The standard also cites the precautionary principle and encourages facility and equipment owners to take effective measures to reduce public exposure. The basic restrictions for mobile phones in a separate standard are identical to those in the EU recommendation.

India: A ministerial memorandum amending the Unified Access Service License sets limits on exposure of the general public to EMF from telecommunication base stations. The limit is 33% of the reference levels in the EU recommendation for electric and magnetic field strength and 10 % for power density. Government-approved interministerial committee recommendations set a limit on the specific absorption rate for mobile handsets which is 80% of the basic restriction for local exposure of the head in the EU recommendation.

Japan: The ministerial radiofrequency radiation protection guidelines for human exposure to EMF contain a mandatory basic restriction for mobile phones which is identical to that in the EU recommendation. The guidelines also contain mandatory basic restrictions with reference levels for the strength of EMF from mobile phone base stations, which are almost identical to the reference levels in the EU recommendation.

Russia: General conditions for protection of the population are set in a 1999 framework law. Limits for specific frequency ranges are set in subsequent 'Hygienic-epidemiological requirements'. The exposure limit for power density for EMF with frequencies between 300 megahertz and 300 gigahertz in and around residential buildings and inside public and industrial premises is 2% of the reference level in the EU recommendation. The reason is to prevent biological effects that are not generally seen as a health risk in Western countries. There is no basic restriction in terms of specific absorption rate, but there is a limit on the plain wave power density of mobile phones which is 22% of the reference level in the EU recommendation.

Switzerland: An Ordinance relating to Non-Ionising Radiation is in force since 2000. Mandatory exposure limits identical to the reference levels in the EU recommendation apply in all areas accessible to the public. A stricter, precautionary limit for the electric field strength of approximately 10 % of the reference level in the EU Recommendation applies at so called places of sensitive use (for example apartments, schools, children's playgrounds) near mobile phone antennae, broadcasting and radar installations.

United States: The basic restriction for whole body exposure in federal legislation for radio transmitters is identical to that in the EU recommendation. However, the reference levels are higher because a different model is used to calculate them. At 900 megahertz the difference is 15% and 14% for the electric and magnetic field strength respectively (33% for power density). The reference levels are applied as *de facto* exposure limits for non-portable devices. For portable devices close to the body, the mandatory basic restriction for local exposure of all parts of the body except the extremities is 80% of the basic restriction for head and trunk in the EU recommendation. The basic restriction for the extremities (hands, wrists, ankles, feet, outer ears) is identical to the basic restriction for limbs in the EU recommendation.

In addition to the above legal obligations, in Australia, Austria, Belgium, Cyprus, Denmark, Finland, France, Germany, Greece, Ireland, India, Italy, Luxemburg, the Netherlands, Spain, Sweden, Russia, Switzerland, the United Kingdom and the United States the government or national scientific organisations have published advice on how to reduce exposure to radiofrequency EMF from mobile phones, such as limiting calling time, using earpieces or speakers, not holding the phone close to the body, avoiding calls in areas with poor reception and texting instead of calling.

Occupational exposure, Power frequency fields

European Union

In all member states of the EU, protection of workers against the risks of EMF is regulated by national legislation based on directive 2013/35/EU. The directive contains general rules and appendices with exposure limits. The directive distinguishes three layers of action levels for low frequency magnetic fields: low action levels related to sensory effects exposure limit values (equivalent to ICNIRP's 2010 basic restrictions for the central nervous system) and high action levels and limb action levels related to health effects exposure limit values (equivalent to ICNIRP's 2010 basic restrictions for the peripheral nervous system). When the action levels are exceeded, this is an indication that the related exposure limit values could be exceeded.

The directive sets minimum requirements, but allows member states to set stricter rules or limits, which are detailed below and in **Table 2**. The directive also gives member states the possibility to apply a conditional exemption from the exposure limits (but not from the general rules) for worker exposure related to magnetic resonance imaging (MRI) for patients in the health sector, to apply a different but equivalent or more specific protection system for military personnel and to allow the exposure limits to be temporarily exceeded under certain conditions for specific sectors or activities in duly justified circumstances. Details of whether and how individual member states have applied these possibilities for exemptions can be found in **Table 2**. Two member states have action levels and/or exposure limit values that differ from those in the EU directive:

Czech Republic: For EMF with frequencies from 1 hertz to 10 megahertz, there is only one action level, which is equivalent to the low action level in the EU directive. Nevertheless, there are still two levels of exposure limit values for the internal electric field, the higher for exposure of the head and the lower for exposure of the rest of the body.

Poland: For EMF with frequencies between 0 and 300 gigahertz, there are six sets of action levels delimiting a 'danger zone', 'threat zone' and 'intermediate zone', action levels for local exposure of extremities and ancillary action levels for peak levels for modulated fields. The two levels of exposure limit values for the internal electric field are identical to the sensory effects and health effects exposure limit values in the EU directive, but have been extended to frequencies between 0 and 1 hertz based on the 2014 ICNIRP guidelines for magnetic fields below 1 hertz.

Other countries

Australia: There are radiation protection regulations which are only applicable to Commonwealth employees and set limits on occupational exposure to EMF from 'controlled apparatus', that is, specified categories of devices that could cause EMF which exceed these limits (for example induction heaters). Its reference levels and basic restrictions are identical to those in the 2009 and 2010 ICNIRP guidelines on static and low frequency fields. They therefore have the same basis as the limits in the EU directive, but apply to a narrower range of devices. The reference levels equal the low action levels in the EU directive. For non-Commonwealth employees there is no official government regulation but the ARPANSA advice on the ICNIRP guidelines also applies to workers.

China: The national standard with occupational exposure limits for physical agents in the workplace has a limit of 5 kilovolt per metre for exposure to power frequency electric fields. There are no occupational limits for power frequency magnetic fields.

India: There are no legally binding limits on occupational exposure to power frequency EMF. Protection of workers would therefore fall under general health and safety legislation such as the Factories Act.

Japan: There are no legally binding limits on occupational exposure to power frequency EMF. The Japan Society for Occupational Health has recommended occupational exposure limits for EMF in terms of the strength of external electric and magnetic field, which are identical to the low action levels in the EU directive.

Russia: A national standard sets limits for power frequency magnetic fields, which depend on the exposure duration. For exposures shorter than 1 hour, the limit for whole body exposure is 33% of the high action level, but for 8 hours it is 2% of the high action level in the EU directive. The limit for 'limbs only' exposure is four to ten times higher than the limit for whole body exposure.

Switzerland: The federal law on accident insurance gives general rules to prevent illness caused by physical agents. The national accident insurer has specified that exposure limits identical to the occupational reference levels in the 1998 ICNIRP guidelines may not be exceeded. For power frequency, the limit is 50% of the low action level in the EU directive for the magnetic field and 100% for the electric field.

United States: There are no legal limits for occupational exposure to power frequency EMF. The American Conference of Governmental Industrial Hygienists has recommended ‘threshold limit values’ which are 20% of the high action level in EU directive for magnetic fields but 125% of the high action level for electric fields. These are to be used by trained industrial hygienists as a supplement to their occupational safety and health program.

NATO: The standardisation treaty for protection of military personnel of the North Atlantic Treaty Organization (NATO) refers to a standard of the Institute of Electrical and

Electronics Engineers (IEEE). The level of the IEEE equivalent of exposure limit values for the induced electric field in the brain is similar to that of the sensory effects exposure limit values in the EU directive. The IEEE equivalent of exposure limit values for the rest of the body are less strict than the health effects exposure limit values in the EU directive (263% at 50 hertz for restricted working environments). The corresponding IEEE equivalent of action levels are less strict than the EU high action levels, due to different dosimetric considerations and safety factors. The IEEE limits for contact currents are also less strict than those in the EU directive.

Occupational exposure, radiofrequency fields

European Union

In all member states of the EU, protection of workers against the risks of EMF is regulated by national legislation based on directive 2013/35/EU. The directive sets minimum requirements, but allows member states to set stricter rules or limits and conditional exemptions, which are detailed below and in **Table 2**. For radiofrequency fields, the EU directive has action levels in terms of the electric field strength, magnetic flux density and power density outside the body, which are related to the health effects exposure limit values (equivalent to ICNIRP occupational basic restrictions for specific absorption rate and power density). One member state has action levels that differ from those in the EU directive:

Poland: For EMF with frequencies between 0 and 300 gigahertz, there are six sets of action levels delimiting a ‘danger zone’, ‘threat zone’ and ‘intermediate zone’, action levels for local exposure of extremities and ancillary action levels for peak levels for modulated fields. The exposure limit values for specific absorption rate are identical to the health effects exposure limit values in the EU directive.

Other countries

Australia: The national radiation protection regulations, which are only applicable to Commonwealth employees, set limits on occupational exposure to EMF from ‘controlled apparatus’, that is specified categories of devices that could cause EMF exceeding these limits (for example diathermy equipment). Its reference levels and basic restrictions are set by the national radiation protection standard and are identical to those in the 1998 ICNIRP guidelines. They therefore have the same basis as the limits in the EU directive, but apply to a narrower range of devices. In addition, a national radiocommunications standard limits the exposure of ‘aware users’ of mobile radiofrequency devices to basic restrictions identical to those in the EU directive.

China: The national standard with occupational exposure limits for physical agents in the workplace has limits for radiofrequency EMF with frequencies from 100 kilohertz to 300 gigahertz. For frequencies from 100 kilohertz to 300 megahertz, exposure limits are 8% to 41% of the action levels in the EU directive. For frequencies from 300 megahertz to 300 gigahertz, exposure limits do not vary with frequency but depend on the duration of exposure. At 900 megahertz the limit for whole body exposure varies from 222% of the EU action level for short exposure to 1% of the EU action level for 8-hour average exposure. Limits for partial body exposure are ten times higher than those for whole body exposure.

India: There are no legally binding limits on occupational exposure to radiofrequency EMF. Protection of workers would therefore fall under general health and safety legislation such as the Factories Act.

Japan: There are no legally binding limits on occupational exposure to radiofrequency EMF. The Japan Society for Occupational Health has recommended occupational exposure limits for EMF in terms of the strength of external electric and magnetic field and power density. These are identical to the thermal effects action levels in the EU directive.

Russia: The relevant 'Hygienic-epidemiological requirements' set a fixed limit per frequency band for maximum exposure to radiofrequency EMF with frequencies between 3 kilohertz and 300 gigahertz which is 44% of the action value for power density in the EU directive at 900 megahertz for whole body exposure and 222% for peak exposure of limbs. There are also lower time-dependent limits.

Switzerland: The federal law on accident insurance gives general rules to prevent illness caused by physical agents. The national accident insurer has specified that exposure limits identical to the action levels in the EU directive may not be exceeded.

United States: The equivalent of exposure limit values for whole body and for local exposure of the extremities (hands, wrists, ankles, feet, outer ears) in the federal legislation for transmitters are identical to those for whole body and for local exposure of limbs in the EU directive. The equivalent of exposure limit values for local exposure of all parts of the body except the extremities is 80% of that in the EU directive. The equivalent of action levels for electric and magnetic field strength are 18% higher than those in the EU directive (33% for power density), because a different model is used to calculate them. The equivalent of exposure limit values in the United States must be used for portable devices close to the body. The action levels are applied as *de facto* exposure limits for non-portable devices.

NATO: The standardisation treaty for protection of military personnel of the North Atlantic Treaty Organization (NATO) refers to a standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) with the same level of the equivalent of exposure limit values and action levels as those in the federal legislation of the United States, with the exception of the IEEE equivalent of exposure limit values for local exposure of the head which is identical to that in the EU directive. The limits for contact currents are higher than those in the EU directive.

Table 1 Reference levels or exposure limits for the general public for electromagnetic fields in inhabited areas in member states of the European Union and selected industrial nations outside the European Union (situation July 2017)

Country:	50 Hz		900 MHz			1800 MHz			2100 MHz		
	electric field strength (V/m)	magnetic flux density (μT)	electric field strength (V/m)	magnetic flux density (μT)	equivalent plain wave power density (W/m ²)	electric field strength (V/m)	magnetic flux density (μT)	equivalent plain wave power density (W/m ²)	electric field strength (V/m)	magnetic flux density (μT)	equivalent plain wave power density (W/m ²)
1999/519/EC	5000	100	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Austria	[5000]	[100] ¹⁾	[41]	[0.14]	[4.5]	[58]	[0.20]	[9]	[61]	[0.20]	[10]
Belgium	—	10 ²⁾	21 ³⁾	—	—	29 ³⁾	—	—	31 ³⁾	—	—
Bulgaria	— ⁴⁾	— ⁴⁾	—	—	0.1	—	—	0.1	—	—	0.1
Croatia	2000 ⁵⁾	40 ⁵⁾	17 ⁵⁾	0.055 ⁵⁾	0.72 ⁵⁾	23 ⁵⁾	0.078 ⁵⁾	1.4 ⁵⁾	25 ⁵⁾	0.084 ⁵⁾	1.7 ⁵⁾
Cyprus	[5000]	[100]	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Czech Republic	2000	200	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Denmark	—	— ⁶⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Estonia	5000	100	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Finland	[5000]	[100] ⁷⁾	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
France	5000 ⁸⁾	100 ⁸⁾	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Germany	5000 ⁹⁾	100 ⁹⁾	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Greece	5000	100	32 ¹⁰⁾	0.11 ¹⁰⁾	2.7 ¹⁰⁾	45 ¹⁰⁾	0.15 ¹⁰⁾	5.4 ¹⁰⁾	47 ¹⁰⁾	0.16 ¹⁰⁾	6 ¹⁰⁾
Hungary	5000	100	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Ireland	5000 ¹¹⁾	100 ¹¹⁾	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Italy	—	3 ¹²⁾	6 ¹³⁾	0.02 ¹³⁾	0.1 ¹³⁾	6 ¹³⁾	0.02 ¹³⁾	0.1 ¹³⁾	6 ¹³⁾	0.02 ¹³⁾	0.1 ¹³⁾
Latvia	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Lithuania	500 ¹⁴⁾	20 ¹⁴⁾	—	—	0.45	—	—	0.9	—	—	1
Luxemburg	5000 ¹⁵⁾	100 ¹⁵⁾	41 ¹⁶⁾	0.14	4.5	58 ¹⁶⁾	0.20	9	61 ¹⁶⁾	0.20	10
Malta	[5000]	[100]	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Netherlands	[5000] ¹⁷⁾	[100] ¹⁷⁾	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Poland	1000	75	7	—	0.1	7	—	0.1	7	—	0.1
Portugal	5000	100	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Romania	5000	100	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Slovakia	5000	100	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Slovenia	500 ¹⁸⁾	10 ¹⁸⁾	13 ¹⁸⁾	0.04 ¹⁸⁾	0.45 ¹⁸⁾	18 ¹⁸⁾	0.06 ¹⁸⁾	0.9 ¹⁸⁾	19 ¹⁸⁾	0.06 ¹⁸⁾	1 ¹⁸⁾
Spain	[5000] ¹⁹⁾	[100] ¹⁹⁾	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
Sweden	[5000]	[100]	[41]	[0.14]	[4.5]	[58]	[0.20]	[9]	[61]	[0.20]	[10]
United Kingdom	[9000]	[360]	[41]	[0.14]	[4.5]	[58]	[0.20]	[9]	[61]	[0.20]	[10]
Australia	—	—	41	0.14	4.5	58	0.20	9	61	0.20	10
China	4000	100	12	0.04	0.4	12	0.04	0.4	12	0.04	0.4
India	—	—	13	0.041	0.45	18	0.058	0.9	20	0.063	1.1
Japan	3000 ²⁰⁾	200 ²⁰⁾	48	0.16	6	61	0.20	10	61	0.20	10
Russia	500	5 ²¹⁾	—	—	0.1	—	—	0.1	—	—	0.1
Switzerland	—	1 ²²⁾	4 ²³⁾	—	—	6 ²³⁾	—	—	6 ²³⁾	—	—
U.S.A.	— ²⁴⁾	— ²⁴⁾	—	—	6	—	—	10	—	—	10

Legend to Table 1: All limits are given as root mean square (rms) value. Where necessary magnetic flux density was calculated from magnetic field strength using a magnetic permeability of $4\pi \times 10^{-7}$ H/m. Normal typeface: reference level for the external field in the meaning of Recommendation 1999/519/EC, derived from basic restriction. Application is mandatory unless value is in square brackets. Italic typeface: mandatory exposure limit in terms of the external field outside the body. Radiofrequency limits are standardised to approximate mobile telecommunication frequency bands in Europe, but actual network frequencies may vary.

Notes:

- 1) For new power lines requiring environmental impact assessment, authorities usually require compliance with Swiss limit of $1 \mu\text{T}$
- 2) Flanders: indoor environment limit $10 \mu\text{T}$, quality aim $0.2 \mu\text{T}$, government recommendation for new situations near power line $0.4 \mu\text{T}$; Brussels: $0.4 \mu\text{T}$ near new transformers and $100 \mu\text{T}$ near existing transformers; Wallonia: 5000 V/m and $100 \mu\text{T}$ near transformers
- 3) Limit in table is for publicly accessible places in Flanders, limit per antenna in places of stay 3.0 V/m at 900 MHz , 4.2 V/m at 1800 MHz , 4.5 V/m at 2100 MHz ; Wallonia: limit per antenna 3 V/m ; Brussels: limit per location 0.096 W/m^2 at 900 MHz , 0.19 W/m^2 at 1800 MHz , 0.22 W/m^2 at 2100 MHz
- 4) Minimal distances to power lines and to electrical distribution systems, differentiated by voltage; separate regulation for video display units
- 5) In homes, offices, schools, kindergartens, playgrounds, hospitals, care homes, tourist facilities; for other public spaces reference levels in 1999/519/EC apply
- 6) Danish Health Authority recommends that new homes and new institutions where children stay should not be built close to existing power lines and new power lines should not be built close to existing homes and institutions where children stay
- 7) Radiation safety authority recommends avoiding construction of permanent residences and premises meant for children in areas where magnetic flux density exceeds $0.4 \mu\text{T}$
- 8) For new or modified installations; there is also government advice to local authorities not to create new establishments with children in zones with magnetic flux density above $1 \mu\text{T}$
- 9) For new or modified installations exhaust all possibilities to minimise EMF; new power lines $\geq 220 \text{ kV}$ may not span buildings for long-term stay of people
- 10) For antenna stations closer than 300 m to sensitive locations (schools, kindergartens, hospitals, care homes); elsewhere 35 V/m , $0.11 \mu\text{T}$, 3.1 W/m^2 at 900 MHz ; 49 V/m , $0.16 \mu\text{T}$, 6.3 W/m^2 at 1800 MHz ; 51 V/m , $0.17 \mu\text{T}$, 7 W/m^2 at 2100 MHz
- 11) For new energy infrastructure, State Companies and energy developers must comply with ICNIRP limits and associated EU Recommendations as an intrinsic part of the planning process
- 12) For new situations with power lines near homes, schools, playgrounds, places with stay > 4 hours; $10 \mu\text{T}$ for existing situations near homes, schools, playgrounds, places with stay > 4 hours; $100 \mu\text{T}$ and 5000 kV/m for all other exposures from power lines
- 13) EMF from fixed systems for telecommunication and radio or TV broadcasting near homes and their outdoor annexes, in schools and playgrounds, in places with stay greater than 4 hours; elsewhere 20 V/m , $0.06 \mu\text{T}$, 1 W/m^2
- 14) Inside residential and public buildings; limits for living environment outside residential and public buildings 1000 V/m , $40 \mu\text{T}$
- 15) Security conditions for electricity lines, there are also voluntary minimal distances to power lines for new developments
- 16) Limit per antenna at places where people can stay 3.0 V/m , applies to antennas with power of 100 W and higher
- 17) Ministerial recommendation: create no new situations of long-term stay of children in magnetic flux density greater than $0.4 \mu\text{T}$ around overhead power lines, otherwise reference level in 1999/519/EC applies
- 18) Applies to homes, hospitals, health resorts, public buildings, tourism buildings, schools, nurseries, playgrounds, parks, recreational areas; otherwise limit for external electric and magnetic field strength equal to reference level in 1999/519/EC; for power frequency limits apply to new or reconstructed sources only
- 19) No binding national limits for 50 Hz fields, but in practice electricity companies and the authorities apply the limits in 1999/519/EC
- 20) Limit listed is for 50 Hz fields, power frequency is 50 Hz in East Japan and 60 Hz in West Japan
- 21) Limit for living quarters, children's, preschool, general and medical institutions; non-residential premises $10 \mu\text{T}$, inhabited areas outdoors $20 \mu\text{T}$, uninhabited areas $100 \mu\text{T}$
- 22) Limit at places of sensitive use (buildings in which persons regularly stay for longer periods, playgrounds) for all high voltage installations except existing powerlines; otherwise reference level in 1999/519/EC applies at all places accessible for the public
- 23) Limit at places of sensitive use (buildings in which persons regularly stay for longer periods, playgrounds) for individual antenna installations; otherwise reference level in 1999/519/EC applies at all places accessible for the public
- 24) Power frequency is 60 Hz ; no federal regulation, limits in some states, prudent avoidance policy in others (measures to reduce exposure at reasonable cost)

Table 2 Occupational reference levels or exposure limits for electromagnetic fields in member states of the European Union and selected industrial nations outside the European Union (situation July 2017)

Country:	50 Hz		900 MHz			conditional exemption from ELV for MRI	alternative protection system for armed forces	temporary exemption from ELV for specific sectors or activities
	electric field strength (high AL) (V/m)	magnetic flux density (high AL) (μT)	electric field strength (V/m)	magnetic flux density (μT)	equivalent plain wave power density (W/m^2)			
2013/35/EU	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes
Austria	20000 ¹⁾	6000 ¹⁾	90 ¹⁾	0.30 ¹⁾	—	yes	no	yes ²⁾
Belgium	20000	6000	90	0.30	—	yes	no	yes
Bulgaria	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes (NATO)	no
Croatia	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes
Cyprus	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes
Czech Republic	10000	1000	90	0.30	22.5	no	no	no
Denmark	20000	6000	90	0.30	—	yes	no	no
Estonia	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes (NATO)	no
Finland	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes
France	20000 ³⁾	6000 ³⁾	90 ³⁾	0.30 ³⁾	—	yes ⁴⁾	no	no
Germany	20000	6000	90	0.30	—	yes ⁴⁾	no	yes ⁴⁾
Greece	20000	6000	90	0.30	—	yes	Yes (NATO)	Yes ⁵⁾
Hungary	20000	6000	90	0.30	—	no ⁶⁾	yes (NATO)	yes ⁶⁾
Ireland	20000	6000	90	0.30	—	yes	no	no
Italy	20000	6000	90	0.30	—	no ⁷⁾	yes	yes ⁷⁾
Latvia	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	no
Lithuania	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes ⁸⁾	no
Luxemburg	20000	6000	90	0.30	—	yes ⁹⁾	yes (NATO) ⁹⁾	yes ⁹⁾
Malta	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes
Netherlands	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	no
Poland	10000 ¹⁰⁾	2000 ¹⁰⁾	60 ¹⁰⁾	0.20 ¹⁰⁾	—	no	yes	no
Portugal	20000 ¹¹⁾	6000 ¹¹⁾	90 ¹¹⁾	0.30 ¹¹⁾	—	yes	yes	no
Romania	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes
Slovakia	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes
Slovenia	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes ¹²⁾
Spain	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes (NATO)	yes
Sweden	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	no
United Kingdom	20000	6000	90	0.30	—	yes	yes	yes ¹³⁾
Australia	10000	1000	92	0.31	22.5			
China	5000	—	—	—	50 ¹⁴⁾			
India	—	—	—	—	—			
Japan	— ¹⁵⁾	— ¹⁵⁾	— ¹⁵⁾	— ¹⁵⁾	— ¹⁵⁾			
Russia	—	2000 ¹⁶⁾	—	—	10 ¹⁶⁾			
Switzerland	10000 ¹⁷⁾	500 ¹⁷⁾	90 ¹⁷⁾	0.30 ¹⁷⁾	22.5 ¹⁷⁾			
U.S.A.	— ¹⁸⁾	— ¹⁸⁾	—	—	30			

Legend to Table 2: All limits are given as root mean square (rms) value. Where necessary magnetic flux density was calculated from magnetic field strength using a magnetic permeability of $4\pi \times 10^7$ H/m. Normal typeface: action level (AL)/reference level for the external field in the meaning of Directive 2013/35/EU or ICNIRP guidelines, derived from exposure limit value (ELV)/basic restriction. Application is mandatory unless value is in square brackets. *Italic typeface: mandatory exposure limit in terms of the external field outside the body.*

Notes:

- 1) Limits in EU recommendation 1999/519/EC apply to pregnant workers; AL may not be exceeded for workers younger than 18 years; sensory effects ELV may only be exceeded for resistance welding and electricity supply sector
- 2) Sensory and health effects ELV may be temporarily exceeded for workers in delimited areas in establishments for generation, transport and distribution of electrical energy
- 3) Limits in EU recommendation 1999/519/EC apply to pregnant workers; sensory effects ELV may not be exceeded for workers younger than 18 years
- 4) Exemption with additional obligations to those in Directive 2013/35/EU
- 5) For any temporary exemption from ELV for a specific sector or activity, the National Occupational Health & Safety Council shall give its expert opinion beforehand
- 6) Regional radiation safety officer may allow exposure of workers to exceed health effects ELV in specific circumstances where state-of-the-art technical and organisational protection measures have been implemented; annexes to national legislation contain list of equipment requiring risk assessment approval, including MRI
- 7) Ministers of Labour and Social Policy and of Health may grant a conditional and temporary derogation at the request of the employer, with additional requirements for MRI
- 8) Scope extended: military personnel or national security, public security and customs officials as determined by Lithuanian intelligence regulations
- 9) Employer is obliged to check the appropriateness of the measures taken with an approved expert acting within the competences and authority of the labour inspectorate
- 10) Values listed are for basic 'threat' AL, there are also higher 'danger' AL, lower 'intermediate' AL for indirect effects and ancillary AL for modulated fields
- 11) Employer shall ensure that the exposure of workers to electromagnetic fields is reduced to the lowest possible level, but in any case it should not exceed ELV
- 12) Sensory and health effects ELV may be temporarily exceeded for workers in police, other units and services for protection, rescue and relief in specific circumstances
- 13) Temporary conditional exemption from ELV for electrolysis, dielectric heating, induction heating, manual resistance welding, MRI equipment other than that for patients
- 14) Limit for short exposures, for longer exposures limits decrease down to 0.5 W/m^2 (continuous wave) or 0.25 W/m^2 (pulsed) for 8 hours with whole body exposure
- 15) No legal limits for workers, Japan Society for Occupational Health has recommended occupational exposure limits in terms of the strength of external electric and magnetic field and power density identical to the low action levels and thermal effects action levels in the EU directive
- 16) Limit for exposures shorter than 1 hour, for longer exposures limits decrease down to $100 \mu\text{T}$ for 8 hours; for radiofrequency fields there are also limits on exposure x time
- 17) For pregnant workers, exposure limits identical to the reference levels in EU recommendation 1999/519/EC apply
- 18) No legal limits for workers, American Conference of Governmental Industrial Hygienists has recommended 'threshold limit values' of 25000 V/m and $1000 \mu\text{T}$ at 60 Hz as guidelines to assist in the control of potential workplace health hazards

.....

Rianne Stam

.....

Colophon

The author thanks the many scientific and policy experts who contributed information and reviewed a draft version of the document.

Author: Rianne Stam

© RIVM 2017

Parts of this publication may be reproduced, provided acknowledgement is given to the 'National Institute for Public Health and the Environment, RIVM', along with the title and year of publication.

Published by:

**National Institute for Public Health
and the Environment, RIVM**

PO Box 1 | 3720 BA Bilthoven
The Netherlands
www.rivm.nl/en

January 2018

Committed to *health and sustainability*

ICNIRP GUIDELINES

FOR LIMITING EXPOSURE TO
ELECTROMAGNETIC FIELDS (100 kHz TO 300 GHz)

PUBLISHED IN: **HEALTH PHYS 118(5): 483–524; 2020**

PUBLISHED AHEAD OF PRINT IN MARCH 2020: **HEALTH PHYS
118(00):000–000; 2020**

OPEN

Special Submission

GUIDELINES FOR LIMITING EXPOSURE TO ELECTROMAGNETIC FIELDS (100 kHz to 300 GHz)

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP)¹

Abstract—Radiofrequency electromagnetic fields (EMFs) are used to enable a number of modern devices, including mobile telecommunications infrastructure and phones, Wi-Fi, and Bluetooth. As radiofrequency EMFs at sufficiently high power levels can adversely affect health, ICNIRP published Guidelines in 1998 for human exposure to time-varying EMFs up to 300 GHz, which included the radiofrequency EMF spectrum. Since that time, there has been a considerable body of science further addressing the relation between radiofrequency EMFs and adverse health outcomes, as well as significant developments in the technologies that use radiofrequency EMFs. Accordingly, ICNIRP has updated the radiofrequency EMF part of the 1998 Guidelines. This document presents these revised Guidelines, which provide protection for humans from exposure to EMFs from 100 kHz to 300 GHz. *Health Phys.* 118(5):483–524; 2020

INTRODUCTION

THE GUIDELINES described here are for the protection of humans exposed to radiofrequency electromagnetic fields (EMFs) in the range 100 kHz to 300 GHz (hereafter “radiofrequency”). This publication replaces the 100 kHz to 300 GHz part of the ICNIRP (1998) radiofrequency guidelines, as well as the 100 kHz to 10 MHz part of the ICNIRP (2010) low-frequency guidelines. Although these guidelines are based on the best science currently available, it is

recognized that there may be limitations to this knowledge that could have implications for the exposure restrictions. Accordingly, the guidelines will be periodically revised and updated as advances are made in the relevant scientific knowledge. The present document describes the guidelines and their rationale, with Appendix A providing further detail concerning the relevant dosimetry and Appendix B providing further detail regarding the biological and health effects reported in the literature.

PURPOSE AND SCOPE

The main objective of this publication is to establish guidelines for limiting exposure to EMFs that will provide a high level of protection for all people against substantiated adverse health effects from exposures to both short- and long-term, continuous and discontinuous radiofrequency EMFs. However, some exposure scenarios are defined as outside the scope of these guidelines. Medical procedures may utilize EMFs, and metallic implants may alter or perturb EMFs in the body, which in turn can affect the body both directly (via direct interaction between field and tissue) and indirectly (via an intermediate conducting object). For example, radiofrequency ablation and hyperthermia are both used as medical treatments, and radiofrequency EMFs can indirectly cause harm by unintentionally interfering with active implantable medical devices (see ISO 2012) or altering EMFs due to the presence of conductive implants. As medical procedures rely on medical expertise to weigh potential harm against intended benefits, ICNIRP considers such exposure managed by qualified medical practitioners (i.e., to patients, carers and comforters, including, where relevant, fetuses), as well as the utilization of conducting materials for medical procedures, as beyond the scope of these guidelines (for further information, see UNEP/WHO/IRPA 1993). Similarly, volunteer research participants are deemed to be outside the scope of these guidelines, providing that an institutional ethics committee approves such participation following consideration of potential harms and benefits. However,

¹ICNIRP, c/o BfS, Ingolstaedter Landstr. 1, 85764, Oberschleissheim, Germany;

The International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) collaborators are listed in the Acknowledgement section.

ICNIRP declares no conflict of interest.

For correspondence contact: Gunde Ziegelberger, c/o BfS, Ingolstaedter Landstr. 1, 85764 Oberschleissheim, Germany, or email at info@icnirp.org.

(Manuscript accepted 3 September 2019)

0017-9078/20/0

Copyright © 2020 The Author(s). Published by Wolters Kluwer Health, Inc. on behalf of the Health Physics Society. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-Non Commercial-No Derivatives License 4.0 (CCBY-NC-ND), where it is permissible to download and share the work provided it is properly cited. The work cannot be changed in any way or used commercially without permission from the journal.

DOI: 10.1097/HP.0000000000001210

occupationally exposed individuals in both the clinical and research scenarios are defined as within the scope of these guidelines. Cosmetic procedures may also utilize radiofrequency EMFs. ICNIRP considers people exposed to radiofrequency EMFs as a result of cosmetic treatments without control by a qualified medical practitioner to be subject to these guidelines; any decisions concerning potential exemptions are the role of national regulatory bodies. Radiofrequency EMFs may also interfere with electrical equipment more generally (i.e., not only implantable medical equipment), which can affect health indirectly by causing equipment to malfunction. This is referred to as electromagnetic compatibility, and is outside the scope of these guidelines (for further information, see IEC 2014).

PRINCIPLES FOR LIMITING RADIOFREQUENCY EXPOSURE

These guidelines specify quantitative EMF levels for personal exposure. Adherence to these levels is intended to protect people from all substantiated harmful effects of radiofrequency EMF exposure. To determine these levels, ICNIRP first identified published scientific literature concerning effects of radiofrequency EMF exposure on biological systems, and established which of these were both harmful to human health³ and scientifically substantiated. This latter point is important because ICNIRP considers that, in general, reported adverse effects of radiofrequency EMFs on health need to be independently verified, be of sufficient scientific quality and consistent with current scientific understanding, in order to be taken as “evidence” and used for setting exposure restrictions. Within the guidelines, “evidence” will be used within this context, and “substantiated effect” used to describe reported effects that satisfy this definition of evidence. The reliance on such evidence in determining adverse health effects is to ensure that the exposure restrictions are based on genuine effects, rather than unsupported claims. However, these requirements may be relaxed if there is sufficient additional knowledge (such as understanding of the relevant biological interaction mechanism) to confirm that adverse health effects are reasonably expected to occur.

For each substantiated effect, ICNIRP then identified the “adverse health effect threshold;” the lowest exposure level known to cause the health effect. These thresholds were derived to be strongly conservative for typical

exposure situations and populations. Where no such threshold could be explicitly obtained from the radiofrequency health literature, or where evidence that is independent from the radiofrequency health literature has (indirectly) shown that harm could occur at levels lower than the “EMF-derived threshold,” ICNIRP set an “operational threshold.” These are based on additional knowledge of the relation between the primary effect of exposure (e.g., heating) and health effect (e.g., pain), to provide an operational level with which to derive restriction values in order to attain an appropriate level of protection. Consistent with previous guidelines from ICNIRP, reduction factors were then applied to the resultant thresholds (or operational thresholds) to provide exposure restriction values. Reduction factors account for biological variability in the population (e.g., age, sex), variation in baseline conditions (e.g., tissue temperature), variation in environmental factors (e.g., air temperature, humidity, clothing), dosimetric uncertainty associated with deriving exposure values, uncertainty associated with the health science, and as a conservative measure more generally.

These exposure restriction values are referred to as “basic restrictions.” They relate to physical quantities that are closely related to radiofrequency-induced adverse health effects. Some of these are physical quantities inside an exposed body, which cannot be easily measured, so quantities that are more easily evaluated, termed “reference levels,” have been derived from the basic restrictions to provide a more-practical means of demonstrating compliance with the guidelines. Reference levels have been derived to provide an equivalent degree of protection to the basic restrictions, and thus an exposure is taken to be compliant with the guidelines if it is shown to be below either the relevant basic restrictions or relevant reference levels. Note that the relative concordance between exposures resulting from basic restrictions and reference levels may vary depending on a range of factors. As a conservative step, reference levels have been derived such that under worst-case exposure conditions (which are highly unlikely to occur in practice) they will result in similar exposures to those specified by the basic restrictions. It follows that in the vast majority of cases, observing the reference levels will result in substantially lower exposures than the corresponding basic restrictions allow. See “Reference Levels” section for further details.

The guidelines differentiate between occupationally-exposed individuals and members of the general public. Occupationally-exposed individuals are defined as adults who are exposed under controlled conditions associated with their occupational duties, trained to be aware of potential radiofrequency EMF risks and to employ appropriate harm-mitigation measures, and who have the sensory

³Note that the World Health Organization (1948) definition of “health” is used here. Specifically, “health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.”

and behavioral capacity for such awareness and harm-mitigation response. An occupationally-exposed worker must also be subject to an appropriate health and safety program that provides the above information and protection. The general public is defined as individuals of all ages and of differing health statuses, which includes more vulnerable groups or individuals, and who may have no knowledge of or control over their exposure to EMFs. These differences suggest the need to include more stringent restrictions for the general public, as members of the general public would not be suitably trained to mitigate harm, or may not have the capacity to do so. Occupationally-exposed individuals are not deemed to be at greater risk than the general public, providing that appropriate screening and training is provided to account for all known risks. Note that a fetus is here defined as a member of the general public, regardless of exposure scenario, and is subject to the general public restrictions.

As can be seen above, there are a number of steps involved in deriving ICNIRP's guidelines. ICNIRP adopts a conservative approach to each of these steps in order to ensure that its limits would remain protective even if exceeded by a substantial margin. For example, the choice of adverse health effects, presumed exposure scenarios, application of reduction factors and derivation of reference levels are all conducted conservatively. The degree of protection in the exposure levels is thus greater than may be suggested by considering only the reduction factors, which represent only one conservative element of the guidelines. There is no evidence that additional precautionary measures will result in a benefit to the health of the population.

SCIENTIFIC BASIS FOR LIMITING RADIOFREQUENCY EXPOSURE

100 kHz to 10 MHz EMF Frequency Range: Relation Between the Present and Other ICNIRP Guidelines

Although the present guidelines replace the 100 kHz to 10 MHz EMF frequency range of the ICNIRP (2010) guidelines, the science pertaining to direct radiofrequency EMF effects on nerve stimulation and associated restrictions within the ICNIRP (2010) guidelines has not been reconsidered here. Instead, the present process evaluated and set restrictions for adverse health effects *other than* direct effects on nerve stimulation from 100 kHz to 10 MHz, and for all adverse health effects from 10 MHz to 300 GHz. The restrictions relating to direct effects of nerve stimulation from the 2010 guidelines were then added to those derived in the present guidelines to form the final set of restrictions. Health and dosimetry considerations related to direct effects on nerve

stimulation are therefore not provided here [see ICNIRP (2010) for further information].

Quantities, Units and Interaction Mechanisms

A brief overview of the electromagnetic quantities and units employed in this document, as well as the mechanisms of interaction of these with the body, is provided here. A more detailed description of the dosimetry relevant to the guidelines is provided in Appendix A, "Quantities and Units" section.

Radiofrequency EMFs consist of oscillating electric and magnetic fields; the number of oscillations per second is referred to as "frequency," and is described in units of hertz (Hz). As the field propagates away from a source, it transfers power from its source, described in units of watt (W), which is equivalent to joule (J, a measure of energy) per unit of time (t). When the field impacts upon material, it interacts with the atoms and molecules in that material. When a biological body is exposed to radiofrequency EMFs, some of the power is reflected away from the body, and some is absorbed by it. This results in complex patterns of electromagnetic fields inside the body that are heavily dependent on the EMF characteristics as well as the physical properties and dimensions of the body. The main component of the radiofrequency EMF that affects the body is the electric field. Electric fields inside the body are referred to as induced electric fields (E_{ind} , measured in volt per meter; $V\ m^{-1}$), and they can affect the body in different ways that are potentially relevant to health.

Firstly, the induced electric field in the body exerts a force on both polar molecules (mainly water molecules) and free moving charged particles such as electrons and ions. In both cases a portion of the EMF energy is converted to kinetic energy, forcing the polar molecules to rotate and charged particles to move as a current. As the polar molecules rotate and charged particles move, they typically interact with other polar molecules and charged particles, causing the kinetic energy to be converted to heat. This heat can adversely affect health in a range of ways. Secondly, if the induced electric field is below about 10 MHz and strong enough, it can exert electrical forces that are sufficient to stimulate nerves, and if the induced electric field is strong and brief enough (as can be the case for pulsed low frequency EMFs), it can exert electrical forces that are sufficient to cause dielectric breakdown of biological membranes, as occurs during direct current (DC) electro-poration (Mir 2008).

From a health risk perspective, we are generally interested in how much EMF power is absorbed by biological tissues, as this is largely responsible for the heating effects described above. This is typically described as a function of a relevant dosimetric quantity. For example, below about 6 GHz, where EMFs penetrate deep into tissue (and thus

require depth to be considered), it is useful to describe this in terms of “specific energy absorption rate” (SAR), which is the power absorbed per unit mass (W kg^{-1}). Conversely, above 6 GHz, where EMFs are absorbed more superficially (making depth less relevant), it is useful to describe exposure in terms of the density of absorbed power over area (W m^{-2}), which we refer to as “absorbed power density” (S_{ab}). In these guidelines, SAR is specified over different masses to better match particular adverse health effects; $\text{SAR}_{10\text{g}}$ represents the power absorbed (per kg) over a 10-g cubical mass, and whole-body average SAR represents power absorbed (per kg) over the entire body. Similarly, absorbed power density is specified over different areas as a function of EMF frequency. In some situations, the rate of energy deposition (power) is less relevant than the total energy deposition. This may be the case for brief exposures where there is not sufficient time for heat diffusion to occur. In such situations, specific energy absorption (SA, in J kg^{-1}) and absorbed energy density (U_{ab} , in J m^{-2}) are used, for EMFs below and above 6 GHz, respectively. SAR, S_{ab} , SA, U_{ab} , and E_{ind} are the quantities used in these guidelines to specify the basic restrictions.

As the quantities used to specify basic restrictions can be difficult to measure, quantities that are more easily evaluated are also specified, as reference levels. The reference level quantities relevant to these guidelines are incident electric field strength (E_{inc}) and incident magnetic field strength (H_{inc}), incident power density (S_{inc}), plane-wave equivalent incident power density (S_{eq}), incident energy density (U_{inc}), and plane-wave equivalent incident energy density (U_{eq}), all measured outside the body, and electric current inside the body, I , described in units of ampere (A). Basic restriction and reference level units are shown in Table 1, and definitions of all

relevant terms provided in Appendix A, in the “Quantities and Units” section.

Radiofrequency EMF Health Research

In order to set safe exposure levels, ICNIRP first decided whether there was evidence that radiofrequency EMFs impair health, and for each adverse effect that was substantiated, both the mechanism of interaction and the minimum exposure required to cause harm were determined (where available). This information was obtained primarily from major international reviews of the literature on radiofrequency EMFs and health. This included an in-depth review from the World Health Organization on radiofrequency EMF exposure and health that was released as a draft Technical Document (WHO 2014), and reports by the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR 2015) and the Swedish Radiation Safety Authority (SSM 2015, 2016, 2018). These reports have reviewed an extensive body of literature, ranging from experimental research to epidemiology, and include consideration of health in children and those individuals thought to be sensitive to radiofrequency EMFs. To complement those reports, ICNIRP also considered research published since those reviews. A brief summary of this literature is provided in Appendix B, with the main conclusions provided below.

As described in Appendix B, in addition to nerve stimulation (described in ICNIRP 2010), radiofrequency EMFs can affect the body via two primary biological effects: changes in the permeability of membranes and temperature rise. Knowledge concerning relations between thermal effects and health, independent of the radiofrequency EMF literature, is also important and is described below. ICNIRP considers this appropriate given that the vast majority of radiofrequency EMF health research has been conducted

Table 1. Quantities and corresponding SI units used in these guidelines.

Quantity	Symbol ^a	Unit
Absorbed energy density	U_{ab}	joule per square meter (J m^{-2})
Incident energy density	U_{inc}	joule per square meter (J m^{-2})
Plane-wave equivalent incident energy density	U_{eq}	joule per square meter (J m^{-2})
Absorbed power density	S_{ab}	watt per square meter (W m^{-2})
Incident power density	S_{inc}	watt per square meter (W m^{-2})
Plane-wave equivalent incident power density	S_{eq}	watt per square meter (W m^{-2})
Induced electric field strength	E_{ind}	volt per meter (V m^{-1})
Incident electric field strength	E_{inc}	volt per meter (V m^{-1})
Incident electric field strength	E_{ind}	volt per meter (V m^{-1})
Incident magnetic field strength	H_{inc}	ampere per meter (A m^{-1})
Specific energy absorption	SA	joule per kilogram (J kg^{-1})
Specific energy absorption rate	SAR	watt per kilogram (W kg^{-1})
Electric current	I	ampere (A)
Frequency	f	hertz (Hz)
Time	t	second (s)

^a*Italicized* symbols represent variables; quantities are described in scalar form because direction is not used to derive the basic restrictions or reference levels.

using exposures substantially lower than those shown to produce adverse health effects, with relatively little research addressing adverse health effect thresholds from known interaction mechanisms themselves. Thus, it is possible that the radiofrequency health literature may not be sufficiently comprehensive to ascertain precise thresholds. Conversely, where a more extensive literature is available that clarifies the relation between health and the primary biological effects, this can be useful for setting guidelines. For example, if the thermal physiology literature demonstrated that local temperature elevations of a particular magnitude caused harm, but radiofrequency exposure known to produce a similar temperature elevation had not been evaluated for harm, then it would be reasonable to also consider this thermal physiology literature. ICNIRP refers to thresholds derived from such additional literature as *operational* adverse health effect thresholds.

It is important to note that ICNIRP only uses operational thresholds to set restrictions where they are lower (more conservative) than those demonstrated to adversely affect health in the radiofrequency literature, or where the radiofrequency literature does not provide sufficient evidence to deduce an adverse health effect threshold. For the purpose of determining thresholds, evidence of adverse health effects arising from all radiofrequency EMF exposures is considered, including those referred to as ‘low-level’ and ‘non-thermal’, and including those where mechanisms have not been elucidated. Similarly, as there is no evidence that continuous (e.g., sinusoidal) and discontinuous (e.g., pulsed) EMFs result in different biological effects (Kowalczyk et al. 2010; Juutilainen et al. 2011), no theoretical distinction has been made between these types of exposure (all exposures have been considered empirically in terms of whether they adversely affect health).

Thresholds for Radiofrequency EMF-Induced Health Effects

Nerve stimulation. Exposure to EMFs can induce electric fields within the body, which for frequencies up to 10 MHz can stimulate nerves (Saunders and Jeffreys 2007). The effect of this stimulation varies as a function of frequency, and it is typically reported as a “tingling” sensation for frequencies around 100 kHz. As frequency increases, heating effects predominate and the likelihood of nerve stimulation decreases; at 10 MHz the effect of the electric field is typically described as “warmth.” Nerve stimulation by induced electric fields is detailed in the ICNIRP low frequency guidelines (2010).

Changes to permeability of cell membranes. When (low frequency) EMFs are pulsed, the power is distributed across a range of frequencies, which can include radiofrequency EMFs (Joshi and Schoenbach 2010). If the pulse is sufficiently intense and brief, exposure to the resultant EMFs may cause cell membranes to become permeable, which in turn can lead to other cellular changes. However, there is no evidence that

the radiofrequency spectral component from an EMF pulse (without the low-frequency component) is sufficient to cause changes in the permeability of cell membranes. The restrictions on nerve stimulation in the ICNIRP (2010) guidelines (and used here) are sufficient to ensure that permeability changes do not occur, so additional protection from the resultant radiofrequency EMFs is not necessary. Membrane permeability changes have also been shown to occur with 18 GHz continuous wave exposure (e.g., Nguyen et al. 2015). This has only been demonstrated *in vitro*, and the effect requires very high exposure levels (circa 5 kW kg^{-1} , over many minutes) that far exceed those required to cause thermally-induced harm (see “Temperature rise” section). Therefore, there is also no need to specifically set restrictions to protect against this effect, as the restrictions designed to protect against smaller temperature rises described in the “Temperature Rise” section will also provide protection against this.

Temperature rise. Radiofrequency EMFs can generate heat in the body and it is important that this heat is kept to a safe level. However, as can be seen from Appendix B, there is a dearth of radiofrequency exposure research using sufficient power to cause heat-induced health effects. Of particular note is that although exposures (and resultant temperature rises) have occasionally been shown to cause severe harm, the literature lacks concomitant evidence of the lowest exposures required to cause harm. For very low exposure levels (such as within the ICNIRP (1998) basic restrictions) there is extensive evidence that the amount of heat generated is not sufficient to cause harm, but for exposure levels above those of the ICNIRP (1998) basic restriction levels, there is limited research. Where there is good reason to expect health impairment at temperatures lower than those shown to impair health via radiofrequency EMF exposure, ICNIRP uses those lower temperatures as a basis for its restrictions (see “Radiofrequency EMF health research” section).

It is important to note that these guidelines restrict radiofrequency EMF exposure to limit temperature rise rather than absolute temperature, whereas health effects are primarily related to absolute temperature. This strategy is used because it is not feasible to limit absolute temperature, which is dependent on many factors that are outside the scope of these guidelines, such as environmental temperature, clothing and work rate. This means that if exposure caused a given temperature rise, this could improve, not affect, or impair health depending on a person’s initial temperature. For example, mild heating can be pleasant if a person is cold, but unpleasant if they are already very hot. The restrictions are therefore set to avoid significant increase in temperature, where “significant” is considered in light of both potential harm and normal physiological temperature variation. These guidelines differentiate between steady-state temperature rises (where temperature increases

slowly, allowing time for heat to dissipate over a larger tissue mass and for thermoregulatory processes to counter temperature rise), and brief temperature rises (where there may not be sufficient time for heat to dissipate, which can result in larger temperature rises in small regions given the same absorbed radiofrequency energy). This distinction suggests the need to account for steady-state and brief exposure durations separately.

Steady-state temperature rise

Body core temperature. Body core temperature refers to the temperature deep within the body, such as in the abdomen and brain, and varies substantially as a function of such factors as sex, age, time of day, work rate, environmental conditions and thermoregulation. For example, although the mean body core temperature is approximately 37°C (and within the “normothermic” range⁴), this typically varies over a 24-h period to meet physiological needs, with the magnitude of the variation as large as 1°C (Reilly et al. 2007). As thermal load increases, thermoregulatory functions such as vasodilation and sweating can be engaged to restrict body core temperature rise. This is important because a variety of health effects can occur once body core temperature has increased by more than approximately 1°C (termed “hyperthermia”). For example, risk of accident increases with hyperthermia (Ramsey et al. 1983), and at body core temperatures >40°C it can lead to heat stroke, which can be fatal (Cheshire 2016).

Detailed guidelines are available for minimizing adverse health risk associated with hyperthermia within the occupational setting (ACGIH 2017). These aim to modify work environments in order to keep body core temperature within +1°C of normothermia, and require substantial knowledge of each particular situation due to the range of variables that can affect it. As described in Appendix B, body core temperature rise due to radiofrequency EMFs that results in harm is only seen where temperature increases more than +1°C, with no clear evidence of a specific threshold for adverse health effects. Due to the limited literature available, ICNIRP has adopted a conservative temperature rise value as the operational adverse health effect threshold (the 1°C rise of ACGIH 2017). It is important to note that significant physiological changes can occur when body core temperature increases by 1°C. Such changes are part of the body’s normal thermoregulatory response (e.g., Van den Heuvel et al. 2017), and thus do not *in themselves* represent an adverse health effect.

Recent theoretical modeling and generalization from experimental research across a range of species predicts that

exposures resulting in a whole-body average SAR of approximately 6 W kg⁻¹, within the 100 kHz to 6 GHz range, over at least a 1-hour interval under thermoneutral conditions⁵ (28°C, naked, at rest), is required to induce a 1°C body core temperature rise in human adults. A higher SAR is required to reach this temperature rise in children due to their more-efficient heat dissipation (Hirata et al. 2013). However, given the limited measurement data available, ICNIRP has adopted a conservative position and uses 4 W kg⁻¹ averaged over 30 min as the radiofrequency EMF exposure level corresponding to a body core temperature rise of 1°C. An averaging time of 30 min is used to take into account the time it takes to reach a steady-state temperature (for more details, see Appendix A, “Temporal averaging considerations” section). As a comparison, a human adult generates a total of approximately 1 W kg⁻¹ at rest (Weyand et al. 2009), nearly 2 W kg⁻¹ standing, and 12 W kg⁻¹ running (Teunissen et al. 2007).

As EMF frequency increases, exposure of the body and the resultant heating becomes more superficial, and above about 6 GHz this heating occurs predominantly within the skin. For example, 86% of the power at 6 and 300 GHz is absorbed within 8 and 0.2 mm of the surface respectively (Sasaki et al. 2017). Compared to heat in deep tissues, heat in superficial tissues is more easily removed from the body because it is easier for the thermal energy to transfer to the environment. This is why basic restrictions to protect against body core temperature rise have traditionally been limited to frequencies below 10 GHz (e.g., ICNIRP 1998). However, research has shown that EMF frequencies above 300 GHz (e.g., infrared radiation) can increase body core temperature beyond the 1°C operational adverse health effect threshold described above (Brockow et al. 2007). This is because infrared radiation, as well as lower frequencies within the scope of the present guidelines, cause heating within the dermis, and the extensive vascular network within the dermis can transport this heat deep within the body. It is therefore appropriate to also protect against body core temperature rise above 6 GHz.

ICNIRP is not aware of research that has assessed the effect of 6 to 300 GHz EMFs on body core temperature, nor of research that has demonstrated that it is harmful. However, as a conservative measure, ICNIRP uses the 4 W kg⁻¹ corresponding to the operational adverse health effect threshold for frequencies up to 6 GHz, for the >6 to 300 GHz range also. In support of this being a conservative value, it has been shown that 1260 W m⁻² (incident power density) infrared radiation exposure to one side of the body results in a 1°C body core temperature rise (Brockow et al., 2007). If we related this to the exposure of a 70 kg adult with an exposed surface area of 1 m² and no skin reflectance, this would result in a whole-body exposure of approximately 18 W kg⁻¹; this is far higher than the 4 W kg⁻¹ exposure level for EMFs below 6 GHz that is taken to represent a 1°C body

⁴Normothermia refers to the thermal state within the body whereby active thermoregulatory processes are not engaged to either increase or decrease body core temperature.

⁵Thermoneutral refers to environmental conditions that allow body core temperature to be maintained solely by altering skin blood flow.

core temperature rise. This is viewed as additionally conservative given that the Brockow et al. study reduced heat dissipation using a thermal blanket, which would underestimate the exposure required to increase body core temperature under typical conditions.

Local temperature. In addition to body core temperature, excessive localized heating can cause pain and thermal damage. There is an extensive literature showing that skin contact with temperatures below 42°C for extended periods will not cause pain or damage cells (e.g., Defrin et al. 2006). As described in Appendix B, this is consistent with the limited data available for radiofrequency EMF heating of the skin [e.g., Walters et al. (2000) reported a pain threshold of 43°C using 94 GHz exposure], but fewer data are available for heat sources that penetrate beyond the protective epidermis and to the heat-sensitive epidermis/dermis interface. However, there is also a substantial body of literature assessing thresholds for tissue damage which shows that damage can occur at tissue temperatures >41–43°C, with damage likelihood and severity increasing as a function of time at such temperatures (e.g., Dewhirst et al. 2003; Yarmolenko et al. 2011; Van Rhoon et al. 2013).

The present guidelines treat radiofrequency EMF exposure that results in local temperatures of 41°C or greater as potentially harmful. As body temperature varies as a function of body region, ICNIRP treats exposure to different regions separately. Corresponding to these regions, the present guidelines define two tissue types which, based on their temperature under normothermal conditions, are assigned different operational adverse health effect thresholds; “Type-1” tissue (all tissues in the upper arm, forearm, hand, thigh, leg, foot, pinna and the cornea, anterior chamber and iris of the eye, epidermal, dermal, fat, muscle, and bone tissue), and “Type-2” tissue (all tissues in the head, eye, abdomen, back, thorax, and pelvis, excluding those defined as Type-1 tissue). The normothermal temperature of Type 1 tissue is typically <33–36 °C, and that of Type-2 tissue <38.5 °C (DuBois 1941; Aschoff and Wever 1958; Arens and Zhang 2006; Shafahi and Vafai 2011). These values were used to define operational thresholds for local heat-induced health effects; adopting 41 °C as potentially harmful, the present guidelines take a conservative approach and treat radiofrequency EMF-induced temperature rises of 5°C and 2°C, within Type-1 and Type-2 tissue, respectively, as operational adverse health effect thresholds for local exposure.

It is difficult to set exposure restrictions as a function of the above tissue-type classification. ICNIRP thus defines two regions and sets separate exposure restrictions, where relevant, for these regions: “Head and Torso,” comprising the head, eye, pinna, abdomen, back, thorax and pelvis, which includes both Type-1 and Type-2 tissue, and the “Limbs,” comprising the upper arm, forearm, hand, thigh,

leg and foot, which only includes Type-1 tissue. Exposure levels have been determined for each of these regions such that they do not result in temperature rises of more than 5°C and 2°C, in Type-1 and Type-2 tissue, respectively. As the Limbs, by definition, do not contain any Type-2 tissue, the operational adverse health effect threshold for the Limbs is always 5°C.

The testes can be viewed as representing a special case, whereby reversible, graded, functional change can occur within normal physiological temperature variation if maintained over extended periods, with no apparent threshold. For example, spermatogenesis is reversibly reduced as a result of the up to 2°C increase caused by normal activities such as sitting (relative to standing; Mieusset and Bujan 1995). Thus, it is possible that the operational adverse health effect threshold for Type-2 tissue may result in reversible changes to sperm function. However, there is currently no evidence that such effects are sufficient to impair health. Accordingly, ICNIRP views the operational adverse health effect threshold of 2°C for Type-2 tissue, which is within the normal physiological range for the testes, as appropriate for them also. Note that the operational adverse health effect threshold for Type-2 tissue, which includes the abdomen and thus potentially the fetus, is also consistent with protecting against the fetal temperature rise threshold of 2°C for teratogenic effects in animals (Edwards et al. 2003; Ziskin and Morrissey 2011).

Within the 100 kHz to 6 GHz EMF range, average SAR over 10 g provides an appropriate measure of the radiofrequency EMF-induced steady-state temperature rise within tissue. A 10-g mass is used because, although there can initially be EMF-induced temperature heterogeneity within that mass, heat diffusion rapidly distributes the thermal energy to a much larger volume that is well-represented by a 10-g cubic mass (Hirata and Fujiwara 2009). In specifying exposures that correspond to the operational adverse health effect thresholds, ICNIRP thus specifies an average exposure over a 10-g cubic mass, such that the exposure will keep the Type-1 and Type-2 tissue temperature rises to below 5 and 2°C respectively. Further, ICNIRP assumes realistic exposures (exposure scenarios that people may encounter in daily life, including occupationally), such as from EMFs from radio-communications sources. This method provides for higher exposures in the Limbs than in the Head and Torso. A SAR_{10g} of at least 20 W kg⁻¹ is required to exceed the operational adverse health effect thresholds in the Head and Torso, and 40 W kg⁻¹ in the Limbs, over an interval sufficient to produce a steady-state temperature (from a few minutes to 30 min). This time interval is operationalized as a 6-min average as it closely matches the thermal time constant for local exposure.

Within the >6 to 300 GHz range, EMF energy is deposited predominantly in superficial tissues; this makes SAR_{10g},

which includes deeper tissues, less relevant to this frequency range. Conversely, absorbed power density (S_{ab}) provides a measure of the power absorbed in tissue that closely approximates the superficial temperature rise (Funahashi et al. 2018). From 6 to 10 GHz there may still be significant absorption in the subcutaneous tissue. However, the maximum and thus worst-case temperature rise from 6 to 300 GHz is close to the skin surface, and exposure that will restrict temperature rise to below the operational adverse health effect threshold for Type-1 tissue (5°C) will also restrict temperature rise to below the operational adverse health effect threshold for Type-2 tissue (2°C). Note that there is uncertainty with regard to the precise frequency for the change from SAR to absorbed power density. Six GHz was chosen because at that frequency, most of the absorbed power is within the cutaneous tissue, which is within the upper half of a 10-g SAR cubic volume (that is, it can be represented by the $2.15\text{ cm} \times 2.15\text{ cm}$ surface of the cube). Recent thermal modeling and analytical solutions suggest that for EMF frequencies between 6 and 30 GHz, the exposure over a square averaging area of 4 cm^2 provides a good estimate of local maximum temperature rise (Hashimoto et al. 2017; Foster et al. 2017). As frequency increases further, the averaging area needs to be reduced to account for the possibility of smaller beam diameters, such that it is 1 cm^2 from approximately 30 GHz to 300 GHz. Although the averaging area that best corresponds to temperature rise would therefore gradually change from 4 cm^2 to 1 cm^2 as frequency increases from 6 to 300 GHz, ICNIRP uses a square averaging area of 4 cm^2 for >6 to 300 GHz as a practical protection specification. Moreover, from >30 to 300 GHz (where focal beam exposure can occur), an additional spatial average of 1 cm^2 is used to ensure that the operational adverse health effect thresholds are not exceeded over smaller regions.

As 6 minutes is an appropriate averaging interval (Morimoto et al. 2017), and as an absorbed power density of approximately 200 W m^{-2} is required to produce the Type-1 tissue operational adverse health effect threshold of a 5°C local temperature rise for frequencies of >6 to 300 GHz (Sasaki et al. 2017), ICNIRP has set the absorbed power density value for local heating, averaged over 6 min and a square 4-cm^2 region, at 200 W m^{-2} ; this will also restrict temperature rise in Type-2 tissue to below the operational adverse health effect threshold of 2°C . An additional specification of 400 W m^{-2} has been set for spatial averages of square 1-cm^2 regions, for frequencies >30 GHz.

Rapid temperature rise

For some types of exposure, rapid temperature rise can result in “hot spots,” heterogeneous temperature distribution over tissue mass (Foster et al. 2016; Morimoto et al. 2017; Laakso et al. 2017; Kodera et al. 2018). This

suggests the need to consider averaging over smaller time-intervals for certain types of exposure. Hot spots can occur for short duration exposures because there is not sufficient time for heat to dissipate (or average out) over tissue. This effect is more pronounced as frequency increases due to the smaller penetration depth.

To account for such heterogeneous temperature distributions, an adjustment to the steady-state exposure level is required. This can be achieved by specifying the maximum exposure level allowed, as a function of time, in order to restrict temperature rise to below the operational adverse health effect thresholds.

From 400 MHz to 6 GHz, ICNIRP specifies the restriction in terms of specific energy absorption (SA) of any 10-g cubic mass, where SA is restricted to $7.2[0.05 + 0.95(t/360)^{0.5}] \text{ kJ kg}^{-1}$ for Head and Torso, and $14.4[0.025 + 0.975(t/360)^{0.5}] \text{ kJ kg}^{-1}$ for Limb exposure, where t is exposure interval in seconds (Kodera et al. 2018). Note that for this specification, exposure from any pulse, group of pulses, or subgroup of pulses in a train, as well as from the total (sum) of exposures (including non-pulsed EMF), delivered in t seconds, must not exceed the below formulae (in order to ensure that the temperature thresholds are not exceeded).

There is no brief-interval exposure level specified below 400 MHz because, due to the large penetration depth, the total SA resulting from the 6-minute local SAR average cannot increase temperature by more than the operational adverse health effect threshold (regardless of the particular pattern of pulses or brief exposures).

Above 6 GHz, ICNIRP specifies the exposure level for both Head and Torso, and Limbs, in terms of absorbed energy density (U_{ab}) over any square averaging area of 4 cm^2 , such that U_{ab} is specified as $72[0.05 + 0.95(t/360)^{0.5}] \text{ kJ m}^{-2}$, where t is the exposure interval in seconds (extension of Kodera et al. 2018).

An additional exposure level for square 1-cm^2 averaging areas is applicable for EMFs with frequencies of >30 to 300 GHz to account for focused beam exposure and is given by $144[0.025 + 0.975(t/360)^{0.5}] \text{ kJ m}^{-2}$.

The SA and U_{ab} values are conservative in that they are not sufficient to raise Type 1 or Type 2 tissue temperatures by 5 or 2°C , respectively.

GUIDELINES FOR LIMITING RADIOFREQUENCY EMF EXPOSURE

As described in the “Scientific Basis for Limiting Radiofrequency Exposure” section, radiofrequency EMF levels corresponding to operational adverse health effects were identified. Basic restrictions have been derived from these and are described in the “Basic Restrictions” section below. The basic restrictions related to nerve stimulation

Table 2. Basic restrictions for electromagnetic field exposure from 100 kHz to 300 GHz, for averaging intervals ≥ 6 min.^a

Exposure scenario	Frequency range	Whole-body average SAR (W kg ⁻¹)	Local Head/Torso SAR (W kg ⁻¹)	Local Limb SAR (W kg ⁻¹)	Local S _{ab} (W m ⁻²)
Occupational	100 kHz to 6 GHz	0.4	10	20	NA
	>6 to 300 GHz	0.4	NA	NA	100
General public	100 kHz to 6 GHz	0.08	2	4	NA
	>6 to 300 GHz	0.08	NA	NA	20

^aNote:

1. “NA” signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.
2. Whole-body average SAR is to be averaged over 30 min.
3. Local SAR and S_{ab} exposures are to be averaged over 6 min.
4. Local SAR is to be averaged over a 10-g cubic mass.
5. Local S_{ab} is to be averaged over a square 4-cm² surface area of the body. Above 30 GHz, an additional constraint is imposed, such that exposure averaged over a square 1-cm² surface area of the body is restricted to two times that of the 4-cm² restriction.

for EMF frequencies 100 kHz to 10 MHz, from ICNIRP (2010), were then added to the present set of basic restrictions, with the final set of basic restrictions given in Tables 2–4. Reference levels were derived from those final basic restrictions and are described in the “Reference Levels” section, with details of how to treat multiple frequency fields in terms of the restrictions in the “Simultaneous Exposure to Multiple Frequency Fields” section. Contact current guidance is provided in the “Guidance for Contact Currents”, and health considerations for occupational exposure are described in the “Risk Mitigations Considerations for Occupational Exposure” section. To be compliant with the present guidelines, for each exposure quantity (e.g., E-field, H-field, SAR), and temporal and spatial averaging condition, either the basic restriction or corresponding reference level must be adhered to; compliance with both is not required. Note that where restrictions specify particular averaging intervals, ‘all’ such averaging intervals must comply with the restrictions.

Basic Restrictions

Basic restriction values are provided in Tables 2–4 with an overview of their derivation described below. As described above, the basic restrictions from ICNIRP (2010) for the frequency range 100 kHz to 10 MHz have not been re-evaluated here; these are described in Table 4. A more detailed description of issues pertinent to the basic restrictions is provided in Appendix A, in the “Relevant Biophysical Mechanisms” section. Note that for the basic restrictions described below, a pregnant woman is treated as a member of the general public. This is because recent modeling suggests that for both whole-body and local exposure scenarios, exposure of the mother at the occupational basic restrictions can lead to fetal exposures that exceed the general public basic restrictions.

Whole-body average SAR (100 kHz to 300 GHz). As described in the “Body core temperature” section, the guidelines take a whole-body average SAR of 4 W kg⁻¹,

Table 3. Basic restrictions for electromagnetic field exposure from 100 kHz to 300 GHz, for integrating intervals >0 to <6 min.^a

Exposure scenario	Frequency range	Local Head/Torso SA (kJ kg ⁻¹)	Local Limb SA (kJ kg ⁻¹)	Local U _{ab} (kJ m ⁻²)
Occupational	100 kHz to 400 MHz	NA	NA	NA
	>400 MHz to 6 GHz	3.6[0.05+0.95(<i>t</i> /360) ^{0.5}]	7.2[0.025+0.975(<i>t</i> /360) ^{0.5}]	NA
	>6 to 300 GHz	NA	NA	36[0.05+0.95(<i>t</i> /360) ^{0.5}]
General public	100 kHz to 400 MHz	NA	NA	NA
	>400 MHz to 6 GHz	0.72[0.05+0.95(<i>t</i> /360) ^{0.5}]	1.44[0.025+0.975(<i>t</i> /360) ^{0.5}]	NA
	>6 to 300 GHz	NA	NA	7.2[0.05+0.95(<i>t</i> /360) ^{0.5}]

^aNote:

1. “NA” signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.
2. *t* is time in seconds, and restrictions must be satisfied for all values of *t* between >0 and <360 s, regardless of the temporal characteristics of the exposure itself.
3. Local SA is to be averaged over a 10-g cubic mass.
4. Local U_{ab} is to be averaged over a square 4-cm² surface area of the body. Above 30 GHz, an additional constraint is imposed, such that exposure averaged over a square 1-cm² surface area of the body is restricted to 72[0.025+0.975(*t*/360)^{0.5}] for occupational and 14.4[0.025+0.975(*t*/360)^{0.5}] for general public exposure.
5. Exposure from any pulse, group of pulses, or subgroup of pulses in a train, as well as from the summation of exposures (including non-pulsed EMFs), delivered in *t* s, must not exceed these levels.

Table 4. Basic restrictions for electromagnetic field exposure from 100 kHz to 10 MHz, for peak spatial values.^a

Exposure scenario	Frequency range	Induced electric field; E_{ind} ($V\ m^{-1}$)
Occupational	100 kHz to 10 MHz	$2.70 \times 10^{-4}f$
General public	100 kHz to 10 MHz	$1.35 \times 10^{-4}f$

^aNote:1. f is frequency in Hz.2. Restriction values relate to any region of the body, and are to be averaged as root mean square (rms) values over $2\ mm \times 2\ mm \times 2\ mm$ contiguous tissue (as specified in ICNIRP 2010).

averaged over the entire body mass and a 30-minute interval, as the exposure level corresponding to the operational adverse health effect threshold for an increase in body core temperature of $1^\circ C$. A reduction factor of 10 was applied to this threshold for occupational exposure to account for scientific uncertainty, as well as differences in thermal physiology across the population and variability in environmental conditions and physical activity levels. Variability in an individual's ability to regulate their body core temperature is particularly important as it is dependent on a range of factors that the guidelines cannot control. These include central and peripherally-mediated changes to blood perfusion and sweat rate (which are in turn affected by a range of other factors, including age and certain medical conditions), as well as behavior and environmental conditions.

Thus the basic restriction for occupational exposure becomes a whole-body average SAR of $0.4\ W\ kg^{-1}$, averaged over 30 min. Although this means that SAR can be larger for smaller time intervals, this will not affect body core temperature rise appreciably because the temperature will be "averaged-out" within the body over the 30-min interval, and it is this time-averaged temperature rise that is relevant here. Further, as both whole-body and local restrictions must be met simultaneously, exposures sufficiently high to be hazardous locally will be protected against by the local restrictions described below.

As the general public cannot be expected to be aware of exposures and thus to mitigate risk, a reduction factor of 50 was applied for the general public, making the whole-body average SAR restriction for the general public $0.08\ W\ kg^{-1}$, averaged over 30 min.

It is noteworthy that the scientific uncertainty pertaining to both dosimetry and potential health consequences of whole-body radiofrequency exposure have reduced substantially since the ICNIRP (1998) guidelines. This would justify less conservative reduction factors, but as ICNIRP considers that the benefits of maintaining stable basic restrictions outweighs any benefits that subtle changes to them would provide, ICNIRP has retained the same reduction factors as before for the whole-body average basic restrictions. Similarly, although temperature rise is more superficial as frequency increases (and thus it is easier for the resultant heat

to be lost to the environment), the whole-body average SAR restrictions above 6 GHz have been conservatively set the same as those ≤ 6 GHz.

Local SAR (100 kHz to 6 GHz)

Head and Torso

As described in the "Local temperature" section within the 100 kHz to 6 GHz range, the guidelines take a SAR of $20\ W\ kg^{-1}$, averaged over a 10-g cubic mass and 6-min interval, as the local exposure level corresponding to the operational adverse health effect threshold for the Head and Torso ($5^\circ C$ in Type-1 tissue and $2^\circ C$ in Type-2 tissue). A reduction factor of 2 was applied to this for occupational exposure to account for scientific uncertainty, as well as differences in thermal physiology across the population and variability in environmental conditions and physical activity levels. Reduction factors for local exposure are smaller than for whole-body exposure because the associated health effect threshold is less dependent on environmental conditions and the highly variable centrally-mediated thermoregulatory processes, and because the associated health effect is less serious medically. Thus, the basic restriction for occupational exposure becomes a SAR_{10g} of $10\ W\ kg^{-1}$, averaged over a 6-min interval. As the general public cannot be expected to be aware of exposures and thus to mitigate risk, and also recognizing greater differences in thermal physiology in the general population, a reduction factor of 10 was applied for the general public, reducing the general public basic restriction to a SAR_{10g} of $2\ W\ kg^{-1}$ averaged over a 6-min interval.

Limbs

As described in the "Local temperature" section, within the 100 kHz to 6 GHz range, the guidelines take a SAR of $40\ W\ kg^{-1}$, averaged over a 10-g cubic mass and 6-min interval, as the local exposure level corresponding to the operational adverse health effect threshold for the Limbs of a $5^\circ C$ rise in local temperature. As with the Head and Torso restrictions, a reduction factor of 2 was applied to this threshold for occupational exposure to account for scientific uncertainty, as well as differences in thermal physiology across the population and variability in environmental conditions and physical activity levels. This results in a basic restriction for occupational exposure of a SAR_{10g} of $20\ W\ kg^{-1}$. As the general public cannot be expected to be aware of exposures and thus to mitigate risk, and also to recognize greater differences in thermal physiology in the general population, a reduction factor of 10 was applied for the general public, reducing the general public restriction to $4\ W\ kg^{-1}$ averaged over a 6-min interval.

Local SA (400 MHz to 6 GHz). As described in the "Rapid temperature rise" section, within the >400 MHz to 6 GHz range, an additional constraint is required to ensure that the cumulative energy permitted by the 6-minute

average SAR_{10g} basic restriction is not absorbed by tissues too rapidly. Accordingly, ICNIRP sets an SA level for exposure intervals of less than 6 min, as a function of time, to limit temperature rise to below the operational adverse health effect thresholds. This SA level, averaged over a 10-g cubic mass, is given by $7.2[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$ kJ kg⁻¹ for the Head and Torso, and $14.4[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ kg⁻¹ for the Limbs, where t is exposure duration in seconds.

As with the SAR_{10g} basic restrictions, a reduction factor of 2 was applied to these exposure levels for occupational exposure to account for scientific uncertainty, as well as differences in thermal physiology across the population and variability in environmental conditions and physical activity levels. This results in a basic restriction for the Head and Torso of $3.6[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$ kJ kg⁻¹, and for the Limbs of $7.2[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ kg⁻¹. As the general public cannot be expected to be aware of exposures and thus to mitigate risk, and to recognize greater differences in thermal physiology in the general population, a reduction factor of 10 was applied for the general public. This makes the general public restriction $0.72[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$ kJ kg⁻¹ for the Head and Torso, and $1.44[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ kg⁻¹ for the Limbs.

Note that for these brief exposure basic restrictions, the exposure from any pulse, group of pulses, or subgroup of pulses in a train, as well as from the summation of exposures (including non-pulsed EMFs), delivered in t seconds, must not exceed these local SA values.

Local absorbed power density (>6 GHz to 300 GHz).

As described in the “Local temperature” section, within the >6 to 300 GHz range, the guidelines take an absorbed power density of 200 W m⁻², averaged over 6 min and a square 4-cm² surface area of the body, as the local exposure corresponding to the operational adverse health effect threshold for both the Head and Torso, and Limb regions (5 and 2°C local temperature rise in Type-1 and Type-2 tissue, respectively). As with the local SAR restrictions, a reduction factor of 2 was applied to this exposure level for occupational exposure to account for scientific uncertainty, as well as differences in thermal physiology across the population and variability in environmental conditions and physical activity levels. This results in a basic restriction for occupational exposure of 100 W m⁻², averaged over 6 min and a square 4-cm² surface area of the body.

As the general public cannot be expected to be aware of these exposures and thus to mitigate risk, and to recognize greater differences in thermal physiology in the general population, a reduction factor of 10 was applied, which reduces the general public basic restriction to 20 W m⁻², averaged over 6 min and a square 4-cm² surface area of the body.

Further, to account for focal beam exposure from >30 to 300 GHz, absorbed power density averaged over a

square 1-cm² surface area of the body must not exceed 2 times that of the 4-cm² basic restrictions for workers or the general public.

Local absorbed energy density (>6 GHz to 300 GHz). As described in the “Rapid temperature rise” section, within the >6 to 300 GHz range, an additional constraint is required to ensure that the cumulative energy permitted by the 6-min average absorbed power density basic restriction is not absorbed by tissue too rapidly. Accordingly, for both the Head and Torso, and Limbs, ICNIRP set a maximum absorbed energy density level for exposure intervals of less than 6 minutes, as a function of time, to limit temperature rise to below the operational adverse health effect thresholds for both Type-1 and Type-2 tissues. This absorbed energy density level, averaged over any square 4-cm² surface area of the body, is given by $72[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻², where t is exposure duration in seconds. To account for focal beam exposure from >30 to 300 GHz, the absorbed energy density level corresponding to the operational adverse health effect threshold, averaged over a square 1-cm² surface area of the body, is given by $144[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻². Note that for these basic restrictions for brief exposures, the exposure from any pulse, group of pulses, or subgroup of pulses in a train, as well as from the summation of exposures (including non-pulsed EMFs), delivered in t seconds, must be used to satisfy this formula.

As with the absorbed power density basic restrictions, a reduction factor of 2 was applied to this exposure level for occupational exposure to account for scientific uncertainty, as well as differences in thermal physiology across the population and variability in environmental conditions and physical activity levels. This results in a basic restriction for occupational exposure of $36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻², over any square 4-cm² surface area of the body. From >30 to 300 GHz, an additional basic restriction for occupational exposure is $72[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻², averaged over any square 1-cm² surface area of the body. As the general public cannot be expected to be aware of exposures and thus to mitigate risk, and to recognize greater differences in thermal physiology in the general population, a reduction factor of 10 was applied for the general public, reducing the general public restriction to $7.2[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻², averaged over any square 4-cm² surface area of the body. From >30 to 300 GHz, an additional basic restriction for the general public is $14.4[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻², averaged over any square 1-cm² surface area of the body.

Basic restriction tables. To be compliant with the basic restrictions, radiofrequency EMF exposure must not exceed the restrictions specified for that EMF frequency in Table 2, 3 or 4. That is, for any given radiofrequency EMF frequency, relevant whole-body SAR, local

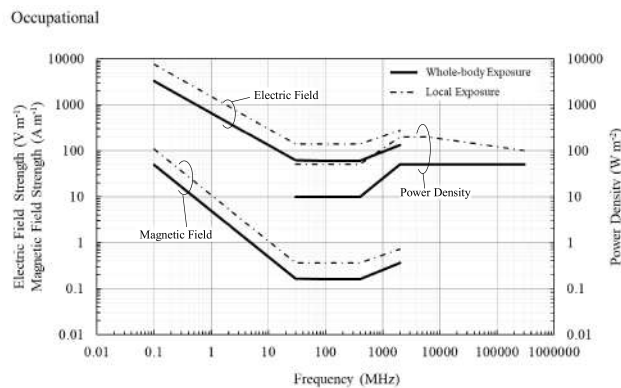


FIGURE 1. Reference levels for time averaged occupational exposures of ≥ 6 min, to electromagnetic fields from 100 kHz to 300 GHz (unperturbed rms values; see Tables 5 and 6 for full specifications).

SAR, S_{ab} , SA, U_{ab} and induced E-field⁶ restrictions must be met simultaneously.

Reference Levels

Reference levels have been derived from a combination of computational and measurement studies to provide a means of demonstrating compliance using quantities that are more-easily assessed than basic restrictions, but that provide an equivalent level of protection to the basic restrictions for worst-case exposure scenarios. However, as the derivations rely on conservative assumptions, in most exposure scenarios the reference levels will be more conservative than the corresponding basic restrictions. Further details regarding the reference levels are provided in Appendix A, the “Derivation of Reference Levels” section.

Reference levels are provided in Tables 5–9. Figures 1 and 2 provide graphical representations of the occupational and general public reference level values for extended durations of exposure (≥ 6 min). Table 5 reference levels are averaged over a 30-min interval, and correspond to the whole-body average basic restrictions. Table 6 (averaged over a 6-min interval), Table 7 (integrated over intervals between >0 and <6 min), and Table 8 (peak instantaneous field strength measures) each relate to basic restrictions that are averaged over smaller body regions. Additional limb current reference levels have been set to account for effects of grounding near human body resonance frequencies (Dimbylow 2001) that might otherwise lead to reference levels underestimating exposures within tissue at certain EMF frequencies (averaged over 6 min; Table 9). Limb current reference levels are only relevant in exposure scenarios where a person is not electrically isolated.

⁶Note that although the term internal is used in place of induced in ICNIRP (2010), induced is used here for consistency within the present document.

Tables 5–9 specify averaging and integrating times of the relevant exposure quantities to determine whether personal exposure level is compliant with the guidelines. These averaging times are not necessarily the same as the measurement times needed to estimate field strengths or other exposure quantities. Depending on input from technical standards bodies, actual measurement times used to provide an appropriate estimate of exposure quantities may be shorter than the intervals specified in these tables.

An important consideration for the application of reference levels is to what degree the quantities used to assess compliance with the reference levels (i.e., E_{inc} , H_{inc} , S_{inc} , U_{inc} , S_{eq} , U_{eq} , I) adequately predict the quantities used to assess compliance with the basic restrictions. In situations where reference level quantities are associated with greater uncertainty, reference levels must be applied more conservatively. For the purposes of the guidelines, the degree of adequacy strongly depends on whether external EMFs can be considered to be within the far-field, radiative near-field or reactive near-field zone. Accordingly, in most cases, different reference level assessment rules have been set for EMFs as a function of whether they are within the far-field, radiative or reactive near-field zone.

A difficulty with this approach is that other factors may also affect the adequacy of estimating basic restriction quantities from reference level quantities. These include the EMF frequency, physical dimensions of the EMF source and its distance from the resultant external EMFs assessed, as well as the degree to which the EMFs vary over the space to be occupied by a person. Taking into account such sources of uncertainty, the guidelines have more conservative rules for exposure in the reactive and radiative near-field than far-field zone. It is noted that there is no simple delineation of the far-field, radiative and reactive near-field zones that is sufficient for ensuring that reference levels will adequately correspond to the basic restrictions. Accordingly, although a definition of these zones is provided in

General Public

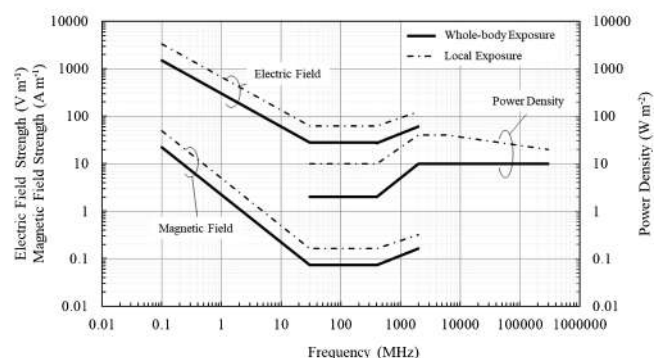


FIGURE 2. Reference levels for time averaged general public exposures of ≥ 6 min, to electromagnetic fields from 100 kHz to 300 GHz (unperturbed rms values; see Tables 5 and 6 for full specifications).

Table 5. Reference levels for exposure, averaged over 30 min and the whole body, to electromagnetic fields from 100 kHz to 300 GHz (unperturbed rms values).^a

Exposure scenario	Frequency range	Incident E-field strength; E_{inc} ($V\ m^{-1}$)	Incident H-field strength; H_{inc} ($A\ m^{-1}$)	Incident power density; S_{inc} ($W\ m^{-2}$)
Occupational	0.1 – 30 MHz	$660/f_M^{0.7}$	$4.9/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	61	0.16	10
	>400 – 2000 MHz	$3f_M^{0.5}$	$0.008f_M^{0.5}$	$f_M/40$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	50
General public	0.1 – 30 MHz	$300/f_M^{0.7}$	$2.2/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	27.7	0.073	2
	>400 – 2000 MHz	$1.375f_M^{0.5}$	$0.0037f_M^{0.5}$	$f_M/200$
	>2 – 300 GHz	NA	NA	10

^aNote:

1. “NA” signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.
2. f_M is frequency in MHz.
3. S_{inc} , E_{inc} , and H_{inc} are to be averaged over 30 min, over the whole-body space. Temporal and spatial averaging of each of E_{inc} and H_{inc} must be conducted by averaging over the relevant square values (see eqn 8 in Appendix A for details).
4. For frequencies of 100 kHz to 30 MHz, regardless of the far-field/near-field zone distinctions, compliance is demonstrated if neither E_{inc} or H_{inc} exceeds the above reference level values.
5. For frequencies of >30 MHz to 2 GHz: (a) within the far-field zone: compliance is demonstrated if either S_{inc} , E_{inc} or H_{inc} , does not exceed the above reference level values (only one is required); S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if either S_{inc} , or both E_{inc} and H_{inc} , does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone: compliance is demonstrated if both E_{inc} and H_{inc} do not exceed the above reference level values; S_{inc} cannot be used to demonstrate compliance, and so basic restrictions must be assessed.
6. For frequencies of >2 GHz to 300 GHz: (a) within the far-field zone: compliance is demonstrated if S_{inc} does not exceed the above reference level values; S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if S_{inc} does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.

Appendix A in the “General Considerations for Reference Levels” section this is only intended as a guide, and information from a technical standards body, designed to specify external exposures for each EMF source type to more adequately match the basic restrictions, should be utilized to improve reference level assessment procedures.

Related to the near- and far-field zone distinctions, for some exposure conditions the less onerous plane wave equivalent incident power density (S_{eq}) and plane wave equivalent incident energy density (U_{eq}) quantities can be used in place of S_{inc} and U_{inc} , respectively; where this is permitted, it is specified below. In such cases, the *plane wave equivalent incident energy densities* are to be averaged in the same way as described in Tables 5–7 for the corresponding *incident power densities*.

In terms of electromagnetic fields in the far-field zone, the following rules apply. For EMF frequencies from >30 MHz to 2 GHz, ICNIRP requires compliance to be demonstrated for only one of the E-field, H-field or S_{inc} quantities in order to be compliant with that particular reference level. Further, S_{eq} can be substituted for S_{inc} . Similarly, for EMF frequencies >400 MHz where the restrictions are specified in terms of U_{inc} , these can be substituted for by U_{eq} . EMF frequencies from 100 kHz to 30 MHz are treated as always being within the near-field zone; see next paragraph.

In terms of electromagnetic fields in the near-field zones, the following rules apply. From 100 kHz to 30 MHz, relevant personal exposures from present radiofrequency EMF sources

are typically within the near-field zone. The present guidelines treat *all* exposures within this frequency range as near-field, and requires compliance with both the E-field and H-field reference level values in order to be compliant with the reference levels. For EMF frequencies from >30 MHz to 2 GHz, personal exposure within either the radiative or reactive near-field zones is treated as compliant if both the E-field and H-field strengths are below the reference level values described in the tables. For frequencies >30 MHz to 300 GHz, personal exposure within the radiative near-field zone is treated as compliant if S_{inc} (or, where relevant U_{inc}) is below the reference level value. However, for exposure within the >2 to 300 GHz range, within the reactive near-field the quantities applied for the reference level values are treated as inadequate to ensure compliance with the basic restrictions. In such cases, compliance with the basic restrictions must be assessed.

ICNIRP is aware that for some exposure scenarios, radiofrequency EMFs at the reference levels specified below could potentially result in exposure that exceeds basic restrictions. Where such scenarios were identified, ICNIRP determined whether the reference levels needed to be reduced by considering the magnitude of the difference between the resultant tissue exposure and corresponding basic restriction (including comparison with the associated dosimetric uncertainty), and whether the violation was likely to adversely affect health (including consideration of the degree of conservativeness in the associated basic

Table 6. Reference levels for local exposure, averaged over 6 min, to electromagnetic fields from 100 kHz to 300 GHz (unperturbed rms values).^a

Exposure scenario	Frequency range	Incident E-field strength; E_{inc} ($V\ m^{-1}$)	Incident H-field strength; H_{inc} ($A\ m^{-1}$)	Incident power density; S_{inc} ($W\ m^{-2}$)
Occupational	0.1 – 30 MHz	$1504/f_M^{0.7}$	$10.8/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	139	0.36	50
	>400 – 2000 MHz	$10.58f_M^{0.43}$	$0.0274f_M^{0.43}$	$0.29f_M^{0.86}$
	>2 – 6 GHz	NA	NA	200
	>6 – <300 GHz	NA	NA	$275/f_G^{0.177}$
	300 GHz	NA	NA	100
General public	0.1 – 30 MHz	$671/f_M^{0.7}$	$4.9/f_M$	NA
	>30 – 400 MHz	62	0.163	10
	>400 – 2000 MHz	$4.72f_M^{0.43}$	$0.0123f_M^{0.43}$	$0.058f_M^{0.86}$
	>2 – 6 GHz	NA	NA	40
	>6 – 300 GHz	NA	NA	$55/f_G^{0.177}$
	300 GHz	NA	NA	20

^a Note:

1. “NA” signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.
2. f_M is frequency in MHz; f_G is frequency in GHz.
3. S_{inc} , E_{inc} , and H_{inc} are to be averaged over 6 min, and where spatial averaging is specified in Notes 6–7, over the relevant projected body space. Temporal and spatial averaging of each of E_{inc} and H_{inc} must be conducted by averaging over the relevant square values (see eqn 8 in Appendix A for details).
4. For frequencies of 100 kHz to 30 MHz, regardless of the far-field/near-field zone distinctions, compliance is demonstrated if neither peak spatial E_{inc} or peak spatial H_{inc} , over the projected whole-body space, exceeds the above reference level values.
5. For frequencies of >30 MHz to 6 GHz: (a) within the far-field zone, compliance is demonstrated if one of peak spatial S_{inc} , E_{inc} or H_{inc} , over the projected whole-body space, does not exceed the above reference level values (only one is required); S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if either peak spatial S_{inc} , or both peak spatial E_{inc} and H_{inc} , over the projected whole-body space, does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone: compliance is demonstrated if both E_{inc} and H_{inc} do not exceed the above reference level values; S_{inc} cannot be used to demonstrate compliance; for frequencies >2 GHz, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.
6. For frequencies of >6 GHz to 300 GHz: (a) within the far-field zone, compliance is demonstrated if S_{inc} , averaged over a square 4-cm² projected body surface space, does not exceed the above reference level values; S_{eq} may be substituted for S_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if S_{inc} , averaged over a square 4-cm² projected body surface space, does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.
7. For frequencies of >30 GHz to 300 GHz, exposure averaged over a square 1-cm² projected body surface space must not exceed twice that of the square 4-cm² restrictions.

restriction). Where the difference was small, and where it would not adversely affect health, reference levels were retained that can potentially result in exposures that exceed the basic restrictions.

This situation has been shown to occur in terms of the reference levels corresponding to whole-body average SAR basic restrictions, which, in the frequency range of body resonance (up to 100 MHz) and from 1 to 4 GHz, can potentially lead to whole-body average SARs that exceed the basic restrictions (ICNIRP 2009). The exposure scenario where this can potentially occur is very specific, requiring a small stature person (such as a 3-years-old child) to be extended (e.g., standing still and straight with arms above the head) for at least 30 min, while being subject to a plane wave exposure within the above frequency ranges, incident to the child from front to back. The resultant SAR elevation is small relative to the basic restriction (15–40%), which is similar to or smaller than the whole-body average SAR measurement uncertainty (Flintoft et al. 2014; Nagaoka and Watanabe 2019), there are many levels of

conservativeness built into the basic restriction derivation itself, and importantly, this will not impact on health. This latter point is important because the basic restriction that this relates to was set to protect against body core temperature rises of greater than 1°C, and being of small stature, the individual in this hypothetical exposure scenario would more easily dissipate heat to the environment than a larger person due to their increased body “surface area-to-mass ratio” (Hirata et al. 2013). Within a small stature person the net effect of this “increased whole-body average SAR” and “increased heat loss” would be a smaller temperature rise than would occur in a person of larger stature who did not exceed the basic restriction, and in both cases would be substantially smaller than 1°C. ICNIRP has thus not altered the reference levels to account for this situation.

Simultaneous Exposure to Multiple Frequency Fields

It is important to determine whether, in situations of simultaneous exposure to fields of different frequencies, these

Table 7. Reference levels for local exposure, integrated over intervals of between >0 and <6 minutes, to electromagnetic fields from 100 kHz to 300 GHz (unperturbed rms values).^a

Exposure scenario	Frequency range	Incident energy density; U_{inc} (kJ m ⁻²)
Occupational	100 kHz – 400 MHz	NA
	>400 – 2000 MHz	$0.29f_M^{0.86} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	>2 – 6 GHz	$200 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	>6 – <300 GHz	$275f_G^{0.177} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	300 GHz	$100 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
General public	100 kHz – 400 MHz	NA
	>400 – 2000 MHz	$0.058f_M^{0.86} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	>2 – 6 GHz	$40 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	>6 – <300 GHz	$55f_G^{0.177} \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$
	300 GHz	$20 \times 0.36[0.05+0.95(t/360)^{0.5}]$

^aNote:

1. “NA” signifies “not applicable” and does not need to be taken into account when determining compliance.
2. f_M is frequency in MHz; f_G is frequency in GHz; t is time interval in seconds, such that exposure from any pulse, group of pulses, or subgroup of pulses in a train, as well as from the summation of exposures (including non-pulsed EMFs), delivered in t seconds, must not exceed these reference level values.
3. U_{inc} is to be calculated over time t , and where spatial averaging is specified in Notes 5–7, over the relevant projected body space.
4. For frequencies of 100 kHz to 400 MHz, >0 to <6-min restrictions are not required and so reference levels have not been set.
5. For frequencies of >400 MHz to 6 GHz: (a) within the far-field zone: compliance is demonstrated if peak spatial U_{inc} , over the projected whole-body space, does not exceed the above reference level values; U_{eq} may be substituted for U_{inc} ; (b) within the radiative near-field zone, compliance is demonstrated if peak spatial U_{inc} , over the projected whole-body space, does not exceed the above reference level values; and (c) within the reactive near-field zone, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.
6. For frequencies of >6 GHz to 300 GHz: (a) within the far-field or radiative near-field zone, compliance is demonstrated if U_{inc} , averaged over a square 4-cm² projected body surface space, does not exceed the above reference level values; (b) within the reactive near-field zone, reference levels cannot be used to determine compliance, and so basic restrictions must be assessed.
7. For frequencies of >30 GHz to 300 GHz: exposure averaged over a square 1-cm² projected body surface space must not exceed $275f_G^{0.177} \times 0.72[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻² for occupational and $55f_G^{0.177} \times 0.72[0.025+0.975(t/360)^{0.5}]$ kJ m⁻² for general public exposure.

exposures are additive in their effects. Additivity should be examined separately for the effects of thermal and electrical stimulation, and restrictions met after accounting for such additivity. The formulae below apply to relevant frequencies under practical exposure situations. As the below reference level summation formulae assume worst-case conditions among the fields from multiple sources, typical exposure situations may in practice result in lower exposure levels than indicated by the formulae for the reference levels.

The following issues are noted. In terms of the reference levels, the largest ratio of the E-field strength, H-field strength or power density, relative to the corresponding reference level values, should be evaluated to demonstrate compliance. Reference levels are defined in terms of external

physical quantities and have transitions, in terms of quantities, at specific frequencies. For example, field strengths are used below 30 MHz, whereas both field strength and incident power density are applicable from 30 MHz to 2 GHz. Where the exposure includes frequency components below and above the transition, additivity should be used to account for this. The same principle applies for basic restrictions. Field values entering the below equations must be derived using the same spatial and temporal constraints referred to in the basic restriction and reference level tables. The summation equations for basic restrictions and reference levels are presented separately below. However, for practical compliance purposes,

Table 8. Reference levels for local exposure to electromagnetic fields from 100 kHz to 10 MHz (unperturbed rms values), for peak values.^a

Exposure scenario	Frequency range	Incident	Incident
		E-field strength; E_{inc} (V m ⁻¹)	H-field strength; H_{inc} (A m ⁻¹)
Occupational	100 kHz – 10 MHz	170	80
General public	100 kHz – 10 MHz	83	21

^aNote:

1. Regardless of the far-field/near-field zone distinction, compliance is demonstrated if neither peak spatial E_{inc} or peak spatial H_{inc} , over the projected whole-body space, exceeds the above reference level values.

Table 9. Reference levels for current induced in any limb, averaged over 6 min, at frequencies from 100 kHz to 110 MHz.^a

Exposure scenario	Frequency range	Electric current; I (mA)
Occupational	100 kHz – 110 MHz	100
General public	100 kHz – 110 MHz	45

^aNote:

1. Current intensity values must be determined by averaging over the relevant square values (see eqn 8 in Appendix A for details).
2. Limb current intensity must be evaluated separately for each limb.
3. Limb current reference levels are not provided for any other frequency range.
4. Limb current reference levels are only required for cases where the human body is not electrically isolated from a ground plane.

the evaluation by basic restriction and reference level can be combined. For example, the second term in eqn (2) can be replaced by the fourth term in eqn (4) for frequency components above 6 GHz. To be compliant with the guidelines, the summed values in each of Eqn (1) to (7) must be less than 1.

Basic restrictions for intervals ≥ 6 min. For practical application of the whole-body average basic restrictions, SAR should be added according to

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{\text{SAR}_i}{\text{SAR}_{\text{BR}}} \leq 1, \quad (1)$$

where SAR_i and SAR_{BR} are the whole-body average SAR levels at frequency i and the whole-body average SAR basic restrictions given in Table 2, respectively.

For practical application of the local SAR and local absorbed power density basic restrictions, values should be added according to

$$\begin{aligned} & \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{6 \text{ GHz}} \frac{\text{SAR}_i}{\text{SAR}_{\text{BR}}} \\ & + \sum_{i>6 \text{ GHz}}^{30 \text{ GHz}} \frac{S_{\text{ab},4\text{cm},i}}{S_{\text{ab},4\text{cm},\text{BR}}} \\ & + \sum_{i>30 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\frac{S_{\text{ab},4\text{cm},i}}{S_{\text{ab},4\text{cm},\text{BR}}} \right), \left(\frac{S_{\text{ab},1\text{cm},i}}{S_{\text{ab},1\text{cm},\text{BR}}} \right) \right\} \leq 1, \quad (2) \end{aligned}$$

where, SAR_i and SAR_{BR} are the local SAR level at frequency i and the local SAR basic restriction given in Table 2, respectively; $S_{\text{ab},4\text{cm},i}$ and $S_{\text{ab},4\text{cm},\text{BR}}$ are the 4-cm² absorbed power density level at frequency i and the 4-cm² absorbed power density basic restriction given in Table 2, respectively; $S_{\text{ab},1\text{cm},i}$ and $S_{\text{ab},1\text{cm},\text{BR}}$ are the 1-cm² absorbed power density level at frequency i and the 1-cm² absorbed power density basic restriction given in Table 2, respectively; inside the body, S_{ab} terms are to be treated as zero; when evaluating the summation of SAR and S_{ab} over the body surface, the center of the SAR averaging space is taken to be x,y,z, such that the x,y plane is parallel to the body surface ($z = 0$) and $z = -1.08$ cm (approximately half the length of a 10-g cube), and the center of the S_{ab} averaging area is defined as x,y,0; eqn (2) must be satisfied for every position in the human body.

Reference levels for intervals ≥ 6 min. For practical application of the whole-body average reference levels, incident electric field strength, incident magnetic field strength and incident power density values should be added according to;

$$\begin{aligned} & \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} \left\{ \left(\frac{E_{\text{inc},i}}{E_{\text{inc,RL},i}} \right)^2 + \left(\frac{H_{\text{inc},i}}{H_{\text{inc,RL},i}} \right)^2 \right\} \\ & + \sum_{i>30 \text{ MHz}}^{2 \text{ GHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\frac{E_{\text{inc},i}}{E_{\text{inc,RL},i}} \right)^2, \left(\frac{H_{\text{inc},i}}{H_{\text{inc,RL},i}} \right)^2, \left(\frac{S_{\text{inc},i}}{S_{\text{inc,RL},i}} \right) \right\} \\ & + \sum_{i>2 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \left(\frac{S_{\text{inc},i}}{S_{\text{inc,RL}}} \right) \leq 1, \quad (3) \end{aligned}$$

where, $E_{\text{inc},i}$ and $E_{\text{inc,RL},i}$ are the whole-body average incident electric field strength and whole-body average incident electric field strength reference level given in Table 5, at frequency i , respectively; $H_{\text{inc},i}$ and $H_{\text{inc,RL},i}$ are the whole-body average incident magnetic field strength and whole-body average incident magnetic field strength reference level given in Table 5, at frequency i , respectively; $S_{\text{inc},i}$ and $S_{\text{inc,RL},i}$ are the whole-body average incident power density and whole-body average incident power density reference level given in Table 5, at frequency i , respectively. Note that the second term is not appropriate for the reactive near-field zone, and so cannot be used in eqn (3).

For practical application of the local reference levels, incident electric field strength, incident magnetic field strength and incident power density values should be added according to

$$\begin{aligned} & \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\frac{E_{\text{inc},i}}{E_{\text{inc,RL},i}} \right)^2, \left(\frac{H_{\text{inc},i}}{H_{\text{inc,RL},i}} \right)^2 \right\} \\ & + \sum_{i>30 \text{ MHz}}^{2 \text{ GHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\frac{E_{\text{inc},i}}{E_{\text{inc,RL},i}} \right)^2, \left(\frac{H_{\text{inc},i}}{H_{\text{inc,RL},i}} \right)^2, \left(\frac{S_{\text{inc},i}}{S_{\text{inc,RL},i}} \right) \right\} \\ & + \sum_{i>2 \text{ GHz}}^{6 \text{ GHz}} \left(\frac{S_{\text{inc},i}}{S_{\text{inc,RL},i}} \right) \\ & + \sum_{i>6 \text{ GHz}}^{30 \text{ GHz}} \left(\frac{S_{\text{inc},4\text{cm},i}}{S_{\text{inc},4\text{cm,RL},i}} \right) \\ & + \sum_{i>30 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\frac{S_{\text{inc},4\text{cm},i}}{S_{\text{inc},4\text{cm,RL},i}} \right), \left(\frac{S_{\text{inc},1\text{cm},i}}{S_{\text{inc},1\text{cm,RL},i}} \right) \right\} \leq 1, \quad (4) \end{aligned}$$

where, $E_{\text{inc},i}$ and $E_{\text{inc,RL},i}$ are the local incident electric field strength and local incident electric field strength reference level given in Table 6, at frequency i , respectively; $H_{\text{inc},i}$ and $H_{\text{inc,RL},i}$ are the local incident magnetic field strength and local incident magnetic field strength reference level given in Table 6, at frequency i , respectively; $S_{\text{inc},i}$ and $S_{\text{inc,RL},i}$ are the local incident power density and local incident power density reference level given in Table 6, at

frequency i , respectively; inside the body above 6 GHz, S_{inc} terms are to be treated as zero; eqn (4) must be satisfied for every position in the human body.

For practical application of the limb current reference levels, limb current values should be added according to

$$\sum_{i=100 \text{ kHz}}^{110 \text{ MHz}} \left(\frac{I_i}{I_{\text{RL}}} \right)^2 \leq 1, \quad (5)$$

where I_i is the limb current component at frequency i ; and I_{RL} is the limb current reference level value from Table 9. If there are non-negligible contributions to the local SAR around limbs over 110 MHz, these need to be considered by combining corresponding terms in eqns (2) or (4).

Basic restrictions for intervals <6 min. For practical application of the local basic restrictions for time intervals (t)<6 min, SAR, SA and absorbed energy density values should be added according to:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=100 \text{ kHz}}^{400 \text{ MHz}} \int_t \frac{\text{SAR}_i(t)}{360 \times \text{SAR}_{\text{BR}}} dt \\ & + \sum_{i>400 \text{ MHz}}^{6 \text{ GHz}} \frac{\text{SA}_i(t)}{\text{SA}_{\text{BR}}(t)} \\ & + \sum_{i>6 \text{ GHz}}^{30 \text{ GHz}} \frac{U_{\text{ab},4\text{cm},i}(t)}{U_{\text{ab},4\text{cm},\text{BR}}(t)} \\ & + \sum_{i>30 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\frac{U_{\text{ab},4\text{cm},i}(t)}{U_{\text{ab},4\text{cm},\text{BR}}(t)} \right), \left(\frac{U_{\text{ab},1\text{cm},i}(t)}{U_{\text{ab},1\text{cm},\text{BR}}(t)} \right) \right\} \leq 1, \quad (6) \end{aligned}$$

where, $\text{SAR}_i(t)$ and $\text{SAR}_{\text{BR}}(t)$ are the local SAR level at frequency i and the local SAR basic restriction given in Table 2, over time t , respectively; $\text{SA}_i(t)$ and $\text{SA}_{\text{BR}}(t)$ are the local SA level at frequency i and the local SA basic restriction given in Table 3, over time t , respectively; $U_{\text{ab},4\text{cm},i}(t)$ and $U_{\text{ab},4\text{cm},\text{BR}}(t)$ are the 4-cm² absorbed power density level at frequency i and the 4-cm² absorbed power density basic restriction given in Table 3, over time t , respectively; $U_{\text{ab},1\text{cm},i}(t)$ and $U_{\text{ab},1\text{cm},\text{BR}}(t)$ are the 1-cm² absorbed power density level at frequency i and the 1-cm² absorbed power density basic restriction given in Table 3, over time t , respectively; inside the body, U_{ab} terms are to be treated as zero; when evaluating the summation of SAR and/or SA, and U_{ab} , over the body surface, the center of the SAR and/or SA averaging space is taken to be x,y,z, such that the x,y plane is parallel to the body surface ($z = 0$) and $z = -1.08$ cm (approximately half the length of a 10-g cube), and the center of the U_{ab} averaging area is defined as x,y,0; eqn (6) must be satisfied for every position in the human body; for simultaneous exposure

of brief and extended exposures, SAR, SA and U_{ab} must all be accounted for in this equation.

Reference levels for intervals <6 min. For practical application of the local reference levels for time intervals (t)<6 min, incident electric field strength, incident magnetic field strength, incident power density and incident energy density values should be added according to:

$$\begin{aligned} & \sum_{i>100 \text{ kHz}}^{30 \text{ MHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\int_t \frac{E_{\text{inc},i}^2(t)}{360 * E_{\text{inc,RL},i}^2} dt \right), \left(\int_t \frac{H_{\text{inc},i}^2(t)}{360 * H_{\text{inc,RL},i}^2} dt \right) \right\} \\ & + \sum_{i>30 \text{ MHz}}^{400 \text{ MHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\int_t \frac{E_{\text{inc},i}^2(t)}{360 * E_{\text{inc,RL},i}^2} dt \right), \left(\int_t \frac{H_{\text{inc},i}^2(t)}{360 * H_{\text{inc,RL},i}^2} dt \right), \left(\int_t \frac{S_{\text{inc},i}(t)}{360 * S_{\text{inc,RL},i}} dt \right) \right\} \\ & + \sum_{i>400 \text{ MHz}}^{6 \text{ GHz}} \frac{U_{\text{inc},i}(t)}{U_{\text{inc,RL},i}(t)} + \sum_{i=6 \text{ GHz}}^{30 \text{ GHz}} \frac{U_{\text{inc},4\text{cm},i}(t)}{U_{\text{inc},4\text{cm},\text{RL},i}(t)} \\ & + \sum_{i>30 \text{ GHz}}^{300 \text{ GHz}} \text{MAX} \left\{ \left(\frac{U_{\text{inc},4\text{cm},i}(t)}{U_{\text{inc},4\text{cm},\text{RL},i}(t)} \right), \left(\frac{U_{\text{inc},1\text{cm},i}(t)}{U_{\text{inc},1\text{cm},\text{RL},i}(t)} \right) \right\} \leq 1, \quad (7) \end{aligned}$$

where $E_{\text{inc},i}(t)$ and $E_{\text{inc,RL},i}$ are the local E_{inc} level over time t and the local E_{inc} reference level given in Table 6, at frequency i , respectively; $H_{\text{inc},i}(t)$ and $H_{\text{inc,RL},i}$ are the local H_{inc} level over time t and the local H_{inc} reference level given in Table 6, at frequency i , respectively; $S_{\text{inc},i}(t)$ and $S_{\text{inc,RL},i}$ are the local S_{inc} level over time t and the local S_{inc} reference level given in Table 6, at frequency i , respectively; $U_{\text{inc},i}(t)$ and $U_{\text{inc,RL},i}(t)$ are the incident energy density level and the incident energy density reference level, over time t , at frequency i , given in Table 7, respectively; $U_{\text{inc},4\text{cm},i}(t)$ and $U_{\text{inc},4\text{cm},\text{RL},i}(t)$ are the 4-cm² incident energy density level and the 4-cm² incident energy density reference level, over time t , at frequency i , given in Table 7, respectively; $U_{\text{inc},1\text{cm},i}(t)$ and $U_{\text{inc},1\text{cm},\text{RL},i}(t)$ are the 1-cm² incident energy density level and the 1-cm² incident energy density reference level, over time t , at frequency i , given in Table 7, respectively; inside the body, U_{inc} terms are to be treated as zero; eqn (7) must be satisfied for every position in the human body.

Guidance for Contact Currents

Within approximately the 100 kHz to 110 MHz range, contact currents can occur when a person touches a conducting object that is within an electric or magnetic field, causing current flow between object and person. At high levels these can result in nerve stimulation or pain (and potentially tissue damage), depending on EMF frequency (Kavet et al. 2014; Tell and Tell 2018). This can be a particular concern around large radiofrequency transmitters, such as those that are found near high power antennas used for broadcasting below 30 MHz and at 87.5–108 MHz, where there have been sporadic reports of pain and burn-related accidents. Contact currents occur at the region of contact, with smaller contact

regions producing larger biological effects (given the same current). This is due to the larger current density ($A\ m^{-2}$), and consequently the higher localized SAR in the body.

Exposure due to contact currents is indirect, in that it requires an intermediate conducting object to transduce the field. This makes contact current exposure unpredictable, due to both behavioral factors (e.g., grasping versus touch contact) and environmental conditions (e.g., configuration of conductive objects), and it reduces ICNIRP's ability to protect against them. Of particular importance is the heterogeneity of the current density passing to and being absorbed by the person, which is due not only to the contact area, but also to the conductivity, density and heat capacity of the tissue through which the current passes, and most importantly the resistance between conducting object and contacting tissue (Tell and Tell 2018).

Accordingly, these guidelines do not provide restrictions for contact currents, and instead provide "guidance" to assist those responsible for transmitting high-power radiofrequency fields to understand contact currents, the potential hazards, and how to mitigate such hazards. For the purpose of specification, ICNIRP here defines high-power radiofrequency EMFs as those emitting greater than $100\ V\ m^{-1}$ within the frequency range 100 kHz to 100 MHz at their source.

There is limited research available on the relation between contact currents and health. In terms of pain, the health effect arising from the lowest contact current level, the main data comes from Chatterjee et al. (1986). In that study sensation and pain were assessed in a large adult cohort as a function of contact current frequency and contact type (grasping versus touch contact). Reversible, painful heat sensations were reported to occur with average (touch contact) induced current thresholds of 46 mA within the 100 kHz to 10 MHz range tested, which required at least 10 s of exposure to be reported as pain. Thresholds were frequency-independent within that range, and thresholds for grasping contact were substantially higher than those for touch contact.

However, given that the threshold value reported was an average across the participants, and given the standard deviation of the thresholds reported, ICNIRP considers that the lowest threshold across the cohort would have been approximately 20 mA. Further, modeling from that data suggests that children would have lower thresholds; extrapolating from Chatterjee et al. (1986) and Chan et al. (2013), the lowest threshold in children would be expected to be within the range of 10 mA. The upper frequency of contact current capable of causing harm is also not known. Although the ICNIRP (1998) guidelines specified reference levels to account for contact currents from 100 kHz to 110 MHz, Chatterjee et al. (1986) only tested up to 10 MHz, and Tell and Tell (2018) reported strong reductions in contact current sensitivities from about 1 MHz to 28 MHz (and did not assess higher frequencies). Thus, it is not clear that contact currents will remain a health hazard across the entire 100 kHz to 110 MHz range.

In determining the likelihood and nature of hazard due to potential contact current scenarios, ICNIRP views the above information as important for the responsible person in managing risk associated with contact currents within the frequency range 100 kHz to 110 MHz. This may also assist in conducting a risk-benefit analysis associated with allowing a person into a radiofrequency EMF environment that may result in contact currents. The above information suggests that risk of contact current hazards can be minimized by training workers to avoid contact with conducting objects, but that where contact is required, the following factors are important. Large metallic objects should be connected to ground (grounding); workers should make contact via insulating materials (e.g., radiofrequency protective gloves); and workers should be made aware of the risks, including the possibility of "surprise," which may impact on safety in ways other than the direct impact of the current on tissue (for example, by causing accidents).

Risk Mitigation Considerations for Occupational Exposure

To justify radiofrequency EMF exposure at the occupational level, an appropriate health and safety program is required. Part of such a program requires an understanding of the potential effects of radiofrequency EMF exposure, including consideration of whether biological effects resulting from the exposure may add to other biological effects that are unrelated to radiofrequency EMF. For example, where body core temperature is already elevated due to factors unrelated to EMF, such as through strenuous activity, radiofrequency EMF-induced temperature rise needs to be considered in conjunction with the other sources of heating. Similarly, it is also important to consider whether a person has an illness or condition that might affect their capacity to thermoregulate, or whether environmental impediments to heat dissipation might be present.

The relevant health effects that the whole-body SAR restrictions protect against are increased cardiovascular load (due to the work that the cardiovascular system must perform in order to restrict body core temperature rise), and where temperature rise is not restricted to a safe level, a cascade of functional changes that may lead to both reversible and irreversible effects on tissues (including brain, heart, and kidney). These effects typically require body core temperatures greater than $40^{\circ}C$ (or an increase of approximately $3^{\circ}C$ relative to normothermia). Large reduction factors have thus been used to make it extremely unlikely that radiofrequency-induced temperature rise would exceed $1^{\circ}C$ (occupational restrictions have been set that would, under normothermic conditions, lead to body core temperature rises of $<0.1^{\circ}C$), but care must be exercised when other factors are present that may affect body core temperature. These include high environmental temperatures, high physical activity, and impediments to normal thermoregulation (such as the use of thermally insulating clothing or certain medical conditions). Where significant heat is expected from other sources, it is advised that workers have a suitable means

of verifying their body core temperature (see ACGIH 2017 for further guidance).

The relevant health effects that the localized basic restrictions protect against are pain and thermally-mediated tissue damage. Within Type-1 tissue, such as in the skin and limbs, pain (due to stimulation of nociceptors) and tissue damage (due to denaturation of proteins) typically require temperatures above approximately 41°C. Occupational exposure of the Limbs is unlikely to increase local temperature by more than 2.5°C, and given that Limb temperatures are normally below 31–36°C, it is unlikely that radiofrequency EMF exposure of Limb tissue, in itself, would result in either pain or tissue damage. Within Type-2 tissue, such as within regions of the Head and Torso (excluding superficial tissue), harm is also unlikely to occur at temperatures below 41°C. As occupational exposure of the Head and Torso tissue is unlikely to increase temperature by more than 1°C, and given that body core temperature is normally around 37–38°C, it is unlikely that radiofrequency EMF exposure would lead to temperature rises sufficient to harm Type-2 tissue or tissue function.

However, care must be exercised when a worker is subject to other heat sources that may add to that of the radiofrequency EMF exposure, such as those described above in relation to body core temperature. For superficial exposure scenarios, local thermal discomfort and pain can be important indicators of potential thermal tissue damage. It is thus important, particularly in situations where other thermal stressors are present, that the worker understands that radiofrequency EMF exposure can contribute to their thermal load and is in a position to take appropriate action to mitigate potential harm.

Acknowledgments—Collaborators: Rodney Croft, ICNIRP and Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research, Illawarra Health & Medical Research Institute, University of Wollongong, Australia; Maria Feychting, ICNIRP and Karolinska Institutet, Sweden; Adèle C Green, ICNIRP and QIMR Berghofer Medical Research Institute, Brisbane, Australia and CRUK Manchester Institute, University of Manchester, Manchester, UK; Akimasa Hirata, ICNIRP and Nagoya Institute of Technology, Japan; Guglielmo d'Inzeo, ICNIRP and La Sapienza University, Rome, Italy; Kari Jokela†, ICNIRP SEG and STUK – Radiation and Nuclear Safety Authority, Finland; Sarah Loughran, ICNIRP SEG and Australian Centre for Electromagnetic Bioeffects Research, Illawarra Health & Medical Research Institute, University of Wollongong, Australia; Carmela Marino, ICNIRP and Agency for New Technologies, Energy and Sustainable Economic Development (ENEA), Italy; Sharon Miller, ICNIRP; Gunnhild Oftedal, ICNIRP and Norwegian University of Science and Technology (NTNU); Tsutomu Okuno, ICNIRP; Eric van Rongen, ICNIRP and Health Council, The Netherlands; Martin Röösli, ICNIRP and Swiss Tropical and Public Health Institute, Switzerland; Zenon Sienkiewicz, ICNIRP; John Tattersall, ICNIRP SEG; Soichi Watanabe, ICNIRP and National Institute of Information and Communications Technology (NICT), Japan.

The views expressed by the collaborators in this publication do not necessarily reflect the views or policies of the organizations they are professionally affiliated with. The mention of commercial products, their sources, or their use in connection with material reported herein is not to be construed as either an actual or implied endorsement of such products by ICNIRP or any of the organizations with which the ICNIRP members are affiliated.

The support received by the German Federal Ministry for the Environment (BMU), the European Union Programme for Employment and Social Innovation “EaSI” (2014–2020), the International Radiation Protection Association (IRPA), the Australian Radiation Protection and Nuclear Safety Agency (ARPANSA), and the New Zealand Ministry of Health is gratefully acknowledged.

In regard to the EU funds, for further information please consult: <http://ec.europa.eu/social/easi>. The information contained in this publication does not necessarily reflect the official position of the European Commission, or any other donors. All information concerning the support received by ICNIRP is available at www.icnirp.org.

The guidelines were prepared by the ICNIRP Commission members and the scientific experts of the ICNIRP Project Group on RF: Rodney Croft (Chair), Maria Feychting, Akimasa Hirata, Guglielmo d'Inzeo, Kari Jokela†, Sarah Loughran, Carmela Marino, Gunnhild Oftedal, Tsutomu Okuno, Eric van Rongen, Martin Röösli, Zenon Sienkiewicz, John Tattersall, and Soichi Watanabe.

The guidelines were submitted to public consultation in 2018 and approved by the commission in August 2019. At the time of approval, the commission included the following members: Eric van Rongen (Chair), Rodney Croft, Maria Feychting, Adèle C Green, Akimasa Hirata, Guglielmo d'Inzeo, Carmela Marino, Sharon Miller, Gunnhild Oftedal, Tsutomu Okuno, Martin Röösli, Zenon Sienkiewicz, and Soichi Watanabe.

REFERENCES

- American Conference of Governmental Industrial Hygienists. TLVs and BEIs: based on the documentation of the threshold limit values for chemical substances and physical agents and biological exposure indices. Cincinnati, OH: ACGIH; 2017.
- Arens E, Zhang H. Skin's role in human thermoregulation and comfort. In: Pann N, Gibson P, eds. Thermal and moisture transport in fibrous materials. Cambridge, England: Woodhead Publishing Ltd; 2006: 560–602.
- Aschoff J, Wever R. Kern und Schale im Wärmehaushalt des Menschen. *Naturwissenschaften* 20:477–487; 1958 (in German).
- Brockow T, Wagner A, Franke A, Offenbacher M, Resch KL. A randomized controlled trial on the effectiveness of mild water-filtered near infrared whole-body hyperthermia as an adjunct to a standard multimodal rehabilitation in the treatment of fibromyalgia. *Clinical J Pain* 23:67–75; 2007.
- Chan KH, Hattori J, Laakso I, Hirata A, Taki M. Computational dosimetry for grounded and ungrounded human models due to contact current. *Phys Med Biol* 58:5153–5172; 2013.
- Chatterjee I, Wu D, Gandhi OP. Human body impedance and threshold currents for perception and pain for contact hazards analysis in the VLF-MF band. *IEEE Trans Biomed Engineer* 33:486–494; 1986.
- Cheshire WP Jr. Thermoregulatory disorders and illness related to heat and cold stress. *Autonomic Neurosci: Basic and Clinical* 196:91–104; 2016.
- Defrin R, Shachal-Shiffer M, Hadgad M, Peretz C. Quantitative somatosensory testing of warm and heat-pain thresholds: the effect of body region and testing method. *Clinical J Pain* 22: 130–136; 2006.
- Dewhirst MW, Viglianti BL, Lora-Michiels M, Hanson M, Hopes PJ. Basic principles of thermal dosimetry and thermal thresholds for tissue damage from hyperthermia. *Internat J Hyperthermia* 19:267–294; 2003.
- Dimbylow P. The relationship between localised SAR in the arm and wrist current. *Radiat Protect Dosim* 95:177–179; 2001.
- DuBois EF. The temperature of the human body in health and disease. In: Temperature: its measurement and control in science and industry. New York: American Institute of Physics, Reinhold Publishing Corporation; 1941: 24–40.
- Edwards MJ, Saunders RD, Shiota K. Effects of heat on embryos and fetuses. *Internat J Hyperthermia* 19:295–324; 2003.
- Flintoft M, Robinson MP, Melia GCR, Marvin AC, Dawson JF. Average absorption cross-section of the human body measured at 1–12 GHz in a reverberant chamber: results of a human volunteer study. *Phys Med Biol* 59:3297–3317; 2014.
- Foster KR, Ziskin MC, Balzano Q. Thermal modeling for the next generation of radiofrequency exposure limits: commentary. *Health Phys* 113:41–53; 2017.

- Foster KR, Ziskin MC, Balzano Q. Thermal response of human skin to microwave energy: a critical review. *Health Phys* 111:528–541; 2016.
- Funahashi D, Hirata A, Kodera S, Foster KR. Area-averaged transmitted power density at skin surface as metric to estimate surface temperature elevation. *IEEE Access* 6:77665–77674; 2018.
- Hashimoto Y, Hirata A, Morimoto R, Aonuma S, Laakso I, Jokela K, Foster KR. On the averaging area for incident power density for human exposure limits at frequencies over 6 GHz. *Phys Med Biol* 62:3124–3138; 2017.
- Hirata A, Fujiwara O. The correlation between mass-averaged SAR and temperature elevation in the human head model exposed to RF near-fields from 1 to 6 GHz. *Phys Med Biol* 54:7171–7182; 2009.
- Hirata A, Laakso I, Oizumi T, Hanatani R, Chan KH, Wiart J. The relationship between specific absorption rate and temperature elevation in anatomically based human body models for plane wave exposure from 30 MHz to 6 GHz. *Phys Med Biol* 58:903–921; 2013.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 74:494–522; 1998.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP Statement on the “Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)”. *Health Phys* 97:257–58; 2009.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Phys* 99:818–836; 2010.
- IEC. Medical electrical equipment—part 1–2: general requirements for basic safety and essential performance—collateral standard: electromagnetic disturbances—requirements and tests. Geneva: IEC; 60601-1-2:2014; 2014.
- ISO. Active implantable medical devices—electromagnetic compatibility—EMC test protocols for implantable cardiac pacemakers, implantable cardioverter defibrillators and cardiac resynchronization devices. Geneva: ISO; 14117:2012; 2012.
- Joshi RP, Schoenbach KH. Bioelectric effects of intense ultrashort pulses. *Critical Rev Biomed Engineer* 38:255–304; 2010.
- Juutilainen J, Höytö, Kumlin T, Naarala J. Review of possible modulation-dependent biological effects of radiofrequency fields. *Bioelectromagnetics* 32(7):511–34; 2011.
- Kavet R, Tell RA, Olsen RG. Radiofrequency contact currents: sensory responses and dosimetry. *Radiat Protect Dosim* 162:268–279; 2014.
- Kodera S, Hirata A, Funahashi D, Watanabe S, Jokela K, Croft RJ. Temperature rise for brief radio-frequency exposure below 6 GHz. *IEEE Access* 6:65737–65746; 2018.
- Kowalczyk C, Yarwood G, Blackwell R, Priestner M, Sienkiewicz Z, Bouffler S, Ahmed I, Abd-Alhameed R, Excell P, Hodzic V, Davis C, Gammon R, Balzano Q. Absence of nonlinear responses in cells and tissues exposed to RF energy at mobile phone frequencies using a doubly resonant cavity. *Bioelectromagnetics* 31(7):556–565; 2010.
- Laakso I, Morimoto R, Heinonen J, Jokela K, Hirata A. Human exposure to pulsed fields in the frequency range from 6 to 100 GHz. *Phys Med Biol* 62:6980–6992; 2017.
- Mir LM. Application of electroporation gene therapy: past, current, and future. *Meth Molecular Biol* 423:3–17; 2008.
- Mieusset R, Bujan L. Review: testicular heating and its possible contributions to male infertility. *Internat J Androl* 18:169–184; 1995.
- Morimoto R, Hirata A, Laakso I, Ziskin M, Foster R. Time constants for elevation in human models exposed to dipole antenna and beams in the frequency range from 1 to 30 GHz. *Phys Med Biol* 62:1676–1699; 2017.
- Nagaoka T, Watanabe S. Development of voxel models adjusted to ICRP reference children and their whole-body averaged SARs for whole-body exposure to electromagnetic fields from 10 MHz to 6 GHz. *IEEE Access*, in press.
- Nguyen THP, Shamis Y, Croft RJ, Wood A, McIntosh RL, Crawford RJ, Ivanova EP. 18 GHz electromagnetic field induces permeability of Gram-positive cocci. *Nature: Scientific Reports* 16:10980; 2015.
- Ramsey JD, Buford C, Beshir M, Jensen RC. Effects of workplace thermal conditions on safe work behavior. *J Safety Res* 14:105–114; 1983.
- Reilly T, Atkinson G, Edwards B, Waterhouse J, Farrelly K, Fairhurst E. Diurnal variation in temperature, mental and physical performance, and tasks specifically related to football (soccer). *Chronobiol Internat* 24:507–519; 2007.
- Sasaki K, Mizuno M, Wake K, Watanabe S. Monte Carlo simulations of skin exposure to electromagnetic field from 10 GHz to 1 THz. *Phys Med Biol* 62:6993–7010; 2017.
- Saunders RD, Jefferys JG. A neurobiological basis for ELF guidelines. *Health Phys* 92:596–603; 2007.
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Opinion on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). Luxembourg: European Commission; 2015.
- Shafahi M, Vafai K. Human eye response to thermal disturbances. *J Heat Transfer* 133:011009–011009-7; 2011.
- SSM. Recent research on EMF and health risk. Tenth report from SSM’s Scientific Council on Electromagnetic Fields. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten; SSM Report 19; 2015.
- SSM. Recent research on EMF and health risk. Eleventh report from SSM’s Scientific Council on Electromagnetic Fields. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten; SSM Report 15; 2016.
- SSM. Recent research on EMF and health risk. Twelfth report from SSM’s Scientific Council on Electromagnetic Fields. Stockholm: Strålsäkerhetsmyndigheten; SSM Report 09; 2018.
- Tell RA, Tell CA. Perspectives on setting limits for RF contact currents: a commentary. *Biomed Engineer Online* 17:2; 2018.
- Teunissen LP, Grabowski A, Kram R. Effects of independently altering body weight and body mass on the metabolic cost of running. *J Experimental Biol* 210:4418–4427; 2007.
- United Nations Environment Programme/World Health Organization/International Radiation Protection Association. Electromagnetic fields (300 Hz to 300 GHz). Geneva: World Health Organization; Environmental Health Criteria 137; 1993.
- Van den Heuvel AMJ, Haberley BJ, Hoyle DJR, Taylor NAS, Croft RJ. The independent influences of heat strain and dehydration upon cognition. *Euro J Appl Physiol* 117:1025–1037; 2017.
- Van Rhoon GC, Samaras T, Yarmolenko PS, Dewhurst MW, Neufeld E, Kuster N. CEM43°C thermal dose thresholds: a potential guide for magnetic resonance radiofrequency exposure levels? *Euro Radiol* 23:2215–2227; 2013.
- Walters TJ, Blick DW, Johnson LR, Adair ER, Foster KR. Heating and pain sensation produced in human skin by millimetre waves: comparison to a simple thermal model. *Health Phys* 78:259–267; 2000.
- Weyand PG, Smith BR, Sandell RF. Assessing the metabolic cost of walking: the influence of baseline subtractions. In: Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society. Minneapolis, MN: IEEE; 2009: 6878–6881.
- World Health Organization. Constitution of the World Health Organization [online]. 1948. Available at https://www.who.int/governance/eb/who_constitution_en.pdf. Accessed 1 April 2019.
- World Health Organization. Radiofrequency fields. Geneva: WHO; Public Consultation Document; 2014.
- Yarmolenko PS, Moon EJ, Landon C, Manzoor A, Hochman DW, Viglianti BL, Dewhurst MW. Thresholds for thermal damage to normal tissues: an update. *International J Hyperthermia* 27:320–343; 2011.
- Ziskin MC, Morrissey J. Thermal thresholds for teratogenicity, reproduction, and development. *International J Hyperthermia* 27:373–387; 2011.



APPENDIX A: BACKGROUND DOSIMETRY

Introduction

This appendix provides additional dosimetry information that is directly relevant to the derivation of the radiofrequency exposure restrictions that form the basis of the present guidelines. As described in the main document, the operational adverse health effects resulting from the lowest radiofrequency exposure levels are due to heating (nerve stimulation is discussed within the low frequency guidelines; ICNIRP 2010). Accordingly, this appendix details the choice of quantities used to restrict temperature rise to the operational adverse health effect thresholds described in the main document, the methods used to derive these restrictions (including, where relevant, the associated uncertainty), the spatial and temporal averaging methods used to represent temperature rise, and the derivation of the basic restrictions and reference levels themselves (including, where relevant, the associated uncertainty). The operational adverse health effect thresholds considered are 1°C body core temperature rise for exposures averaged over the whole body, and 5°C and 2°C local temperature rise over more-localized regions for “Type-1” and “Type-2” body tissue, respectively.⁷

QUANTITIES AND UNITS

Detailed explanations for the basic quantities, e.g., \mathbf{E} , \mathbf{H} , I , T , and t are found elsewhere (see ICNIRP 1985, 2009a, 2009, 2010). In this section, the other quantities used in the guidelines are detailed (i.e., SAR, SA, S_{inc} , S_{ab} , S_{eq} , U_{inc} , U_{ab} , and U_{eq}). Vector quantities are presented in **bold font**.

It is noted that radiofrequency basic restrictions and reference levels are based on the lowest radiofrequency exposure levels that may cause an adverse health effect. Since the health effects are related to the temperature rises caused by the exposure, it is determined by energy or power of the radiofrequency exposure. Therefore, squared values of \mathbf{E} , \mathbf{H} , and I are considered for time or spatial integration, or where summation of multiple frequencies is applied. The following equation is an example of the spatial average of \mathbf{E} over a volume V :

$$E_{\text{spatial_average}} = \sqrt{\frac{1}{V} \int_V |\mathbf{E}|^2 dv}, \quad (8)$$

where V is the volume of the integration ($V = \int_V dv$).

Specific Energy Absorption Rate (SAR) and Specific Energy Absorption (SA)

SAR is defined as the time derivative of the incremental energy consumption by heat, δW , absorbed by or dissipated in an incremental mass, δm , contained in a volume element,

δV , of a given mass density of the tissue (kg m^{-3}), ρ , and is expressed in watt per kilogram (W kg^{-1}):

$$\text{SAR} = \frac{\delta}{\delta t} \left(\frac{\delta W}{\delta m} \right) = \frac{\delta}{\delta t} \left(\frac{\delta W}{\rho \delta V} \right). \quad (9)$$

Dielectric properties of biological tissues or organs are generally considered as dielectric lossy material and magnetically transparent because the relative magnetic permeability (μ_r) is 1. Therefore, the SAR is usually derived from the following equation:

$$\text{SAR} = \frac{\sigma |\mathbf{E}|^2}{\rho}, \quad (10)$$

where σ is the conductivity (S m^{-1}) and \mathbf{E} is the internal electric-field (root mean square (rms) value).

Temperature rise is strongly correlated with SAR. Under conditions where heat loss due to processes such as conduction is not significant, SAR and temperature rise are directly related as follows;

$$\text{SAR} = C \frac{dT}{dt}, \quad (11)$$

where C is specific heat capacity ($\text{J kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$) of the tissue, T is temperature ($^\circ\text{C}$) and t is the duration of exposure (s). For most realistic cases, a large amount of heat energy rapidly diffuses during the exposure. Therefore, eqn (11) cannot be routinely applied to human exposure scenarios. However, eqn (11) is useful for brief exposure scenarios where heat loss is not significant.

SAR is used as a basic restriction in the present guidelines. The SAR basic restrictions are defined as spatially averaged values; that is, whole-body average SAR and $\text{SAR}_{10\text{g}}$. The whole-body average SAR is the total power absorbed in the whole body divided by the body mass:

$$\text{Whole-body average SAR} = \frac{(\text{Total power})_{WB}}{(\text{Total mass})_{WB}} = \frac{\int_{WB} \sigma |\mathbf{E}|^2 dv}{\int_{WB} \rho dv}. \quad (12)$$

$\text{SAR}_{10\text{g}}$ is defined as the total power absorbed in a 10-g cubic volume divided by 10 g (see the “Spatial averaging considerations” section):

$$\begin{aligned} \text{SAR}_{10\text{g}} &= \frac{(\text{Total power})_{V_{10\text{g}}}}{(\text{Total mass})_{V_{10\text{g}}}} \\ &= \frac{\int_{V_{10\text{g}}} \sigma |\mathbf{E}|^2 dv}{\int_{V_{10\text{g}}} \rho dv}. \end{aligned} \quad (13)$$

A 10-g volume ($V_{10\text{g}}$) is approximately computed as a $2.15 \text{ cm} \times 2.15 \text{ cm} \times 2.15 \text{ cm}$ cube, based on the assumption that the tissue has the same mass density as water, or $1,000 \text{ kg m}^{-3}$.

SA (J m^{-3}) is derived as the time integral of SAR during the time from t_1 to t_2 :

⁷Type-1 tissue refers to all tissues in the upper arm, forearm, hand, thigh, leg, foot, pinna and the cornea, anterior chamber and iris of the eye, epidermal, dermal, fat, muscle, and bone tissue. Type-2 tissue refers to all tissues in the head, eye, abdomen, back, thorax, and pelvis, excluding those defined as Type-1 tissue.

$$SA = \int_{t_1}^{t_2} SAR(t) dt. \quad (14)$$

Absorbed Power Density (S_{ab}) and Absorbed Energy Density (U_{ab})

SAR_{10g} is no longer an appropriate surrogate for local temperature rise at frequencies above 6 GHz. Therefore, the absorbed power and energy densities are introduced in the guidelines for basic restrictions at such frequencies, where the radiofrequency power or energy absorption is largely confined within very superficial regions of the body. For example, the penetration depths are approximately 8.1 mm and 0.23 mm at 6 GHz and 300 GHz, respectively (see also Table 10). The absorbed power density ($W m^{-2}$) is defined at the body surface:

$$S_{ab} = \iint_A dx dy \int_0^{Z_{max}} \rho(x, y, z) \cdot SAR(x, y, z) dz / A, \quad (15)$$

where the body surface is at $z = 0$, A is the averaging area (in m^2), and Z_{max} is depth of the body at the corresponding region; where Z_{max} is much larger than the penetration depth, infinity can be substituted for Z_{max} . Considering heat diffusion, a square 2 cm \times 2 cm region (from 6 to 300 GHz) is used for the averaging area of the absorbed power and energy density basic restrictions.

A more rigorous formula for absorbed power density is based on the Poynting vector (\mathbf{S}):

$$S_{ab} = \iint_A \text{Re}[\mathbf{S}] \cdot d\mathbf{s} / A = \iint_A \text{Re}[\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*] \cdot d\mathbf{s} / A, \quad (16)$$

where $\text{Re}[X]$ and X^* are the real part and the complex conjugate of a complex value "X," respectively, and $d\mathbf{s}$ is the integral variable vector with its direction normal to the integral area A on the body surface.

Similar to the relationship between SAR and SA, the absorbed energy density is derived as the temporal integration of the absorbed power density ($J m^{-2}$):

$$U_{ab} = \int_{t_1}^{t_2} S_{ab}(t) dt. \quad (17)$$

Incident Power Density (S_{inc}) and Incident Energy Density (U_{inc})

The incident power and energy densities are used as reference levels in the guidelines. The incident power density is defined as the modulus of the complex Poynting vector:

$$S_{inc} = |\mathbf{E} \times \mathbf{H}^*|. \quad (18)$$

In the case of the far-field or transverse electromagnetic (TEM) plane wave, the incident power density is derived as:

$$S_{inc} = \frac{|\mathbf{E}|^2}{Z_0} = Z_0 |\mathbf{H}|^2, \quad (19)$$

where Z_0 is the characteristic impedance of free space, i.e., 377 Ω . The above equation is also used for the evaluation of the plane wave equivalent incident power density (S_{eq}).

S_{inc} is also related to S_{ab} using the reflection coefficient Γ :

$$S_{ab} = (1 - |\Gamma|^2) S_{inc}. \quad (20)$$

The reflection coefficient (Γ) is derived from the dielectric properties of the tissues, shape of the body surface, incident angle, and polarization.

Similar to the relationship between SAR and SA, the incident energy density is derived as the temporal integration of the incident power density during the time from t_1 to t_2 :

$$U_{inc} = \int_{t_1}^{t_2} S_{inc}(t) dt. \quad (21)$$

In near-field exposure scenarios, the components of the Poynting vector are not real values but complex ones. In such cases a detailed investigation of the Poynting vector components may be necessary to calculate the incident power density relevant to radiofrequency safety.

RELEVANT BIOPHYSICAL MECHANISMS

Whole-Body Average Exposure Specifications

Relevant quantity. Health effects due to whole-body exposure are related to body core temperature rise. It is, however, difficult to predict body core temperature rise based on exposure of the human body to radiofrequency EMFs.

Body core temperature depends on the whole-body thermal energy balance. Radiofrequency energy absorbed by the body is transferred to the body core via blood flow, which can activate thermoregulatory responses to maintain the body core temperature (Adair and Black 2003). This means that the time rate of the energy balance is essential for the body core temperature dynamics. Accordingly, whole-body average SAR is used as the physical quantity relating to body core temperature rise.

The relationship between the total energy absorption and the body core temperature is in general independent of frequency. However, at frequencies higher than a few GHz, core temperature does not generally elevate as much as with the same level of whole-body average SAR at lower frequencies because of larger heat transfer from the body surface to air via convection or radiative emission, which

Table 10. Penetration depth of human skin tissue (dermis), for frequencies 6 to 300 GHz.

Frequency (GHz)	Relative permittivity	Conductivity (S/m)	Penetration depth (mm)
6	36	4.0	8.1
10	33	7.9	3.9
30	18	27	0.92
60	10	40	0.49
100	7.3	46	0.35
300	5.0	55	0.23

includes the effect of vasodilation in the skin (Hirata et al. 2013). The power absorption is confined primarily within skin surface tissues where localized temperature rise is more significant than the body core temperature rise (Laakso and Hirata 2011). However, it has also been reported that infrared radiation (IR) exposure can cause significant body core temperature rise (Brockow et al. 2007). Infrared radiation refers to electromagnetic waves with frequencies between those of radiofrequency EMF and visible light. This means that despite the penetration depth of infrared radiation being very small or comparable to the high GHz radiofrequency EMFs (or millimeter waves) it is still possible for infrared radiation exposure to raise body core temperature significantly. For conservative reasons, therefore, ICNIRP set equal whole-body average limits for frequencies both above and below 6 GHz. This is especially important for cases of multiple-frequency exposure of both higher and lower frequencies. Thus, the applicable frequency is defined as the entire frequency range considered in the guidelines.

Temporal averaging considerations. The definition of the time constant for body core temperature is not clear. However, under simplified conditions that produce a reasonable estimate of the time constant (e.g., assuming a first order lag), temperature dynamics can be described as follows:

$$T(t) = T_0 + (T_\infty - T_0) \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right), \quad (22)$$

where T is the temperature as a function of time t , T_0 and T_∞ are the initial and steady-state temperatures, respectively, and τ is the time constant. In this case, the time constant corresponds to the time taken for 63% of the temperature rise, from initial temperature to steady state temperature, to be reached. In the present guidelines, the time to reach a steady-state of 80–90% of the equilibrium temperature, from the initial temperature, is considered for guideline setting; this is almost two times the time constant in eqn (22).

Further, the time needed to reach the steady-state body core temperature depends on the level of heat load, which in this case relates to the whole-body average SAR. Hirata et al. (2007) numerically simulated the body core temperature rise of a naked body exposed to a plane wave at 65 MHz and 2 GHz, and reported that in both cases it takes at least 60 min to reach a 1°C body core temperature rise for whole-body average SARs of 6 to 8 W kg⁻¹. This time is also dependent on the sweating rate, with strong sweating increasing this time by 40–100 min (Hirata et al. 2008; Nelson et al. 2013). Consequently, the time to reach the steady state temperature rise due to whole-body exposure to radiofrequency EMFs below 6 GHz is 30 min or longer.

As described above, power absorption is mainly confined within the surface tissues at frequencies above 6 GHz (see Table 10). Thermoregulatory responses are thus

initiated by the skin temperature rise rather than body core temperature rise. However, the time needed for the steady state temperature rise is not significantly affected by this, and so is not taken into account. It is thus reasonable to keep the averaging time above 6 GHz the same as that below 6 GHz, because there is no quantitative investigation on the time constant of body core temperature rise above 6 GHz.

Whole-body average SAR needed to raise body core temperature by 1°C. Thermoregulatory functions are activated if a human body is exposed to significant heating load, which often results in non-linear relations between whole-body average SAR and body core temperature rise.

Adair and colleagues have experimentally investigated body core temperature (via esophageal temperature measurement) during whole-body exposure. They have reported no or minor increases of the esophageal temperature (<0.1°C) during the whole-body exposure at 100 MHz, 220 MHz, and 2450 MHz, with whole-body average SAR ranging from 0.54 to 1 W kg⁻¹ in normal ambient temperature conditions, from 24°C to 28°C (Adair et al. 2001, 2003, 2005).

They also reported a relatively high body core temperature rise (0.35°C) for whole-body average SAR at 220 MHz of 0.675 W kg⁻¹ in a hot ambient temperature (31°C) condition, although this was found in only one person and the mean of the body core temperature rises (6 persons) was not appreciable. There is no data on body core temperature rise for whole-body exposure to radiofrequency EMFs above 6 GHz. The only available data are on infrared radiation (Brockow et al. 2007). The conservativeness for whole-body exposure at higher frequencies is discussed in the main text.

There are two main factors affecting body core temperature rise due to radiofrequency exposure: sweating and mass-to-body surface ratio.

Evaporative heat loss due to sweating reduces body core temperature efficiently and needs to be accounted for when estimating body core temperature rise due to EMF. For example, Hirata et al. (2007) reported that 4.5 W kg⁻¹ is required to increase the body core temperature by 1°C for a person with a lower sweat rate, such as an elderly person, while 6 W kg⁻¹ is required for a person with a normal sweat rate. The decline of sweat rate in elderly people is primarily due to degradation of thermal sensation (Dufour and Candas, 2007).

Similarly, heat exchange between the body surface and external air is also very important. Hirata et al. (2009) found that the steady-state body core temperature rise due to whole-body radiofrequency EMF exposure is proportional to the ratio of the (whole-body) power absorption to the surface area of the body. The ratio of the mass to the surface area is smaller for smaller-dimension bodies such as children, and so greater whole-body average SAR is required to elevate their body core temperature.

This coincides with the finding that smaller persons have a lower body core temperature rise for the same whole-body average SAR. For example, Hirata et al. (2008) numerically evaluated the body core temperature rise in 8-months-old and 3-years-old child models and found that their body core temperature rises were 35% smaller than that of an adult female model for the same whole-body average SAR. They concluded that the higher ratio of a child's surface area to body mass is the reason for more effective cooling resulting from heat loss to the environment. Consequently, the body core temperature rise in the child is smaller than that of the adult at the same whole-body average SAR.

Addressing the issue more broadly, theoretical modeling and generalization from experimental research across a range of species has shown that within the 100 kHz to 6 GHz range, whole-body average SARs of at least 6 W kg^{-1} , for exposures of at least 1 h at moderately high ambient temperature (28°C), are necessary to increase body core temperature by 1°C for healthy adults and children (Hirata et al. 2013), and at least 4.5 W for those with lower sweat rates, such as the elderly (Hirata et al. 2007).

Considerations for fetal exposure. The primary thermoregulatory mechanism for a fetus is body core heat exchange with the mother via blood flow through the umbilical cord. The fetal temperature is therefore tightly controlled by maternal temperature, and it takes longer to reach thermal equilibrium than in adults (Gowland and De Wilde 2008). The body core temperature of the fetus is typically 0.5°C higher than that of the mother (Asakura 2004). This relationship is not changed significantly by radiofrequency EMF exposure of the mother at 26 weeks gestation, as reported by Hirata et al. (2014). In the frequency range from 40 MHz to 500 MHz, they computed steady-state fetal temperature, taking the thermal exchange between mother and fetus into account, and reported that the fetal temperature rise was only 30% higher than that of the mother, even when the power absorption was focused around the fetus. At lower frequencies, the SAR distribution becomes more homogeneous because of the longer wavelength and penetration depth, which results in more homogeneous temperature rise over the whole-body of the mother and fetus. At higher frequencies, the SAR distribution becomes more superficial because of the shorter penetration depth. This results in a smaller SAR of the young fetus or embryo, as it is generally located in the deep region of the abdomen of the mother, as well as resulting in a smaller whole-body SAR of the older fetus because the size of the fetus is larger than the penetration depth. This suggests that EMF whole-body exposure to the mother will result in a similar body core temperature rise in the fetus relative to that of the mother, even at frequencies outside those investigated in that study.

It follows that an EMF-induced body core temperature rise within the mother will result in a similar rise within the fetus, and thus an exposure at the occupational whole-body average SAR basic restriction would result in a similar body core temperature rise in mother and fetus. Therefore, to maintain fetal temperature to the level required by the general public, a pregnant woman is considered a member of the general public in terms of the whole-body average SAR basic restriction.

ICNIRP's decision on the occupational whole-body average SAR for pregnant women is significantly conservative compared with the established teratogenic fetal temperature threshold (2°C : Edwards et al. 2003; Ziskin and Morrissey 2011). ICNIRP also recognizes that the body core temperature of the fetus, especially during early stage one or embryonic development, is not clearly defined, and that there is no direct evidence that occupational whole-body exposure of the pregnant worker will harm the fetus. It is thus acknowledged that the decision to treat a pregnant worker as a member of the general public is conservative. ICNIRP also notes that there are some mitigating techniques that can be considered in order to allow pregnant workers to enter areas where radiofrequency EMFs are at occupational exposure levels, without exceeding the general public restrictions. For example, within a 30-min averaging interval, a pregnant worker could be within an area at the occupational exposure restriction level for 6 min, providing that the SAR averaged over 30 min (which includes this 6-min interval) does not exceed the general public restrictions. In considering such mitigating techniques, local region exposure restrictions for the pregnant worker are also important, and are described in the "Considerations for fetal exposure" in "Exposure Specifications for Local Regions (100 kHz to 6 GHz)" and in "Exposure Specifications for Local Regions (>6 GHz to 300 GHz)" sections.

Exposure Specifications for Local Regions (100 kHz to 6 GHz)

Relevant quantity. For cases of exposure to radiofrequency EMF over localized body regions, temperature can rise in part of the body without altering body core temperature. Local temperature rise must therefore also be restricted. The maximum local temperature rise generally appears on the surface of the body, and local SAR is a useful surrogate for local temperature rise due to localized radiofrequency EMF exposure. However, other factors, such as clothing, environmental conditions, and physiological states can have more impact on local temperature than SAR itself.

The transition frequency between local SAR and area-averaged absorbed power density is chosen as 6 GHz (Funahashi et al. 2018). This was done as a practical compromise suitable for the conditions relevant to the spatial and temporal averaging described in the following subsections,

because no optimal single frequency exists for this transition. For frequencies lower than the transition frequency, the SAR is a metric for simultaneously protecting both the internal tissues (e.g., brain) and the skin, as explained in the “Spatial averaging considerations” section. At higher frequencies (especially above 10 GHz), the absorbed power density is a surrogate for maximum skin temperature rise.

Spatial averaging considerations. Different averaging schemes (e.g., cubic, spherical, contiguous single tissue) and masses have been assessed in terms of their ability to predict local temperature rise (Hirata and Fujiwara 2009; McIntosh and Anderson 2011). These suggest that the effect of the size of the averaging mass is more crucial than the shape of the averaging volume, and that SAR varies with different averaging schemes by a factor of approximately 2 (Hirata et al. 2006). It has also been shown that SAR averaged over a single tissue provides somewhat worse correlation with local temperature than that for multiple tissues, because the heat generated in biological tissue can diffuse up to a few centimeters (i.e., across multiple tissue types). Consequently, a cubic averaging mass of 10 g, including all tissues, is used as an appropriate spatial averaging regime for frequencies up to 6 GHz. This metric has been shown to be applicable even for plane wave exposures, in that local temperature rise in the Head and Torso, and Limbs, is correlated with SAR when this averaging mass is used (Razmadze et al. 2009; Bakker et al. 2011; Hirata et al. 2013).

Temporal averaging considerations. Time to reach steady-state temperature, given the balance between rate of radiofrequency power deposition on one hand, and heat diffusion and conduction on the other, is characterized by the time constant of temperature rise. The time constant primarily depends on heat convection due to blood flow and thermal conduction. Van Leeuwen et al. (1999), Wang and Fujiwara (1999), and Bernardi et al. (2000) report that the time needed for 80–90% of the steady-state temperature rise, at 800 MHz to 1.9 GHz, is 12–16 min. These guidelines take 6 min as a suitable, conservative averaging time for steady-state temperature rise up to 6 GHz for local exposures.

Local SAR required to increase local Type-1 and Type-2 tissue temperature by 5 and 2°C, respectively. Although early research provided useful rabbit eye data concerning the relation between 2.45 GHz exposure and local temperature rise (e.g., Guy et al. 1975; Emery et al. 1975), research with more accurate techniques has demonstrated that the rabbit is an inappropriate model for the human eye (Oizumi et al. 2013). However, given the concern about potential radiofrequency harm to the eye, there are now several studies that provide more-accurate information about radiofrequency-induced heating of the human eye. Expressed as heating factors for the SAR averaged over

10 g of tissue (the °C rise per unit mass, per W of absorbed power), the computed heating factors of a human eye have been relatively consistent [0.11–0.16°C kg W⁻¹: Hirata (2005); Buccella et al. (2007); Flyckt et al. (2007); Hirata et al. (2007); Wainwright (2007); Laakso (2009); Diao et al. (2016)]. In most studies, the heating factor was derived for the SAR averaged over the eyeball (contiguous tissue). The SAR averaged over the cubic volume (which includes other tissues) is higher than that value (Diao et al. 2016), resulting in lower heating factors.

There is also a considerable number of studies on the temperature rise in the head exposed to mobile phone handset antennas (Van Leeuwen et al. 1999; Wang and Fujiwara 1999; Bernardi et al. 2000; Gandhi et al. 2001; Hirata and Shiozawa 2003; Ibrahim et al. 2005; Samaras et al. 2007). Hirata and Shiozawa (2003) reported that heating factors are 0.24 or 0.14°C kg W⁻¹ for the local SAR averaged over a 10-g contiguous volume, with and without the pinna, respectively. Other studies considering the local SAR averaged over a 10-g cubic volume including the pinna reported heating factors of the head in the range of 0.11–0.27°C kg W⁻¹ (Van Leeuwen et al. 1999; Bernardi et al. 2000; Gandhi et al. 2001). Fujimoto et al. (2006) studied the temperature rise in a child head exposed to a dipole antenna and found that it is comparable to that in the adult when the same thermal parameters were used. The heating factor in the brain (the ratio of the temperature rise in the brain to peak SAR in the head) is 0.1°C kg W⁻¹ or smaller (Morimoto et al. 2016). Only one study reported the temperature rise in the trunk for body-worn antennas (Hirata et al. 2006). This study showed that the heating factor in the skin is in the range of 0.18–0.26 °C kg W⁻¹. Uncertainty factors associated with the heating factors are attributable to the energy absorbed in the pinna (for mobile phones) and other surrounding structures (for example, see Foster et al. 2018) as well as the method for spatial averaging of SAR.

Those studies are consistent with research showing that, within the 100 kHz–6 GHz range, numerical estimations converge to show that the maximum heating factor is lower than 0.25°C kg W⁻¹ in the skin and 0.1°C kg W⁻¹ in the brain for exposures of at least approximately 30 min. Based on these heating factors, the operational adverse health effect thresholds for the eye and brain (Type 1) and for the skin (Type 2) will not be exceeded for local SARs of up to 20 W kg⁻¹.

Considerations for fetal exposure. Local SAR heating factors for the fetus, as a function of gestation stage and fetal posture and position, have been determined that take heat exchange between mother and fetus into account (Akimoto et al. 2010; Tateno et al. 2014; Takei et al. 2018). This research used numerical models of 13-week, 18-week,

and 26-week pregnant women. The heating factors of the fetus were several times lower than those of the mother in most cases. However, the largest heating factor was observed when the fetal body position is very close to the surface of the abdomen (i.e., middle and later stages of gestation). These provide $0.1^{\circ}\text{C kg W}^{-1}$ as a conservative heating factor for the fetus.

Based on these findings, exposure of the mother at the occupational basic restriction of 10 W kg^{-1} will result in a temperature rise in the fetus of approximately 1°C , which is lower than the operational adverse health effect threshold for the Head and Torso, but results in a smaller reduction factor (i.e., 2) than that considered appropriate for the general public (i.e., 10). It follows that a localized occupational radiofrequency EMF exposure of the mother would cause the temperature to rise in the fetus to a level higher than that deemed acceptable for the general public. Therefore, to maintain fetal temperature to the level required by the general public local SAR restrictions, a pregnant woman is considered a member of the general public in terms of the local SAR restriction.

It is noted that the above-mentioned case appears only in the middle and late pregnancy stages (18 to 26-week gestation), while the heating factor of the fetus in the early pregnancy stage (12-week gestation) is at most $0.02^{\circ}\text{C kg W}^{-1}$ (Tateno et al. 2014; Takei et al. 2018). This 12-week gestation fetal temperature rise is 100 times lower than the threshold (2°C) for teratogenic effects in animals (Edwards et al. 2003; Ziskin and Morrissey 2011).

Exposure Specifications for Local Regions (>6 GHz to 300 GHz)

Relevant quantity. In a human body exposed to radiofrequency EMF, an electromagnetic wave exponentially decays from the surface to deeper regions. This phenomenon is characterized according to penetration depth, as described below:

$$S_{\text{ab}} = PD_0 \int_0^{Z_{\text{max}}} e^{-\frac{z}{\delta}} dz, \quad (23)$$

where S_{ab} is the absorbed power density, the body surface is at $z = 0$, δ is the penetration depth from the body surface in the z direction (defined as the distance from the surface where 86% of the radiofrequency power is absorbed), and Z_{max} is depth of the body at the corresponding region; where Z_{max} is much larger than the penetration depth, infinity can be substituted for Z_{max} . PD_0 is the specific absorbed power averaged over the area A at $z = 0$, as described below:

$$PD_0 = \iint_A \rho(x, y, 0) \cdot SAR(x, y, 0) dx dy / A. \quad (24)$$

The penetration depth depends on the dielectric properties of the medium, as well as frequency. As frequency increases, the penetration depth decreases, and is predominantly within the surface tissues at frequencies

higher than about 6 GHz. Table 10 lists the penetration depths based on the dielectric properties of skin tissue (dermis) measured by Sasaki et al. (2017) and Sasaki et al. (2014).

As a result, the local SAR averaged over a 10-g cubical mass with side lengths of 2.15 cm is no longer a good proxy for local temperature rise; that is, the power deposition is limited to within a few millimeters of the surface tissues. Conversely, the power density absorbed in the skin provides a better approximation of the superficial temperature rise from 6 GHz to 300 GHz (Foster et al. 2016; Funahashi et al. 2018).

Spatial averaging considerations. Thermal modeling (Hashimoto et al. 2017) and analytical solutions (Foster et al. 2016) suggest that a square averaging area of 4 cm^2 or smaller provides a close approximation to local maximum temperature rise due to radiofrequency heating at frequencies greater than 6 GHz. This is supported by computations for realistic exposure scenarios (He et al. 2018). An important advantage of the 4-cm^2 averaging area is the consistency at 6 GHz between local SAR and absorbed power density; the face of an averaging 10-g cube of SAR is approximately 4 cm^2 .

Because the beam area can usually only be focused to the size of the wavelength, the averaging area of the absorbed power density relevant to the temperature rise depends on frequency; smaller averaging areas are necessary as frequency increases. Therefore, a smaller averaging area is sometimes necessary for extremely focused beams at higher frequencies. An additional criterion is therefore imposed for frequencies above 30 GHz for the spatial peak (maximum) absorbed power density averaged over 1 cm^2 , such that it must not exceed 2 times the value for the averaging area of 4 cm^2 (Foster et al. 2016).

Temporal averaging considerations. As well as the cases of localized exposure at frequencies lower than 6 GHz, the temperature rise due to localized exposure to radiofrequency EMF over 6 GHz also achieves an equilibrium state with a particular time constant. Morimoto et al. (2017) demonstrated that the same averaging time as the local SAR (6 min) is appropriate for localized exposure from 6 GHz to 300 GHz. The time needed for steady-state local temperature rise decreases gradually as frequency increases, but no notable change is observed at frequencies higher than 15 GHz (Morimoto et al. 2017). The time needed to reach 80–90% of the maximum temperature rise is approximately 5–10 min at 6 GHz and 3–6 min at 30 GHz. However, it is noted that the time constant becomes shorter if brief or irregular exposure is considered, which is discussed in the “Brief Exposure Specifications for Local Regions (>6 GHz to 300 GHz)” section. In the present guidelines, 6 min is chosen as the averaging time, with additional

restrictions for briefer or irregular exposures subjected to additional constraints as a conservative measure.

Absorbed power density required to increase local Type-1 tissue temperature by 5°C. Above 6 GHz, power absorption is primarily restricted to superficial tissue and cannot result in tissue temperatures that exceed operational adverse health effect thresholds for Type-2 tissues without also exceeding those for the more superficial Type-1 tissues (e.g., Morimoto et al. 2016). Therefore, exposure level must be chosen to ensure that temperature rise in the more superficial Type-1 tissue does not exceed the operational threshold of 5°C.

Tissue heating, as a function of absorbed power density over 6 GHz, is dependent on a variety of factors, as it is for lower frequencies. A comprehensive investigation of the heating factors for absorbed power density [in terms of the temperature rise (°C) over a unit area (m²), per W of absorbed power] has been conducted in the case of a plane wave incident to a multi-layered slab model as an extreme uniform exposure condition (Sasaki et al. 2017). In that study, Monte Carlo statistical estimation of the heating factor was conducted where it was shown that the maximum heating factor for absorbed power density is 0.025°C m² W⁻¹. This value is more conservative (larger) than results from other studies on the temperature rise in the skin (Alekseev et al. 2005; Foster et al. 2016; Hashimoto et al. 2017) and the eye (Bernardi et al. 1998; Karampatzakis and Samaras 2013). Thus, to increase temperature by 5°C requires an absorbed power density of 200 W m⁻².

Considerations for fetal exposure. As discussed in the “Considerations for fetal exposure” of the “Exposure Specifications for Local Regions (100 kHz to 6 GHz)” section in relation to the frequency characteristics of the SAR distribution, the contribution of surface heating due to radiofrequency EMF exposure above 6 GHz to fetal temperature rise is likely very small (and smaller than that from below 6 GHz). This suggests that the fetus will not receive appreciable heating from localized exposure above 6 GHz. However, there is currently no study that has assessed this. ICNIRP thus takes a conservative approach for exposures above 6 GHz and requires that the pregnant worker is treated as a member of the general public in order to ensure that the fetus will not be exposed above the general public basic restrictions.

Brief exposure specifications for local regions (100 kHz to 6 GHz)

The 6-min averaging scheme for localized exposure allows greater strength of the local SAR if the exposure duration is shorter than the averaging time. However, if the exposure duration is significantly shorter, heat diffusion mechanisms are inadequate to restrict temperature rise. This

means that the 6-min averaged basic restriction can temporarily cause higher temperature rise than the operational adverse health effect thresholds if the exposure period is shorter than 6 min.

A numerical modeling investigation for brief exposure to radiofrequency EMF from 100 MHz to 6 GHz, using a multi-layer model and an anatomical head model, found that the SA corresponding to the allowable temperature rise is greatly variable depending on a range of factors (Kodera et al. 2018). Based on that study and empirical equations of the SA corresponding to the operational adverse health effect threshold for the skin (5°C), the exposure corresponding to this temperature rise is derived from the following equations for Head and Torso:

$$SA(t) = 7.2 \left(0.05 + 0.95 \sqrt{t/360} \right) \text{ (kJ kg}^{-1}\text{)}, \quad (25)$$

where t is time in seconds and applicable for $t < 360$, and $SA(t)$ is spatially averaged over any 10-g cubic tissue, considering the continuity of the SAR at 6 min. The averaging procedure of SA is in the same manner as SAR in eqn (13). For Limbs, the following equation should be satisfied:

$$SA(t) = 14.4 \left(0.025 + 0.975 \sqrt{t/360} \right) \text{ (kJ kg}^{-1}\text{)}. \quad (26)$$

It is noted that the above logic results in slightly different time functions for brief exposure below and above 6 GHz; the resultant time functions below 6 GHz are more conservative than for above 6 GHz (i.e., eqns 27 and 28).

The numerical modeling study by Kodera et al. (2018) also shows that the temperature rise in Type-2 tissue (e.g., brain) is also kept below 1°C by the SA restriction defined in eqn (25). They furthermore reported that the SA corresponding to the allowable temperature rise increases as frequency decreases. At 400 MHz or lower, the SA derived from the local 6-min SAR basic restriction [$10 \text{ (W kg}^{-1}\text{)} \times 360 \text{ (s)} = 3.6 \text{ (kJ kg}^{-1}\text{)}$] does not cause the temperature rise corresponding to the operational adverse health effect threshold for the Head and Torso to be exceeded. Accordingly, this SA limit is only required for exposures above 400 MHz.

It should be noted that eqns (25) and (26) must be met for all intervals up to 6 min, regardless of the particular pulse or non-pulsed continuous wave patterns. That is, exposure from any pulse, group of pulses, or subgroup of pulses in a train, as well as from the summation of exposures (including non-pulsed EMFs), delivered in t seconds, must not exceed that specified in eqns (25) to (26), as exposure to a part of the exposure pattern can be more critical than exposure to a single pulse or the exposure averaged over t . For example, if two 1-s pulses are separated by 1 s, the levels

provided by eqns (25) and (26) must be satisfied for each of the 1-s pulses as well as for the total 3-s interval.

The above discussion on brain temperature rise suggests that the temperature rise in the fetus will also be lower than that assumed for the steady-state (6-min) exposure. That is, as the Type-2 tissue temperature rise will be kept below the operational adverse health effect threshold by applying eqn (25), this will presumably also be the case for temperature rises for the fetus due to brief exposures. However, there is no study available that has considered the effect of brief exposure of pregnant women up to the occupational limit on the fetus. ICNIRP thus maintains the same conservative policy for <6-min exposure as for >6-min exposure (see “Considerations for fetal exposure of Exposure Specifications for Local Regions (100 kHz to 6 GHz)” section), and requires the pregnant worker to be subject to the general public restrictions.

Brief Exposure Specifications for Local Regions (>6 GHz to 300 GHz)

Similar to the situation for frequencies up to 6 GHz, temperature rise can be enhanced for intense short pulses or discontinuous exposures above 6 GHz, relative to a continuous exposure with the same absorbed power density averaged over a 6-min interval. This becomes significant at frequencies higher than 30 GHz (Foster et al. 2016). Considering the robustness and consistency of simple multi-layer models, the basic restrictions for the brief exposures are derived based on investigations using simple models (Foster et al. 2016; Morimoto et al. 2017). Unlike continuous wave exposure, the effect of diffraction, or interference of waves reflected from protruding parts of the body back to the skin, may be apparent for brief pulses. Although the effect of diffraction to the absorbed power density is yet to be fully determined, the resultant temperature rise is estimated to be up to 3 times higher if pulsed than that due to the same absorbed power density spread evenly over a 6-min interval (Laakso et al. 2017).

Considering these factors, absorbed energy density basic restrictions (U_{ab}) have been set as a function of the square root of the time interval, to account for heterogeneity of temperature rise (Foster et al. 2016). These have been set to match the operational adverse health effect threshold for Type 1 tissue, as well as to match the absorbed energy density derived from the absorbed power density basic restriction for 360 s. As per the brief interval exposure limits for frequencies up to 6 GHz, the superficial nature of the resultant temperature rise will not result in temperatures that exceed Type-2 tissue operational adverse health effect thresholds, and so only the Type-1 tissue threshold of 5°C needs to be considered here.

Consequently, an extension of the formula from Kodera et al. (2018) for frequencies up to 6 GHz, specifies

the maximum absorbed energy density level for brief exposures corresponding to the 5°C temperature rise as follows:

$$U_{ab}(t) = 72 \left(0.05 + 0.95 \sqrt{t/360} \right) \text{ (kJ m}^{-2}\text{)} \quad (27)$$

averaged over 2 cm × 2 cm,

where t is the time interval in seconds and is applicable for $t < 360$ s. Above 30 GHz, an additional criterion is given for 1 cm × 1 cm averaging areas, such that absorbed energy density must not exceed the value specified in eqn (28):

$$U_{ab}(t) = 144 \left(0.025 + 0.975 \sqrt{t/360} \right) \text{ (kJ m}^{-2}\text{)} \quad (28)$$

averaged over 1 cm × 1 cm.

It should be noted that eqns (27) and (28) must both be met for all intervals up to 6 min, regardless of the particular pulse or non-pulsed continuous wave patterns. That is, exposure from any pulse, group of pulses, or subgroup of pulses in a train, as well as from the summation of exposures (including non-pulsed EMFs), delivered in t seconds, must not exceed that specified in eqns (27) and (28), as exposure to a part of the exposure pattern can be more critical than exposure to a single pulse or the exposure averaged over t . For example, if two 1-s pulses are separated by 1 s, the levels provided by eqns (27) and (28) must be satisfied for each of the 1-s pulses, as well as for the total 3-s interval.

As discussed above, in relation to the frequency characteristics of the SAR distribution, the contribution of the surface heating due to radiofrequency EMF above 6 GHz to fetal temperature rise is likely smaller than that below 6 GHz. This is the same for cases of brief exposure. However, as there is no study on the fetus relating to exposure of a pregnant woman to radiofrequency EMF above 6 GHz, ICNIRP adopts a conservative approach and treats a pregnant worker as a member of the general public to ensure that the fetal exposure will not exceed that of the general public.

DERIVATION OF REFERENCE LEVELS

General Considerations for Reference Levels

As described in the main guidelines document, the reference levels have been derived as a practical means of assessing compliance with the present guidelines. The reference levels for **E**-field strength, **H**-field strength and incident power density have been derived from dosimetric studies assuming whole-body exposure to a uniform field distribution, which is generally the worst-case scenario. Due to the strongly conservative nature of the reference levels in most exposure scenarios, reference levels may often be exceeded without exceeding the corresponding basic restrictions, but this should always be verified to determine compliance.

Different reference level application rules have been set for exposure in the far-field, radiative near-field and reactive near-field zones. The intention of ICNIRP's distinction between these zones is to provide assurance that the reference levels are generally more conservative than the basic restrictions. In so far as the distinction between the zones is concerned, the principle (but not only) determinant of this is the degree to which a field approximates plane wave conditions. A difficulty with this approach is that other factors may also affect the adequacy of estimating reference level quantities from basic restriction quantities. These include the EMF frequency, physical dimensions of the EMF source and its distance from the resultant external EMFs assessed, as well as the degree to which the EMFs vary over the space to be occupied by a person. Taking into account such sources of uncertainty, the guidelines have more conservative rules for exposure in the reactive and radiative near-field than far-field zone. This makes it difficult to specify whether, for the purpose of compliance, an exposure should be considered reactive near-field, radiative near-field or far-field without consideration of a range of factors that cannot be easily specified in advance. As a rough guide, distances $> 2D^2/\lambda$ (m), between $\lambda/(2\pi)$ and $2D^2/\lambda$ (m), and $< \lambda/(2\pi)$ (m) from an antenna correspond approximately to the far-field, radiative near-field and reactive near-field, respectively, where D and λ refer to the longest dimension of the antenna and wavelength, respectively, in meters. However, it is anticipated that input from technical standards bodies should be utilized to better determine which of the far-field/near-field zone reference level rules should be applied so as to provide appropriate concordance between reference levels and basic restrictions.

E-Field and H-Field Reference Levels up to 30 MHz

In the ICNIRP (1998) guidelines, the reference levels in this frequency region were derived from the whole-body average SAR for whole-body exposure to plane waves. However, Taguchi et al. (2018) demonstrated that whole-body exposure to the decoupled **H**-field results in a whole-body average SAR significantly lower than that calculated for the whole-body exposure to plane-waves with the same **H**-field strength. The whole-body exposure to the decoupled **E**-field was also calculated and it was found that the whole-body average SARs are almost the same as those for the plane wave with the same direction and strength as the **E**-field. The reference levels relevant to the whole-body average SAR basic restrictions below 30 MHz in these guidelines are therefore based on the numerical calculations of the whole-body average SAR for the whole-body exposure to the decoupled uniform **E**-field and **H**-field, separately. Taguchi et al. (2018) also concluded that local SAR basic restrictions, including in the ankle, will also be satisfied when the whole-body SAR basic restrictions are

satisfied. This means that compliance with the whole-body average reference levels in this frequency region will result in exposures that do not exceed the whole-body average and local SAR basic restrictions.

In the low frequency guidelines (ICNIRP 2010) where reference levels for frequencies up to 10 MHz are set to protect against nerve cell stimulations, a reduction factor of 3 was applied to account for uncertainty associated with the numerical modeling of the relation between the external fields and the induced (internal) electric fields. The reason for this is that 2-mm cube-averaged values (within a specific tissue) were evaluated in the low frequency guidelines, which are significantly affected by computational artifact.

In the present guidelines, however, the uncertainty of the numerical simulation is not significant because the spatial averaging procedure applied in evaluating the whole-body average and local SAR significantly decreases the uncertainty of the computational artifact. Therefore, additional reduction factors due to computational uncertainty do not need to be considered in deriving the reference levels relevant to the local and whole-body average SAR basic restrictions below 30 MHz in these guidelines.

E-Field, H-Field and Power Density Reference Levels From >30 MHz to 6 GHz

The ICNIRP (1998) whole-body average SAR for exposure to a field strength equal to the reference level becomes close to the basic restrictions around the whole-body resonant frequency (30–200 MHz) and post resonant frequency region (1,500–4,000 MHz).

The resonance frequency appears at a frequency where half of the wavelength in free space is close to the height (vertical dimension of a person standing) of the human body in free space, or where a quarter of the wavelength in free space is close to the height of a human body standing on the ground plane (Durney et al. 1986), resulting in higher whole-body average SARs. Whole-body resonance appears only for the case of vertically polarized plane wave incidence. If different polarizations are assumed, the resultant whole-body average SAR is significantly (a few orders of magnitude) lower than that of the case of the vertical polarization around the whole-body resonant frequency (Durney et al. 1986). Whole-body resonance has been confirmed by numerical computations (Dimbylow 1997; Nagaoka et al. 2004; Dimbylow 2005; Conil et al. 2008; Kühn et al. 2009; Hirata et al. 2010).

Above the whole-body resonant frequency, especially above a few GHz, the differences in the whole-body average SARs due to polarization are not significant compared with those at the whole-body resonant frequency. Hirata et al. (2009) reported that the whole-body average SAR in child models from 9 months to 7 years old, exposed to horizontally polarized plane wave incidence, is only slightly higher

(up to 20%) than the vertically polarized plane wave at frequencies from 2 GHz to 6 GHz. A similar tendency has been reported in other studies (Vermeeren et al. 2008; Kühn et al. 2009).

ICNIRP had concluded that, given the same external field, the child whole-body average SAR can be 40% higher than those of adults (ICNIRP 2009). After that ICNIRP statement, Bakker et al. (2010) reported similar (but slightly higher) enhancements (45%) of the child whole-body average SAR. The effects of age dependence of dielectric properties of the tissues and organs have also been investigated, but no significant effect relevant to whole-body average SAR has been found (Lee and Choi 2012). It is noted that the increased whole-body average SARs have been reported from calculations using very thin child models, which were scaled from adult, and very young (infant) models. Those studies assumed that the child or infant maintains their posture for a substantial time interval so as to match an extreme case condition, in order for their whole-body SAR to exceed the basic restriction. Further, a more recent study using child models that have used the standard dimensions specified by the International Commission on Radiological Protection (ICRP), rather than scaled versions of adults, showed that the increases of the whole-body average SARs in the standard child models are not significant (at most 16%; Nagaoka et al. 2019). Similarly, the relation between whole-body average SAR and whole-body mass has been investigated and it has been found that the whole-body average SAR in low body mass index (BMI) adults can increase in a similar manner to the case of the child (Hirata et al. 2010, 2012; Lee and Choi 2012).

As discussed in the “Considerations for fetal exposure” of the “Whole-body Average Exposure Specifications” section, the temperature of the fetus is similar to the body core temperature of the mother. The whole-body average SAR, which is used to restrict body core temperature rise, is defined as the power absorption in the whole body divided by the whole-body mass. Therefore, the whole-body average SAR of a pregnant woman, whose mass is larger, is generally the same as, or lower than, that of a non-pregnant woman in this frequency region. Nagaoka et al. (2007) reported that the whole-body average SAR of a 26-week pregnant woman model exposed to the vertically polarized plane wave from 10 MHz to 2 GHz was almost the same as, or lower than, the non-pregnant woman model for the same exposure condition.

Dimbylow (2007) reported that, using a simplified pregnant woman model, the whole-body average SAR in both the fetus and mother is highest for ungrounded conditions, at approximately 70 MHz. A similar tendency was found for anatomical fetus models of second and third trimester conditions, with the whole-body average SARs in a

fetus of 20, 26, and 29 week gestation periods approximately 80%, 70%, and 60% of those in the mother, respectively (Nagaoka et al. 2014). The whole-body average SARs of the fetus, while still embryonic, are comparable to or lower than the whole-body average SARs in the mother, because the embryo is located deep within the abdomen of the mother (Kawai et al. 2009). The pregnant woman is therefore not considered independently from the fetus in terms of reference levels and is subject to the general public restrictions.

As described above, there are numerous databases relevant to whole-body average SAR for whole-body exposure in this frequency region. These include a considerable number reported since the ICNIRP (1998) guidelines, which are generally consistent with the database used as the basis for the ICNIRP (1998) guidelines. ICNIRP uses a combination of the older and newer databases to derive the reference levels, taking into account some incongruences discussed below.

Since publishing the ICNIRP (1998) guidelines it has been shown that the whole-body average SAR basic restrictions can be exceeded for exposure levels at the reference level for children or small stature people. As reviewed above, the whole-body average SAR is exceeded by no more than 45%, and only for very specific child models, and more recent modeling using realistic, international standardized child models shows only a modest increase of 16% at most (Nagaoka et al. 2019). This deviation is comparable with the uncertainty expected in the numerical calculations. For example, Dimbylow et al. (2008) reported that differences in the procedure or algorithm used for the whole-body averaging results in 15% variation of the whole-body average SARs at 3 GHz, and that the assignment of the dielectric properties of the skin conditions (dry or wet) reported also results in 10% variation in the whole-body average SARs at 1.8 GHz (Gabriel et al. 1996).

As reviewed in the “Considerations for fetal exposure” of the “Whole-body Average Exposure Specifications” section, the heating factor of children is generally lower than that of adults. It follows that the increased SAR will not result in a larger temperature rise than is allowed for adults, and so will not affect health. Given the magnitude of uncertainty and the lack of health benefit in reducing the reference levels to account for small stature people, this has not resulted in ICNIRP altering the reference levels in the frequency range >30 MHz to 6 GHz.

It is also noted that there are other conditions where the whole-body average reference levels can result in whole-body average SARs that exceed the basic restrictions by up to 35%. This occurs in human models with unusual postures that would be difficult to maintain for a sufficient duration in order to cause the elevated SAR (Findlay and

Dimbylow 2005; Findlay et al. 2009). However, the elevated SAR is small compared with the associated uncertainties and the conservative nature of the basic restrictions themselves, the postures are not likely to be routinely encountered, and there is no evidence that this will result in any adverse health effects.

Reference Levels From >6 GHz to 300 GHz for Whole-Body Exposure

Above 6 GHz, radiofrequency EMFs generally follow the characteristics of plane wave or far-field exposure conditions; incident power density or equivalent incident power density is used as the reference level in this frequency region. The reactive near-field exists very close to a radio-frequency source in this frequency region. The typical boundary of the reactive near-field and the radiative near-field is defined as $\lambda/(2\pi)$ (e.g., 8 mm at 6 GHz). Because the incident power density used for the reference levels above 6 GHz does not appropriately correlate with the absorbed power density used for the basic restrictions in the reactive near-field region, reference levels cannot be used to determine compliance in the reactive near field; basic restrictions need to be assessed for such cases.

The radiofrequency power absorbed in the body exponentially decays in the direction from the surface to deeper regions (see eqn 23). Therefore, the power absorption is primarily confined within the body surface above 6 GHz, where the total power absorption or the whole-body average SAR is approximately proportional to the exposed area of the body surface (Hirata et al. 2007; Gosselin et al. 2009; Kühn et al. 2009; Uusitupa et al. 2010). For example, an experimental study using a reverberation chamber found a strong correlation between the whole-body average SAR and the surface area of a human body from 1 GHz to 12 GHz (Flintoft et al. 2014).

Because the whole-body average SAR is approximately proportional to the incident power density and body surface area (and is not dependent on EMF frequency), ICNIRP has extended the whole-body reference levels from below 6 GHz, up to 300 GHz. ICNIRP (1998) set whole-body reference levels within this range (up to 10 GHz) at 50 W m^{-2} and 10 W m^{-2} (for occupational and general public exposure, respectively). As there is no evidence that these levels will result in exposures that exceed the whole-body basic restrictions above 6 GHz, or that they will cause harm, these guidelines retain the ICNIRP (1998) reference levels for whole-body exposure conditions.

The same time and spatial average for the whole-body average SAR basic restrictions are applied to these corresponding reference levels. Therefore, the incident power density is to be temporally averaged over 30 min and spatially averaged over the space to be occupied by a human body (whole-body space).

Reference Levels From >6 GHz to 300 GHz for Local Exposure

The incident power density (S_{inc}) reference levels above 6 GHz for local exposure can be derived from the basic restrictions (i.e., from absorbed power density, S_{ab}):

$$S_{\text{inc}} = S_{\text{ab}} T^{-1} (\text{W m}^{-2}), \quad (29)$$

where T is Transmittance, defined as follows:

$$\text{Transmittance} = 1 - |\Gamma|^2. \quad (30)$$

The reflection coefficient Γ is derived from the dielectric properties of the tissues, shape of the body surface, incident angle and polarization. For transverse electric (TE)-wave incidence, the angle corresponding to the maximum transmittance is the angle normal to the body surface, whereas for transverse magnetic (TM)-wave incidence this occurs at the Brewster angle (the angle of incidence at which there is no reflection of the TM wave). Furthermore, for cases of oblique incidence of the radiofrequency EMF wave, Li et al. (2019) have shown that the incident power and energy densities of TE waves, averaged over the body or boundary surface, overestimate the absorbed power and energy densities, while the absorbed power and energy densities of TM-waves around the Brewster angle approach the incident power and energy densities. They also found that normal incidence is always the worst case scenario regarding temperature rise (Li et al. 2019).

In the present guidelines, the basic restrictions and reference levels are derived from investigations assuming normal incidence to the multi-layered human model. As this represents worst-case modeling for most cases, the results obtained and used in these guidelines will generally be conservative.

The variation and uncertainty of the transmittance for the normal-angle incident condition have been investigated (Sasaki et al. 2017). The transmittance asymptotically increases from 0.4 to 0.8 as the frequency increases from 10 GHz to 300 GHz. Similar tendencies have also been reported elsewhere (Kanezaki et al. 2009; Foster et al. 2016; Hashimoto et al. 2017).

Considering the frequency characteristics of the transmittance, the reference levels for local exposure have been derived as exponential functions of the frequency linking 200 W m^{-2} at 6 GHz to 100 W m^{-2} at 300 GHz (for occupational exposure). The same method is applied for the derivation of reference levels for the general public. For the same reasons given in the “Reference Levels from >6 GHz to 300 GHz for Whole-body Exposure” section, reference levels cannot be used to determine compliance in the reactive near field; basic restrictions need to be assessed for such cases.

The temporal and spatial characteristics are almost the same for incident power density and absorbed power density at the body surface for the scale considered in the basic restrictions, i.e., 6 min, and either 4 cm² or 1 cm² (an additional criteria above 30 GHz). Therefore, the same averaging conditions are applied to the incident power density reference levels, as for the absorbed power density basic restrictions.

Limb Current Reference Levels

Limb current is defined as the current flowing through the limbs, such as through an ankle or wrist. High local SAR can appear in these parts of the body because of their anatomical composition. The volume ratio of the high conductivity tissues to the low conductivity tissues is small in the ankle and wrist, resulting in the current concentrating into high conductivity tissues such as muscle, and thus greater SAR. This phenomenon is particularly pronounced for cases of a human body standing on the ground plane in a whole-body resonant condition.

The local SAR in limbs (ankle and wrist) is strongly correlated with the current flowing through the limbs. Although the local SAR is generally difficult to measure directly, the limb SAR can be derived from the limb current (*I*), which can be relatively easily measured, as follows:

$$\text{SAR} = \frac{\sigma E^2}{\rho} = \frac{J^2}{\sigma \rho} = \frac{I^2}{\sigma \rho A^2}, \quad (31)$$

where *J* and *A* are the current density and effective section area, respectively.

The limb current reference levels are therefore set in order to evaluate the local SAR in the ankle and wrist, especially around the ankle in a grounded human body for the whole-body resonant condition. As the frequency increases above the whole-body resonant frequency for the grounded condition, the efficiency of the localization within the limbs gradually decreases. Thus, at higher frequencies, the maximum local SAR does not generally appear around limbs, and is thus not relevant.

Dimbylow (2002) showed that a limb current of 1 A at 10 MHz to 80 MHz causes 530 W kg⁻¹ to 970 W kg⁻¹ of local SAR averaged over 10 g in the ankles of an adult male model standing on a grounded plane. It is noted that the shape of the averaging region of the 10-g tissue was not cubic, but contiguous, which results in higher SAR values than those of a cube. Based on that study, ICNIRP sets the limb current reference levels at 100 mA and 45 mA for occupational and general public exposures, respectively, to conservatively ensure compliance with the local SAR basic restrictions in the limbs (e.g., the maximum local SAR in the limbs for a 100 mA current would only be 10 W kg⁻¹). Taguchi et al. (2018) confirmed this relation between

SAR and ankle current from 10 MHz to 100 MHz in different anatomical models.

Similarly, Dimbylow (2001) computed the 10-g local SAR (with contiguous tissue) for a 100-mA wrist current, which resulted in 27 W kg⁻¹ at 100 kHz, decreasing to 13 W kg⁻¹ at 10 MHz. Considering the reduction of SAR for the cubic compared to contiguous shape, the 100-mA limb current at the wrist will also conservatively ensure compliance with the local SAR basic restrictions in the wrist. Based on this, ICNIRP has revised the lower frequency range to 100 kHz, from 10 MHz in ICNIRP (1998).

As shown in eqn (31), the local SAR is proportional to the squared value of the limb current. In eqn (31), however, the effective area is a constant to relate the limb current to the 10-g averaged local SAR and depends on not only the actual section area but also tissue distribution/ratio and conductivity. Because the conductivity asymptotically increases as the frequency increases from 100 kHz to 110 MHz, the relationship between local SAR and limb current is not constant across this frequency range. For example, Dimbylow (2002) demonstrated that the local SAR due to a constant limb current halved as frequency increased from 10 MHz to 80 MHz. This suggests that the upper frequency limit for limb current reference levels could potentially be lowered, relative to the upper limit of the 10 MHz to 110 MHz range of ICNIRP (1998). However, due to the lack of research addressing this issue, ICNIRP has kept the same upper frequency range as in ICNIRP (1998).

Because the limb current reference levels are relevant to the local SAR basic restrictions, the same temporal averaging is applied (i.e., 6 min). Further, as the squared value of the limb current is proportional to the local SAR, the squared value of the limb current must be used for time averaging (as described in the “Quantities and Units” section). Note that temperature rise for exposures of less than 6 min is only of concern for frequencies above 400 MHz, which is higher than the upper frequency limit for limb currents. Limb current reference levels are therefore not required for exposures of less than 6 min.

Reference Levels for Brief Exposure (<6 min)

The reference levels for brief exposure are derived to match the brief exposure basic restrictions, which have been set in terms of SA and absorbed energy density, up to and above 6 GHz, respectively.

The reference levels have been derived from numerical computations with the multi-layered human model exposed to a plane wave, or to typical sources used close to the body, such as a dipole antenna.

The reference levels vary as a function of time interval to match the absorbed energy density basic restrictions (above 6 GHz), with a similar function used below 6 GHz to match the SA basic restrictions. It is noted that the time

function of the absorbed energy density basic restrictions and corresponding incident energy density reference levels are more conservative than those for the SA basic restrictions and corresponding incident energy density reference levels. This means that the reference levels are more conservative above than below 6 GHz.

Because the reference levels are based on the multi-layered model, the uncertainty included in the dosimetry is not significant. Conversely, this simple modeling is likely overly conservative for a realistic human body shape and structure. This overestimation decreases as the frequency increases because the penetration depth is short relative to the body-part dimensions. Morphological variations are also not significant.

REFERENCES

- Adair ER, Blick DW, Allen SJ, Mylacraine KS, Ziriak JM, Scholl DM. Thermophysiological responses of human volunteers to whole body RF exposure at 220 MHz. *Bioelectromagnetics* 26:448–461; 2005.
- Adair ER, Mylacraine KS, Allen SJ. Thermophysiological consequences of whole body resonant RF exposure (100 MHz) in human volunteers. *Bioelectromagnetics* 24:489–501; 2003.
- Adair ER, Mylacraine KS, Cobb BL. Partial-body exposure of human volunteers to 2450 MHz pulsed or CW fields provokes similar thermoregulatory responses. *Bioelectromagnetics* 22:246–259; 2001.
- Akimoto S, Kikuchi S, Nagaoka T, Saito K, Watanabe S, Takahashi M, Ito K. Evaluation of specific absorption rate for a fetus by portable radio terminal close to the abdomen of a pregnant woman. *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 58:3859–3865; 2010.
- Alekseev S, Radzievsky A, Szabo I, Ziskin M. Local heating of human skin by millimeter waves: effect of blood flow. *Bioelectromagnetics* 26:489–501; 2005.
- Asakura H. Fetal and neonatal thermoregulation. *J Nippon Med Sch* 71:360–370; 2004.
- Bakker J, Paulides M, Christ A, Kuster N, Van Rhooen G. Assessment of induced SAR in children exposed to electromagnetic plane waves between 10 MHz and 5.6 GHz. *Phys Med Biol* 55:3115; 2010.
- Bakker JF, Paulides MM, Neufeld E, Christ A, Kuster N, Rhooen GCv. Children and adults exposed to electromagnetic fields at the ICNIRP reference levels: theoretical assessment of the induced peak temperature increase. *Phys Med Biol* 56:4967; 2011.
- Bernardi P, Cavagnaro M, Pisa S, Piuze E. SAR distribution and temperature increase in an anatomical model of the human eye exposed to the field radiated by the user antenna in a wireless LAN. *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 46:2074–2082; 1998.
- Bernardi P, Cavagnaro M, Pisa S, Piuze E. Specific absorption rate and temperature increases in the head of a cellular-phone user. *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 48:1118–1126; 2000.
- Brockow T, Wagner A, Franke A, Offenbacher M, Resch KL. A randomized controlled trial on the effectiveness of mild water-filtered near infrared whole-body hyperthermia as an adjunct to a standard multimodal rehabilitation in the treatment of fibromyalgia. *Clin J Pain* 23:67–75; 2007.
- Buccella C, De Santis V, Feliziani M. Prediction of temperature increase in human eyes due to RF sources. *IEEE Trans Electromagnet Compat* 49(4):825–833; 2007.
- Conil E, Hadjem A, Lacroux F, Wong MF, Wiert J. Variability analysis of SAR from 20 MHz to 2.4 GHz for different adult and child models using finite-difference time-domain. *Phys Med Biol* 53:1511–1525; 2008.
- Diao Y, Leung SW, He Y, Sun W, Chan KH, Siu YM, Kong R. Detailed modeling of palpebral fissure and its influence on SAR and temperature rise in human eye under GHz exposures. *Bioelectromagnetics* 37:256–263; 2016.
- Dimbylow P. The relationship between localised SAR in the arm and wrist current. *Radiat Protect Dosim* 95:177–179; 2001.
- Dimbylow P. Resonance behaviour of whole-body averaged specific energy absorption rate (SAR) in the female voxel model, Naomi. *Phys Med Biol* 50:4053–4063; 2005.
- Dimbylow P. SAR in the mother and foetus for RF plane wave irradiation. *Phys Med Biol* 52:3791–3802; 2007.
- Dimbylow PJ. FDTD calculations of the whole-body averaged SAR in an anatomically realistic voxel model of the human body from 1 MHz to 1 GHz. *Phys Med Biol* 42:479–490; 1997.
- Dimbylow PJ. Fine resolution calculations of SAR in the human body for frequencies up to 3 GHz. *Phys Med Biol* 47:2835–2846; 2002.
- Dimbylow PJ, Hirata A, Nagaoka T. Intercomparison of whole-body averaged SAR in European and Japanese voxel phantoms. *Phys Med Biol* 53:5883–5897; 2008.
- Dufour A and Candas V. Ageing and thermal responses during passive heat exposure: sweating and sensory aspects. *Eur J Appl Physiol* 100:19–26; 2007.
- Durney CH, Massoudi H, Iskander MF. Radiofrequency radiation dosimetry handbook. Fourth ed. Brooks AFB, TX: USAF School of Aerospace Medicine (USAFSAM-TR-85-73).
- Edwards MJ, Saunders RD, Shiota K. Effects of heat on embryos and fetuses. *Int J Hypertherm* 19:295–324; 2003.
- Emery A, Kramar P, Guy A, Lin J. Microwave induced temperature rises in rabbit eyes in cataract research. *J Heat Transfer* 97:123–128; 1975.
- Findlay R, Dimbylow P. Effects of posture on FDTD calculations of specific absorption rate in a voxel model of the human body. *Phys Med Biol* 50:3825–3835; 2005.
- Findlay R, Lee A-K, Dimbylow P. FDTD calculations of SAR for child voxel models in different postures between 10 MHz and 3 GHz. *Radiat Protect Dosim* 135:226–231; 2009.
- Flintoft I, Robinson M, Melia G, Marvin A, Dawson J. Average absorption cross-section of the human body measured at 1–12 GHz in a reverberant chamber: results of a human volunteer study. *Phys Med Biol* 59:3297–3317; 2014.
- Flyckt V, Raaymakers B, Kroeze H, Lagendijk J. Calculation of SAR and temperature rise in a high-resolution vascularized model of the human eye and orbit when exposed to a dipole antenna at 900, 1500 and 1800 MHz. *Phys Med Biol* 52:2691–2701; 2007.
- Foster KR, Ziskin MC, Balzano Q. Thermal response of human skin to microwave energy: a critical review. *Health Phys* 111:528–541; 2016.
- Foster KR, Ziskin MC, Balzano Q, Bit-Babik G. Modeling tissue heating from exposure to radiofrequency energy and relevance of tissue heating to exposure limits: heating factor. *Health Phys* 115:295–307; 2018.
- Fujimoto M, Hirata A, Wang J, Fujiwara O, Shiozawa T. FDTD-derived correlation of maximum temperature increase and peak SAR in child and adult head models due to dipole antenna. *IEEE Trans Electromagnet Compat* 48:240–247; 2006.
- Funahashi D, Hirata A, Kodera S, Foster KR. Area-averaged transmitted power density at skin surface as metric to estimate surface temperature elevation. *IEEE Access* 6:77665–77674; 2018.

- Gabriel S, Lau RW, Gabriel C. The dielectric properties of biological tissues: III. parametric models for the dielectric spectrum of tissues. *Phys Med Biol* 41:2271–2293; 1996.
- Gandhi OP, Li Q-X, Kang G. Temperature rise for the human head for cellular telephones and for peak SARs prescribed in safety guidelines. *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 49:1607–1613; 2001.
- Gosselin M-C, Christ A, Kühn S, Kuster N. Dependence of the occupational exposure to mobile phone base stations on the properties of the antenna and the human body. *IEEE Trans Electromagnet Compat* 51: 227–235; 2009.
- Gowland P, De Wilde J. Temperature increase in the fetus due to radio frequency exposure during magnetic resonance scanning. *Phys Med Biol* 53:L15–L18; 2008.
- Guy AW, Lin JC, Kramer PO, Emery AF. Effect of 2450-MHz radiation on the rabbit eye. *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 23:492–498; 1975.
- Hashimoto Y, Hirata A, Morimoto R, Aonuma S, Laakso I, Jokela K, Foster KR. On the averaging area for incident power density for human exposure limits at frequencies over 6 GHz. *Phys Med Biol* 62:3124–3138; 2017.
- He W, Xu B, Gustafsson M, Ying Z, He S. RF compliance study of temperature elevation in human head model around 28 GHz for 5G user equipment application: simulation analysis. *IEEE Access* 6:830–838; 2018.
- Hirata A. Temperature increase in human eyes due to near-field and far-field exposures at 900 MHz, 1.5 GHz, and 1.9 GHz. *IEEE Trans Electromagnet Compat* 47:68–76; 2005.
- Hirata A, Asano T, Fujiwara O. FDTD analysis of human body-core temperature elevation due to RF far-field energy prescribed in the ICNIRP guidelines. *Phys Med Biol* 52:5013–5023; 2007.
- Hirata A, Asano T, Fujiwara O. FDTD analysis of body-core temperature elevation in children and adults for whole-body exposure. *Phys Med Biol* 53:5223–5238; 2008.
- Hirata A, Fujimoto M, Asano T, Jianqing W, Fujiwara O, Shiozawa T. Correlation between maximum temperature increase and peak SAR with different average schemes and masses. *IEEE Trans Electromagn Compat* 48:569–578; 2006.
- Hirata A, Fujiwara O. The correlation between mass-averaged SAR and temperature elevation in the human head model exposed to RF near-fields from 1 to 6 GHz. *Phys Med Biol* 54:7227–7238; 2009.
- Hirata A, Fujiwara O, Nagaoka T, Watanabe S. Estimation of whole-body average SAR in human models due to plane-wave exposure at resonance frequency. *IEEE Trans Electromagnet Compat* 52:41–48; 2010.
- Hirata A, Kodera S, Wang J, Fujiwara O. Dominant factors influencing whole-body average SAR due to far-field exposure in whole-body resonance frequency and GHz regions. *Bioelectromagnetics* 28:484–487; 2007.
- Hirata A, Laakso I, Ishii Y, Nomura T, Chan KH. Computation of temperature elevation in a fetus exposed to ambient heat and radio frequency fields. *Numerical Heat Transfer, Part A: Appl* 65:1176–1186; 2014.
- Hirata A, Laakso I, Oizumi T, Hanatani R, Chan KH, Wiart J. The relationship between specific absorption rate and temperature elevation in anatomically based human body models for plane wave exposure from 30 MHz to 6 GHz. *Phys Med Biol* 58: 903–921; 2013.
- Hirata A, Nagaya Y, Ito N, Fujiwara O, Nagaoka T, Watanabe S. Conservative estimation of whole-body average SAR in infant model for 0.3–6 GHz far-field exposure. *Phys Med Biol* 129: 2102–2107; 2009.
- Hirata A, Shiozawa T. Correlation of maximum temperature increase and peak SAR in the human head due to handset antennas. *IEEE Trans Microw Theory Tech* 51:1834–1841; 2003.
- Hirata A, Sugiyama H, Fujiwara O. Estimation of core temperature elevation in humans and animals for whole-body averaged SAR. *Prog Electromagnet Res* 99:53–70; 2009.
- Hirata A, Watanabe S, Fujiwara O, Kojima M, Sasaki K, Shiozawa T. Temperature elevation in the eye of anatomically based human head models for plane-wave exposures. *Phys Med Biol* 52:6389–6399; 2007.
- Hirata A, Yanase K, Laakso I, Chan KH, Fujiwara O, Nagaoka T, Watanabe S, Conil E, Wiart J. Estimation of the whole-body averaged SAR of grounded human models for plane wave exposure at respective resonance frequencies. *Phys Med Biol* 57:8427–8442; 2012.
- Ibrahim A, Dale C, Tabbara W, Wiart J. Analysis of the temperature increase linked to the power induced by RF source. *Prog Electromagn Res* 52:23–46; 2005.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Review of concepts, quantities, units, and terminology for non-ionizing radiation protection. *Health Phys* 49:1329–1362; 1985.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 74:494–521; 1998.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Review of scientific evidence on dosimetry, biological effects, epidemiological observations, and health consequences concerning exposure to high frequency electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz). Munich: International Commission on Non-ionizing Radiation Protection; 2009.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Statement on the “guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz).” *Health Phys* 97:257–258; 2009.
- International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz to 100 kHz). *Health Phys* 99:818–836; 2010.
- Kühn S, Jennings W, Christ A, Kuster N. Assessment of induced radio-frequency electromagnetic fields in various anatomical human body models. *Phys Med Biol* 54:875–90; 2009.
- Kühn S, Jennings W, Christ A, Kuster N. Assessment of induced radio-frequency electromagnetic fields in various anatomical human body models. *Phys Med Biol* 54:875–890; 2009.
- Kanezaki A, Hirata A, Watanabe S, Shirai H. Effects of dielectric permittivities on skin heating due to millimeter wave exposure. *Biomed Eng Online* 8:20; 2009.
- Karampatzakis A, Samaras T. Numerical modeling of heat and mass transfer in the human eye under millimeter wave exposure. *Bioelectromagnetics* 34:291–299; 2013.
- Kawai H, Nagaoka T, Watanabe S, Saito K, Takahashi M, Ito K. Computational dosimetry in embryos exposed to electromagnetic plane waves over the frequency range of 10 MHz–1.5 GHz. *Phys Med Biol* 55:N1; 2009.
- Kodera S, Hirata A, Funahashi D, Watanabe S, Jokela K, Croft RJ. Temperature rise for brief radio-frequency exposure below 6 GHz. *IEEE Access* 6:65737–65746; 2018.
- Laakso I. Assessment of the computational uncertainty of temperature rise and SAR in the eyes and brain under far-field exposure from 1 to 10 GHz. *Phys Med Biol* 54:3393–3404; 2009.
- Laakso I, Hirata A. Dominant factors affecting temperature rise in simulations of human thermoregulation during RF exposure. *Physics in Medicine and Biology* 56:7449–7471; 2011.
- Laakso I, Morimoto R, Heinonen J, Jokela K, Hirata A. Human exposure to pulsed fields in the frequency range from 6 to 100 GHz. *Phys Med Biol* 62:6980–6992; 2017.

- Lee A-K, Choi H-D. Determining the influence of Korean population variation on whole-body average SAR. *Phys Med Biol* 57:2709–2725; 2012.
- Li K, Sasaki K, Watanabe S, Shirai H. Relationship between power density and surface temperature elevation for human skin exposure to electromagnetic waves with oblique incidence angle from 6 GHz to 1 THz. *Phys Med Biol* 64:065016; 2019.
- McIntosh RL, Anderson V. SAR versus VAR, and the size and shape that provide the most appropriate RF exposure metric in the range of 0.5–6 GHz. *Bioelectromagnetics* 32:312–321; 2011.
- Morimoto R, Hirata A, Laakso I, Ziskin MC, Foster KR. Time constants for temperature elevation in human models exposed to dipole antennas and beams in the frequency range from 1 to 30 GHz. *Phys Med Biol* 62:1676–1699; 2017.
- Morimoto R, Laakso I, De Santis V, Hirata A. Relationship between peak spatial-averaged specific absorption rate and peak temperature elevation in human head in frequency range of 1–30 GHz. *Phys Med Biol* 61:5406–5425; 2016.
- Nagaoka T, Niwa T, Watanabe S. Specific absorption rate in mothers and fetuses in the second and third trimesters of pregnancy. *Int J Microwave Opt Tech* 9:34–38; 2014.
- Nagaoka T, Togashi T, Saito K, Takahashi M, Ito K, Watanabe S. An anatomically realistic whole-body pregnant-woman model and specific absorption rates for pregnant-woman exposure to electromagnetic plane waves from 10 MHz to 2 GHz. *Phys Med Biol* 52:6731–6745; 2007.
- Nagaoka T, Watanabe S, Sakurai K, Kunieda E, Taki M, Yamanaka Y. Development of realistic high-resolution whole-body voxel models of Japanese adult males and females of average height and weight, and application of models to radio-frequency electromagnetic-field dosimetry. *Phys Med Biol* 49:1–15; 2004.
- Nagaoka T, Watanabe S. Development of voxel models adjusted to ICRP reference children and their whole-body averaged SARs for whole-body exposure to electromagnetic fields from 10 MHz to 6 GHz. *IEEE Access* 7:135909–135916; 2019.
- Nelson DA, Curran AR, Nyberg HA, Marttila EA, Mason PA, Zirriax JM. High-resolution simulations of the thermophysiological effects of human exposure to 100 MHz RF energy. *Phys Med Biol* 58:1947–1968; 2013.
- Oizumi T, Laakso I, Hirata A, Fujiwara O, Watanabe S, Taki M, Kojima M, Sasaki H, Sasaki K. FDTD analysis of temperature elevation in the lens of human and rabbit models due to near-field and far-field exposures at 2.45 GHz. *Radiat Protect Dosim* 155:284–291; 2013.
- Razmadze A, Shoshiashvili L, Kakulia D, Zaridze R, Bit-Babik G, Faraone A. Influence of specific absorption rate averaging schemes on correlation between mass-averaged specific absorption rate and temperature rise. *Electromagnetics* 29:77–90; 2009.
- Samaras T, Kalampaliki E, Sahalos JN. Influence of thermophysiological parameters on the calculations of temperature rise in the head of mobile phone users. *IEEE Trans Electromag Compat* 49:936–939; 2007.
- Sasaki K, Mizuno M, Wake K, Watanabe S. Monte Carlo simulations of skin exposure to electromagnetic field from 10 GHz to 1 THz. *Phys Med Biol* 62:6993–7010; 2017.
- Sasaki K, Wake K, Watanabe S. Measurement of the dielectric properties of the epidermis and dermis at frequencies from 0.5 GHz to 110 GHz. *Phys Med Biol* 59:4739; 2014.
- Taguchi K, Laakso I, Aga K, Hirata A, Diao Y, Chakrothai J, Kashiwa T. Relationship of external field strength with local and whole-body averaged specific absorption rates in anatomical human models. *IEEE Access* 6:70186–70196; 2018.
- Takei R, Nagaoka T, Nishino K, Saito K, Watanabe S, Takahashi M. Specific absorption rate and temperature increase in pregnant women at 13, 18, and 26 weeks of gestation due to electromagnetic wave radiation from a smartphone. *IEICE Comm Exp: 2018XBL0026*; 7(6):212–217; 2018.
- Tateno A, Akimoto S, Nagaoka T, Saito K, Watanabe S, Takahashi M, Ito K. Specific absorption rates and temperature elevations due to wireless radio terminals in proximity to a fetus at gestational ages of 13, 18, and 26 weeks. *IEICE Trans Comm* 97:2175–2183; 2014.
- Uusitupa T, Laakso I, Ilvonen S, Nikoskinen K. SAR variation study from 300 to 5000 MHz for 15 voxel models including different postures. *Phys Med Biol* 55:1157–1176; 2010.
- Van Leeuwen GM, Lagendijk JJ, Van Leersum BJ, Zwamborn AP, Hornsleth SN, Kotte AN. Calculation of change in brain temperatures due to exposure to a mobile phone. *Phys Med Biol* 44:2367–2379; 1999.
- Vermeeren G, Joseph W, Olivier C, Martens L. Statistical multipath exposure of a human in a realistic electromagnetic environment. *Health Phys* 94:345–354; 2008.
- Wainwright P. Computational modeling of temperature rises in the eye in the near field of radiofrequency sources at 380, 900 and 1800 MHz. *Phys Med Biol* 52:3335–3350; 2007.
- Wang J, Fujiwara O. FDTD computation of temperature rise in the human head for portable telephones. *IEEE Trans Microwave Theory Tech* 47:1528–1534; 1999.
- Ziskin MC, Morrissey J. Thermal thresholds for teratogenicity, reproduction, and development. *Int J Hypertherm* 27:374–387; 2011.

APPENDIX B: HEALTH RISK ASSESSMENT LITERATURE

Introduction

The World Health Organization (WHO) has undertaken an in-depth review of the literature on radiofrequency electromagnetic fields (EMFs) and health, which was released as a Public Consultation Environmental Health Criteria Document in 2014. This independent review is the most comprehensive and thorough appraisal of the adverse effects of radiofrequency EMFs on health. Further, the Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR), a European Commission initiative, also produced a report on potential health effects of exposure to electromagnetic fields (SCENIHR 2015), and the Swedish Radiation Safety Authority (SSM) have produced several international reports regarding this issue (SSM 2015, 2016, 2018). Accordingly, the present guidelines have used these literature reviews as the basis for the health risk assessment associated with exposure to radiofrequency EMFs rather than providing another review of the individual studies. However, for completeness, ICNIRP considered more recent research published after the reviews from WHO, SCENIHR and SSM in the development of the current guidelines (cut-off date September 1st, 2019). The discussion of ICNIRP's appraisal of the radiofrequency health literature below provides a brief overview of the literature, a limited number of examples to help explain the overview, and the conclusions reached by ICNIRP.

The summary of the research on biological and health effects of radiofrequency EMFs presented below considers effects on body systems, processes or specific diseases. This

research feeds into the determination of thresholds for adverse human health effects. Research domains considered are experimental tests on cells, animals and humans, and human observational studies assessing relationships between radiofrequency EMFs and a range of potentially health-related outcomes. The experimental studies have the advantages of being able to control a large number of potential confounders and to manipulate radiofrequency EMF exposure. However, they are also limited in terms of making comparisons to realistic exposure environments, employing exposure durations sufficient to assess many disease processes, and, in the case of *in vitro* and animal research, relating the results to humans can also be difficult. Epidemiological research more closely relates to actual health within the community, but it is mostly observational and, thus, depending on the type of studies, various types of error and bias are of concern. These include confounding, selection bias, information bias, reverse causality, and exposure misclassification; in general, prospective cohort studies are least affected by bias but large sample sizes are needed for rare diseases. Therefore, it is important to consider research across a range of study types in order to arrive at useful conclusions concerning the relation between radiofrequency EMF exposure and adverse health effects.

It is important to note that ICNIRP bases its guidelines on substantiated⁸ adverse health effects. This makes the difference between a biological and an adverse health effect an important distinction, where only adverse health effects require restrictions for the protection of humans. Research on the health effects of radiofrequency EMFs has tended to concentrate on a few areas of particular interest and concern, with some other areas receiving little or no attention. There is not sufficient research addressing potential relations between radiofrequency EMFs and the skeletal, muscular, respiratory, digestive, and excretory systems, and so these are not considered further. This review considers the potential for different types of radiofrequency EMF exposure to adversely affect health, including sinusoidal (e.g., continuous wave) and non-sinusoidal (e.g., pulsed) EMFs, and both acute and chronic exposures.

BRAIN PHYSIOLOGY AND FUNCTION

Brain Electrical Activity and Cognitive Performance

Human research addressing higher cognitive function has primarily been conducted within the ICNIRP (1998) basic restriction values. This has mainly been assessed via performance measures and derivations of the electroencephalogram (EEG) and cerebral blood flow (CBF) measures (sensitive measures of brain electrical activity and blood flow/metabolism, respectively). Most double-blind human experimental studies on cognitive performance, CBF or event-related potential (a derivative of the EEG) measures of cognitive function, did not report an association with radiofrequency EMF

exposure. A number of sporadic findings have been reported, but these do not show a consistent or meaningful pattern. This may be a result of the large number of statistical comparisons and occasional chance findings. There are therefore no substantiated reports of radiofrequency EMFs adversely affecting performance, CBF, or event-related potential measures of cognitive function. Studies analyzing frequency components of the EEG have reliably shown that the 8–13 Hz alpha band in waking EEG and the 10–14 Hz “sleep spindle” frequency range in sleep EEG, are affected by radiofrequency EMF exposure with specific energy absorption rates (SAR) $<2 \text{ W kg}^{-1}$, but there is no evidence that these relate to adverse health effects (e.g., Loughran et al. 2012).

Both rodents and non-human primates have shown a decrease in food-reinforced memory performance with exposures to radiofrequency EMFs at a whole-body average SAR $>5 \text{ W kg}^{-1}$ for rats, and a whole-body average SAR $>4 \text{ W kg}^{-1}$ for non-human primates, exposures which correspond to increases in body core temperatures of approximately 1°C . However, there is no indication that these changes were due to reduced cognitive ability, rather than the normal temperature-induced reduction of motivation (hunger). Such changes in motivation are considered normal and reversible thermoregulatory responses, and do not in themselves represent adverse health effects. Similarly, although not considered an adverse health effect, behavioral changes to reduce body temperature have also been observed in non-human primates at whole-body average SARs of 1 W kg^{-1} , with the threshold the same for acute, repeated exposures and for long-term exposures.

There is limited epidemiological research on higher cognitive function. There have been reports of subtle changes to performance measures with radiofrequency EMFs, but findings have been contradictory, as there is no evidence that the reported changes are related to radiofrequency EMF exposure and alternative explanations for observed effects are plausible.

In summary, there is no substantiated experimental or epidemiological evidence that exposure to radiofrequency EMFs affects higher cognitive functions relevant to health.

Symptoms and Wellbeing

There is research addressing the potential for radiofrequency EMFs to influence mood, behavior characteristics, and symptoms.

A number of human experimental studies testing for acute changes to wellbeing or symptoms are available, and these have failed to identify any substantiated effects of exposure. A small portion of the population attributes non-specific symptoms to various types of radiofrequency EMF exposure; this is referred to as Idiopathic Environmental Intolerance attributed to EMF (IEI-EMF). Double-blind experimental

⁸Further details concerning the term substantiated can be found in the main guidelines document.

studies have consistently failed to identify a relation between radiofrequency EMF exposure and such symptoms in the IEI-EMF population, as well as in healthy population samples. These experimental studies provide evidence that “belief about exposure” (e.g., the so-called “nocebo” effect), and not exposure itself, is the relevant symptom determinant (e.g., Eltiti et al. 2018; Verrender et al. 2018).

Epidemiological research has addressed potential long-term effects of radiofrequency EMF exposure from fixed-site transmitters and devices used close to the body on both symptoms and well-being, but with a few exceptions these are cross-sectional studies with self-reported information about symptoms and exposure. Selection bias, reporting bias, poor exposure assessment, and nocebo effects are of concern in these studies. In studies on transmitters, no consistent associations between exposure and symptoms or well-being have been observed when objective measurements of exposure were made or when exposure information was collected prospectively. In studies on mobile phone use, associations with symptoms and problematic behavior have been observed. However, these studies can generally not differentiate between potential effects from radiofrequency EMF exposure and other consequences of mobile phone use, such as sleep deprivation when using the mobile phone at night. Overall, the epidemiological research does not provide evidence of a causal effect of radiofrequency EMF exposure on symptoms or well-being.

However, there is evidence that radiofrequency EMFs, at sufficiently high levels, can cause pain. Walters et al. (2000) reported a pain threshold of 12.5 kW m^{-2} for 94 GHz, 3-s exposure to the back, which raised temperature from 34°C to 43.9°C (at a rate of 3.3°C per second). This absolute temperature threshold is consistent with Torbjork et al. (1984), who observed a median threshold for pain at 43°C , which was in compliance with simultaneously measured response thresholds of nociceptors (41°C and 43°C).

Another instance of pain induced by radiofrequency EMFs is due to *indirect* exposure via contact currents, where radiofrequency EMFs in the environment are redirected via a conducting object to a person, and the resultant current flow, dependent on frequency, can stimulate nerves, cause pain, and/or damage tissue. Induced current thresholds resulting from contact currents are very difficult to determine, with the best estimates of thresholds for health effects being for pain, which is approximately 10 and 20 mA for children and adults, respectively (extrapolated from Chatterjee et al. 1986).

In summary, no reports of adverse effects of radiofrequency EMF exposures on symptoms and wellbeing have been substantiated, except for pain, which is related to elevated temperature at high exposure levels (from both direct and indirect radiofrequency EMF exposure). Thresholds for

direct effects on pain are in the vicinity of 12.5 kW m^{-2} for 94 GHz exposures to the back, which is consistent with thermal physiology knowledge. Thresholds for indirect effects (contact currents) are within the vicinity of 10 and 20 mA, for EMFs between 100 kHz and 110 MHz, for children and adults respectively.

Other Brain Physiology and Related Functions

A number of studies of potential adverse effects of radiofrequency EMFs on physiological functions that could adversely affect health have been conducted, primarily using in vitro techniques. These have included multiple cell lines and assessed functions such as intra- and intercellular signaling, membrane ion channel currents and input resistance, Ca^{2+} dynamics, signal transduction pathways, cytokine expression, biomarkers of neurodegeneration, heat shock proteins, and oxidative stress-related processes. There have been some reports of morphological changes to cells, but these have not been verified, and their relevance to health has also not been demonstrated. There have also been reports of radiofrequency EMFs inducing leakage of albumin across the blood-brain barrier in rats (e.g., Nittby et al., 2009), but due to methodological limitations of the studies and failed attempts to independently verify the results, there remains no evidence of an effect. Some studies also tested for effects of co-exposure of radiofrequency EMFs with known toxins, but there is currently no demonstration that this affects the above conclusions.

Intense pulsed low frequency electric fields (with radiofrequency components) can cause cell membranes to become permeable, allowing exchange of intra- and extra-cellular materials (Joshi and Schoenbach 2010); this is referred to as electroporation. Exposure to an unmodulated 18 GHz field has also been reported to cause a similar effect (Nguyen et al. 2017). Both exposures require very high field strengths [e.g., 10 kV m^{-1} (peak) in tissue in the case of low frequency electric fields, and 5 kW kg^{-1} at 18 GHz]. These levels have not been shown to adversely affect health in realistic exposure scenarios in humans and, given their very high thresholds, are protected against by restrictions based on effects with lower thresholds. Accordingly, electroporation is not discussed further.

In summary, there is no evidence of effects of radiofrequency EMFs on physiological processes that impair human health.

AUDITORY, VESTIBULAR, AND OCULAR FUNCTION

A number of animal and some human studies have tested for potential effects of radiofrequency EMFs on function and pathology of the auditory, vestibular, and ocular systems.

Sub-millisecond pulses of radiofrequency EMF can result in audible sound. Specifically, within the 200–3000

MHz EMF range, *microwave hearing* can result from brief (approximately 35–100 μs) radiofrequency pulses to the head, which cause thermoelastic expansion that is detected by sensory cells in the cochlea via the same processes involved in normal hearing. This phenomenon is perceived as a brief low-level noise, often described as a “click” or “buzzing.” For example, Röschmann (1991) applied 10- and 20- μs pulses at 2.45 GHz that caused a specific energy absorption (SA) of 4.5 mJ kg^{-1} per pulse, and which was estimated to result in a temperature rise of approximately 0.0001°C per pulse. These pulses were barely audible, suggesting that this corresponded to a sound at the hearing threshold. Although higher intensity SA pulses may result in more pronounced effects, there is no evidence that microwave hearing in any realistic exposure scenarios can affect health, and so the present Guidelines do not provide a restriction to specifically account for microwave hearing.

Experimental and observational studies have also been conducted to test for adverse effects of EMF exposure from mobile phones. A few studies have investigated effects on auditory function and cellular structure in animal models. However, these results are inconsistent.

Beyond the behavioral and electrophysiological indices of sensory processing described above, a number of studies have tested for acute effects of radiofrequency EMF exposure on auditory, vestibular and ocular functioning in humans. These have largely been conducted using mobile phone-like signals at exposure levels below the ICNIRP (1998) basic restriction levels. Although there are some reports of effects, the results are highly variable with the larger and more methodologically rigorous studies failing to find such effects.

There is very little epidemiological research addressing sensory effects of devices that emit radiofrequency EMFs. The available research has focused on mobile phone use and does not provide evidence that this is associated with increased risk of tinnitus, hearing impairment, or vestibular or ocular function.

Animal studies have also reported that the heating that results from radiofrequency EMF exposure may lead to the formation of cataracts in rabbits. In order for this to occur, very high local SAR levels (100–140 W kg^{-1}) at low frequencies (< 6 GHz) are needed with temperature increases of several °C maintained for several hours. However, the rabbit model is more susceptible to cataract formation than in primates (with primates more relevant to human health), and cataracts have not been found in primates exposed to radiofrequency fields. No substantiated effects on other deep structures of the eye have been found (e.g., retina or iris). However, rabbits can be a good model for damage to superficial structures of the eye (e.g., the cornea) at higher frequencies (30–300 GHz). The baseline temperature of the cornea is relatively low compared with the posterior portion

of the eye, and so very high exposure levels are required to cause harm superficially. For example, Kojima et al. (2018) reported that adverse health effects to the cornea can occur at incident power densities higher than 1.4 kW m^{-2} across frequencies from 40 to 95 GHz; no effects were found below 500 W m^{-2} . The authors concluded that the blink rates in humans (ranging from once every 3 to 10 s, as opposed to once every 5 to 20 min in rabbits) would preclude such effects in humans.

In summary, no reported effects on auditory, vestibular, or ocular function or pathology relevant to human health have been substantiated. Some evidence of superficial eye damage has been shown in rabbits at exposures of at least 1.4 kW m^{-2} , although the relevance of this to humans has not been demonstrated.

NEUROENDOCRINE SYSTEM

A small number of human studies have tested whether indices of endocrine system function are affected by radiofrequency EMF exposure. Several hormones, including melatonin, growth hormone, luteinizing hormone, cortisol, epinephrine, and norepinephrine have been assessed, but no consistent evidence of effects of exposure has been observed.

In animal studies, substantiated changes have only been reported from acute exposures with whole-body SARs in the order of 4 W kg^{-1} , which result in core temperature rises of 1°C or more. However, there is no evidence that this corresponds to an impact on health. Although there have been a few studies reporting field-dependent changes in some neuroendocrine measures, these have also not been substantiated. The literature, as a whole, reports that repeated, daily exposure to mobile phone signals does not impact on plasma levels of melatonin or on melatonin metabolism, oestrogen or testosterone, or on corticosterone or adrenocorticotropin in rodents under a variety of conditions.

Epidemiological studies on potential effects of exposure to radiofrequency EMFs on melatonin levels have reported conflicting results and suffer methodological limitations. For other hormonal endpoints, no epidemiological studies of sufficient scientific quality have been identified.

In summary, the lowest level at which an effect of radiofrequency EMFs on the neuroendocrine system has been observed is 4 W kg^{-1} (in rodents and primates), but there is no evidence that this translates to humans or is relevant to human health. No other reported effects have been substantiated.

NEURODEGENERATIVE DISEASES

No human experimental studies exist for adverse effects on neurodegenerative diseases.

Although it has been reported that exposure to pulsed radiofrequency EMFs increased neuronal death in rats, which could potentially contribute to an increased risk of

neurodegenerative disease, other studies have failed to confirm these results. Some other effects have been reported (e.g., changes to neurotransmitter release in the cortex of the brain, protein expression in the hippocampus, and autophagy in the absence of apoptosis in neurons), but such changes have not been shown to lead to neurodegenerative disease. Other studies investigating effects on neurodegeneration are not informative due to methodological or other shortcomings.

A Danish epidemiological cohort study has investigated potential effects of mobile phone use on neurodegenerative disorders and reported reduced risk estimates for Alzheimer disease, vascular and other dementia, and Parkinson disease (Schüz et al. 2009). These findings are likely to be the result of reverse causation, as prodromal symptoms of the disease may prevent persons with early symptoms to start using a mobile phone. Results from studies on multiple sclerosis are inconsistent, with no effect observed among men, and a borderline increased risk in women, but with no consistent exposure-response pattern.

In summary, no adverse effects on neurodegenerative diseases have been substantiated.

CARDIOVASCULAR SYSTEM, AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM, AND THERMOREGULATION

As described above, radiofrequency EMFs can induce heating in the body. Although humans have a very efficient thermoregulatory system, too much heating puts the cardiovascular system under stress and may lead to adverse health effects.

Numerous human studies have investigated indices of cardiovascular, autonomic nervous system, and thermoregulatory function, including measures of heart rate and heart rate variability, blood pressure, body, skin and finger temperatures, and skin conductance. Most studies indicate that there are no effects on endpoints regulated by the autonomic nervous system. The relatively few reported effects of exposure were small and would not have an impact on health. The reported changes were also inconsistent and may be due to methodological limitations or chance. With exposures at higher intensities, up to a whole-body SAR of about 1 W kg^{-1} (Adair et al. 2001), sweating and cardiovascular responses have been reported that are similar to that observed under increased heat load from other sources. The body core temperature increase was generally less than 0.2°C .

The situation is different for animal research, in that far higher exposure levels have been used, often to the point where thermoregulation is overwhelmed, and temperature increases to the point where death occurs. For example, Frei et al. (1995) exposed rats to 35 GHz fields at 13 W kg^{-1} whole-body exposure, which raised body core temperature by 8°C (to 45°C), resulting in death. Similarly, Jauchem and Frei (1997) exposed rats to 350 MHz fields at 13.2 W kg^{-1}

whole-body exposure and reported that thermal breakdown (i.e., where the thermoregulatory system can no longer cope with the increased body core temperature) occurred at approximately 42°C . It is difficult to relate these animal findings directly to humans, as humans are more-efficient thermoregulators than rodents. Taberski et al. (2014) reported that in Djungarian hamsters no body core temperature elevation was seen after whole-body exposure to 900 MHz fields at 4 W kg^{-1} with the only detectable effect a reduction of food intake (which is consistent with reduced eating in humans when body core temperature is elevated).

Few epidemiological studies on cardiovascular, autonomic nervous system, or thermoregulation outcomes are available. Those that are have not demonstrated a link between radiofrequency EMF exposure and measures of cardiovascular health.

In summary, no effects on the cardiovascular system, autonomic nervous system, or thermoregulation that compromise human health have been substantiated for exposures with whole-body average SARs below approximately 4 W kg^{-1} , with harm only found in animals exposed to whole-body average SARs substantially higher than 4 W kg^{-1} .

IMMUNE SYSTEM AND HAEMATOLOGY

There have been inconsistent reports of transient changes in immune function and haematology following radiofrequency EMF exposures. These have primarily been from in vitro studies, although some animal studies have also been conducted. These reports have not been substantiated.

The few human studies that have been conducted have not provided any evidence that radiofrequency EMFs affect health in humans via the immune system or haematology.

FERTILITY, REPRODUCTION, AND CHILDHOOD DEVELOPMENT

There is very little human experimental research addressing possible effects of radiofrequency EMF exposure on reproduction and development. What is available has focused on hormones that are relevant to reproduction and development, and as described in the Neuroendocrine System section above, there is no evidence that they are affected by radiofrequency EMF exposure. Other research has addressed this issue by looking at different stages of development (for endpoints such as cognition and brain electrical activity), in order to determine whether there may be greater sensitivity to radiofrequency fields as a function of age. There is currently no evidence that developmental phase is relevant to this issue.

Numerous animal studies have shown that exposure to radiofrequency EMFs associated with a significant temperature increase can cause effects on reproduction and development. These include increased embryo and fetal

losses, increased fetal malformations and anomalies, and reduced fetal weight at term. Such exposures can also cause a reduction in male fertility. However, extensive, well-performed studies have failed to identify developmental effects at whole-body average SAR levels up to 4 W kg^{-1} . In particular, a large four-generation study in mice on fertility and development using whole-body SAR levels up to 2.34 W kg^{-1} found no evidence of adverse effects (Sommer et al. 2009). Some studies have reported effects on male fertility at exposure levels below this value, but these studies have had methodological limitations and reported effects have not been substantiated.

Epidemiological studies have investigated various aspects of male and female infertility and pregnancy outcomes in relation to radiofrequency EMF exposure. Some epidemiological studies reported associations between radiofrequency EMFs and sperm quality or male infertility, but, taken together, the available studies do not provide evidence for an association with radiofrequency EMF exposure as they all suffer from limitations in study design or exposure assessment. A few epidemiological studies are available on maternal mobile phone use during pregnancy and potential effects on child neurodevelopment. There is no substantiated evidence that radiofrequency EMF exposure from maternal mobile phone use affects child cognitive or psychomotor development, or causes developmental milestone delays.

In summary, no adverse effects of radiofrequency EMF exposure on fertility, reproduction, or development relevant to human health have been substantiated.

CANCER

There is a large body of literature concerning cellular and molecular processes that are of particular relevance to cancer. This includes studies of cell proliferation, differentiation and apoptosis-related processes, proto-oncogene expression, genotoxicity, increased oxidative stress, and DNA strand breaks. Although there are reports of effects of radiofrequency EMFs on a number of these endpoints, there is no substantiated evidence of health-relevant effects (Vijayalaxmi and Prihoda 2019).

A few animal studies on the effect of radiofrequency EMF exposure on carcinogenesis have reported positive effects, but, in general, these studies either have shortcomings in methodology or dosimetry, or the results have not been verified in independent studies. Indeed, the great majority of studies have reported a lack of carcinogenic effects in a variety of animal models. A replication of a study in which exposure to radiofrequency EMFs increased the incidence of liver and lung tumors in an animal model with prenatal exposure to the carcinogen ENU (ethylnitrosourea) indicates a possible promoting effect (Lerchl et al. 2015; Tillmann et al. 2010). The lack of a dose-response

relationship, as well as the use of an untested mouse model for liver and lung tumors whose relevance to humans is uncertain (Nesslany et al. 2015), makes interpretation of these results and their applicability to human health difficult, and, therefore, there is a need for further research to better understand these results.

Two recent animal studies investigating the carcinogenic potential of long-term exposure to radiofrequency EMFs associated with mobile phones and mobile phone base stations have also been released: one by the U.S. National Toxicology Program (NTP 2018a and b) and the other from the Ramazzini Institute (Falcioni et al. 2018). Although both studies used large numbers of animals, best laboratory practice, and exposed animals for the whole of their lives, they also have inconsistencies and important limitations that affect the usefulness of their results for setting exposure guidelines. Of particular importance is that the statistical methods employed were not sufficient to differentiate between radiofrequency-related and chance differences between treatment conditions; interpretation of the data is difficult due to the high body core temperature changes that resulted from the very high exposure levels used; and no consistency was seen across these two studies. Thus, when considered either in isolation (e.g., ICNIRP 2019) or within the context of other animal and human carcinogenicity research (HCN 2014, 2016), their findings do not provide evidence that radiofrequency EMFs are carcinogenic.

A large number of epidemiological studies of mobile phone use and cancer risk have also been performed. Most have focused on brain tumors, acoustic neuroma and parotid gland tumors, as these occur in close proximity to the typical exposure source from mobile phones (Röösli et al. 2019). However, some studies have also been conducted on other types of tumors, such as leukaemia, lymphoma, uveal melanoma, pituitary gland tumors, testicular cancer, and malignant melanoma. With a few exceptions, the studies have used a case-control design and have relied on retrospectively collected self-reported information about mobile phone use history. Only two cohort studies with prospective exposure information are available. Several studies have had follow-ups that were too short to allow assessment of a potential effect of long-term exposure, and results from case-control studies with longer follow-up are not consistent.

The large Interphone study, coordinated by the International Association for Research on Cancer, did not provide evidence of a raised risk of brain tumors, acoustic neuroma, or parotid gland tumors among regular mobile phone users, and the risk estimates did not increase with longer time since first mobile phone use (Interphone 2010, 2011). It should be noted that although somewhat elevated odds ratios were observed at the highest level of cumulative call time for acoustic neuroma and glioma, there were no trends observed for any of the lower cumulative call

time groups, with among the lowest risk estimates in the penultimate exposure category. This, combined with the inherent recall bias of such studies, does not provide evidence of an increased risk. Similar results were observed in a Swedish case-control study of acoustic neuroma (Pettersson et al. 2014). Contrary to this, a set of case-control studies from the Hardell group in Sweden report significantly increased risks of both acoustic neuroma and malignant brain tumors already after less than five years since the start of mobile phone use, and at quite low levels of cumulative call time. However, they are not consistent with trends in brain cancer incidence rates from a large number of countries or regions, which have not found any increase in the incidence since mobile phones were introduced.

Furthermore, no cohort studies (which unlike case-control studies are not affected by recall or selection bias) report a higher risk of glioma, meningioma, or acoustic neuroma among mobile phone subscribers or when estimating mobile phone use through prospectively collected questionnaires. Studies of other types of tumors have also not provided evidence of an increased tumor risk in relation to mobile phone use. Only one study is available on mobile phone use in children and brain tumor risk (Aydin et al. 2011). No increased risk of brain tumors was observed.

Studies of exposure to environmental radiofrequency EMFs, for example from radio and television transmitters, have not provided evidence of an increased cancer risk either in children or in adults. Studies of cancer in relation to occupational radiofrequency EMF exposure have suffered substantial methodological limitations and do not provide sufficient information for the assessment of carcinogenicity of radiofrequency EMFs. Taken together, the epidemiological studies do not provide evidence of a carcinogenic effect of radiofrequency EMF exposure at levels encountered in the general population.

In summary, no effects of radiofrequency EMFs on the induction or development of cancer have been substantiated.

SUMMARY

The only substantiated adverse health effects caused by exposure to radiofrequency EMFs are nerve stimulation, changes in the permeability of cell membranes, and effects due to temperature elevation. There is no evidence of adverse health effects at exposure levels below the restriction levels in the ICNIRP (1998) guidelines and no evidence of an interaction mechanism that would predict that adverse health effects could occur due to radiofrequency EMF exposure below those restriction levels.

REFERENCES

Adair ER, Mylacraine KS, Cobb BL. Human exposure to 2450 MHz CW energy at levels outside the IEEE C95.1 standard does not increase core temperature. *Bioelectromagnetics* 22:429–439; 2001.

Aydin D, Feychting M, Schüz J, Tynes T, Andersen TV, Schmidt LS, Poulsen AH, Johansen C, Prochazka M, Lannering B, Klæboe L, Eggen T, Jenni D, Grotzer M, Von der Weid N, Kuehni CE, Rööslä M. Mobile phone use and brain tumors in children and adolescents: a multicenter case-control study. *J National Cancer Inst* 103:1264–1276; 2011.

Chatterjee I, Wu D, Gandhi OP. Human body impedance and threshold currents for perception and pain for contact hazard analysis in the VLF-MF band. *IEEE Trans Biomed Engineer* 33:486–494; 1986.

Eltiti S, Wallace D, Russo R, Fox E. Symptom presentation in idiopathic environmental intolerance with attribution to electromagnetic fields: evidence for a placebo effect based on data re-analyzed from two previous provocation studies. *Frontiers Psychol* 9:1563; 2018.

Falcioni L, Bua L, Tibaldi E, Lauriola M, De Angelis L, Gnudi F, Mandrioli D, Manservigi M, Manservigi F, Manzoli I, Menghetti I, Montella R, Panzacchi S, Sgargi D, Stollo V, Vornoli A, Belpoggi F. Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission. *Environment Res* 165:496–503; 2018.

Frei MR, Ryan KL, Berger RE, Jauchem JR. Sustained 35-GHz radiofrequency irradiation induces circulatory failure. *Shock* 4:289–293; 1995.

Health Council of the Netherlands. Mobile phones and cancer: part 2. Animal studies on carcinogenesis. The Hague: Health Council of the Netherlands; Publication 22; 2014.

Health Council of the Netherlands. Mobile phones and cancer: part 3. Update and overall conclusions from epidemiological and animal studies. The Hague: Health Council of the Netherlands; Publication 06; 2016.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). *Health Phys* 74:494–522; 1998.

International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection. ICNIRP note: critical evaluation of two radiofrequency electromagnetic field animal carcinogenicity studies published in 2018. *Health Phys* 118(5):525–532; 2020.

Interphone Study Group. Brain tumour risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *International J Epidemiol* 39:675–694; 2010.

Interphone Study Group. Acoustic neuroma risk in relation to mobile telephone use: results of the INTERPHONE international case-control study. *Cancer Epidemiol* 35:453–464; 2011.

Jauchem JR, Frei MR. Body heating induced by sub-resonant (350 MHz) microwave irradiation: cardiovascular and respiratory responses in anesthetized rats. *Bioelectromagnetics* 18:335–338; 1997.

Joshi RP, Schoenbach KH. Bioelectric effects of intense ultrashort pulses. *Critical Rev Biomed Engineer* 38:255–304; 2010.

Kojima M, Susuki Y, Sasaki K, Taki M, Wake K, Watanabe S, Mizuno M, Tasaki T, Sasaki H. Ocular effects of exposure to 40, 75 and 95 GHz Millimeter Waves. *J Infrared, Millimeter and Terahertz Waves*. 39(9):912–925; 2018.

Lerchl A, Klose M, Grote K, Wilhelm AF, Spathmann O, Fiedler T, Streckert J, Hansen V, Clemens M. Tumor promotion by exposure to radiofrequency electromagnetic fields below exposure limits for humans. *Biochem Biophys Res Comm* 459:585–590; 2015.

Loughran SP, McKenzie RJ, Jackson ML, Howard ME, Croft RJ. Individual differences in the effects of mobile phone exposure

- on human sleep: rethinking the problem. *Bioelectromagnetics* 33:86–93; 2012.
- Nagaoka T, Watanabe S. Development of voxel models adjusted to ICRP reference children and their whole-body SARs for whole-body exposure to electromagnetic fields from 10 MHz to 6 GHz. *IEEE Access* 7:135909–135916; 2019.
- Nesslany F, Aurengo A, Bonnet-Belfais M, Lambrozo J. Comment on Lerchl study: "Tumor promotion in mice by exposure to radiofrequency electromagnetic fields still waiting evidence." *Biochem Biophys Res Comm* 467:101–102; 2015.
- Nguyen THP, Pham VTH, Baulin V, Croft RJ, Crawford RJ, Ivanova EP. The effect of a high frequency electromagnetic field in the microwave range on red blood cells. *Sci Rep* 7:1–10; 2017.
- Nittby H, Brun A, Eberhardt J, Malmgren L, Persson BR, Salford LG. Increased blood-brain barrier permeability in mammalian brain 7 days after exposure to the radiation from a GSM-900 mobile phone. *Pathophysiol* 6:103–112; 2009.
- National Toxicology Program. Technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in Hsd:Sprague Dawley SD rats exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. National Toxicology Program. Research Triangle Park, NC: NTP TR 595; 2018a.
- National Toxicology Program. Technical report on the toxicology and carcinogenesis studies in B6C3F1/N mice exposed to whole-body radio frequency radiation at a frequency (900 MHz) and modulations (GSM and CDMA) used by cell phones. National Toxicology Program; NTP TR 596; 2018b.
- Petersson D, Mathiesen T, Prochazka M, Bergenheim T, Florentzon R, Harder H, Feychting M. Long-term mobile phone use and acoustic neuroma risk. *Epidemiol* 25:233–241; 2014.
- Rööslä M, Lagorio S, Schoemaker MJ, Schüz J, Feychting M. Brain and salivary gland tumors and mobile phone use: evaluating the evidence from various epidemiological study designs. *Annual Rev Public Health* 40:221–238; 2019.
- Röschmann P. Human auditory system response to pulsed radiofrequency energy in RF coils for magnetic resonance at 2.4 to 170 MHz. *Magnetic Resonance Med* 21:197–215; 1991.
- Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks. Potential health effects of exposure to electromagnetic fields (EMF). Luxembourg: SCENIHR; 2015.
- Schüz J, Waldemar G, Olsen JH, Johansen C. Risks for central nervous system diseases among mobile phone subscribers: a Danish retrospective cohort study. *PLoS One* 4:e4389; 2009. DOI 10.1371/journal.pone.0004389.
- Sommer AM, Grote K, Reinhardt T, Streckert J, Hansen V, Lerchl A. Effects of radiofrequency electromagnetic fields (UMTS) on reproduction and development of mice: a multi-generation study. *Radiat Res* 171:89–95; 2009.
- SSM. SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. Recent research on EMF and health risk—tenth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. Luxembourg: Publication 19; 2015.
- SSM. SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. Recent research on EMF and health risk—eleventh report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. Stockholm: SSM; Publication 15; 2016.
- SSM. SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. recent Research on EMF and health risk—twelfth report from SSM's Scientific Council on Electromagnetic Fields. Publication 09; 2018.
- Taberski K, Klose M, Grote K, El Ouardi A, Streckert J, Hansen VW, Lerchl A. Noninvasive assessment of metabolic effects of exposure to 900 MHz electromagnetic fields on Djungarian Hamsters (*Phodopus sungorus*). *Radiat Res* 181:617–622; 2014.
- Tillmann T, Ernst H, Streckert J, Zhou Y, Taugner F, Hansen V, Dasenbrock C. Indication of cocarcinogenic potential of chronic UMTS-modulated radiofrequency exposure in an ethylnitrosourea mouse model. *International J Radiat Biol* 86:529–41; 2010.
- Torebjork HE, LaMotte RH, Robinson CJ. Peripheral neural correlates of magnitude of cutaneous pain and hyperalgesia: simultaneous recordings in humans of sensory judgments of pain and evoked responses in nociceptors with C-fibers. *J Neurophysiol* 51:325–339; 1984.
- Verrender A, Loughran SP, Dalecki A, Freudenstien F, Croft RJ. Can explicit suggestions about the harmfulness of EMF exposure exacerbate a nocebo response in healthy controls? *Environ Res* 166:409–417; 2018.
- Vijayalaxmi, Prihoda TJ. Comprehensive review of quality of publications and meta-analysis of genetic damage in mammalian cells exposed to non-ionising radiofrequency fields. *Radiat Res* 191:20–30; 2019.
- Walters TJ, Blick DW, Johnson LR, Adair ER, Foster KR. Heating and pain sensation produced in human skin by millimetre waves: comparison to a simple thermal model. *Health Phys* 78:259–267; 2000.
- World Health Organization. Radiofrequency fields; Public Consultation Document, released October 2014. Geneva: WHO; 2014.



MODEL LEGISLATION FOR ELECTROMAGNETIC FIELDS PROTECTION



MODEL LEGISLATION FOR ELECTROMAGNETIC FIELDS PROTECTION



**World Health
Organization**

WHO Library Cataloguing-in-Publication Data

Model legislation for electromagnetic fields protection.

1.Electromagnetic fields - adverse effects. 2.Environmental exposure – legislation and jurisprudence.
3.Legislation, Health. I.World Health Organization.

ISBN 92 4 159432 2

(LC/NLM classification: QT 34)

ISBN 978 92 4 159432 5

© World Health Organization 2006

All rights reserved. Publications of the World Health Organization can be obtained from WHO Press, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; e-mail: bookorders@who.int). Requests for permission to reproduce or translate WHO publications – whether for sale or for noncommercial distribution – should be addressed to WHO Press, at the above address (fax: +41 22 791 4806; e-mail: permissions@who.int).

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by the World Health Organization in preference to others of a similar nature that are not mentioned. Errors and omissions excepted, the names of proprietary products are distinguished by initial capital letters.

All reasonable precautions have been taken by the World Health Organization to verify the information contained in this publication. However, the published material is being distributed without warranty of any kind, either expressed or implied. The responsibility for the interpretation and use of the material lies with the reader. In no event shall the World Health Organization be liable for damages arising from its use.

Printed in Switzerland

TABLE OF CONTENTS

PREFACE	5
1. PRELIMINARY AND GENERAL	7
I. Preliminary and General	7
II. EMF Exposure Limits and Compliance Procedures	10
2. MODEL HUMAN EMF EXPOSURE LIMIT REGULATION	13
I. Preliminary and General	13
II. Exposure Limits and Compliance Procedures	14
III. Responsibilities and Enforcement	13
Annexes	17
3. EXPLANATORY MEMORANDUM	19
I. Model Electromagnetic Fields Human Exposure Act	19
II. Model Human EMF Exposure Limit Regulation	22

PREFACE

The need to develop Model Legislation that enables government agencies to limit the exposure of people to electromagnetic fields (EMF) was expressed by members of the International Advisory Committee (IAC) to WHO's International EMF Project. Such legislation would facilitate the introduction of appropriate measures to protect the public and workers from potential adverse effects of EMF.

To assist countries not having appropriate legislation to protect their population, the International EMF Project has developed a Model Act and a Model Regulation that provide the legal framework to provide this protection. An important aspect of this model legislation is that it uses international standards that limits EMF exposure of people (ICNIRP exposure standards) and international standards that limit the emissions of EMF from devices (IEC and IEEE device emission standards).

This Model Legislation follows the widely accepted practice among lawmakers of setting out an enabling Act that permits the responsible Minister to subsequently issue Regulations, Statutory Orders or Ordinances as appropriate to deal with specific areas of concern. It comprises three elements:

- a Model Act to enable an Authority to initiate regulations and statutes that limit the exposure of its population to electromagnetic fields in the frequency range 0 Hz to 300 GHz
- a Model Regulation which sets out in detail the scope, application, exposure limits and compliance procedures that are permitted under the Act to limit people's exposure to electromagnetic fields (EMF)

- › an Explanatory Memorandum describing the approach to the Act and its Regulations.

If a national authority wants to develop its own exposure limits, it should use or take into account the WHO Framework for Developing EMF Standards. See: <http://www.who.int/peh-emf/standards/en/>

If a national authority wants to implement measures that will lead to lower exposures, they should use or take into account the WHO Framework for Guiding Policy Options in Areas of Scientific Uncertainty. See: <http://www.who.int/peh-emf/en/>

The International EMF Project thanks sincerely Dr Tom McManus for his tireless effort in the preparation of this model legislation. The assistance of WHO's Department of Ethics, Trade, Human Rights and Health Law, and comments from The Center for Law & the Public's Health at Georgetown University & Johns Hopkins University, USA, are gratefully acknowledged. Special gratitude is also due to those stakeholders who provided comments on the drafts.

MODEL ELECTROMAGNETIC FIELDS HUMAN EXPOSURE ACT

I. Preliminary and General

1. SHORT TITLE

1.1 The Act may be cited as The Electromagnetic Fields Human Exposure Act.

2. PURPOSE

2.1 The purpose of the Act is to establish limits on human exposure to Electromagnetic Fields (EMF) that will provide protection against known adverse health effects from any installation or device emitting such fields.

3. SCOPE AND APPLICATION

3.1 The Act establishes minimum requirements for the protection of the public and workers from risks to their health arising or likely to arise from their exposure to EMF in the frequency range 0 to 300 GHz.

3.2 The Act does not apply to patients undergoing diagnosis or treatment under medical supervision or to the military.

4. DEFINITIONS

Adverse health effect: A biological effect that has a detrimental effect on mental, physical and/or general well being of exposed people, either in the short-term or long term.

Agency: A body nominated by a relevant Minister to provide advice to, or act on behalf of, the Minister with regard to this Act.

Basic Restrictions: Restrictions on exposure to electric, magnetic, and electromagnetic fields that are based directly on established health effects. Depending upon the frequency of the field, the physical quantities used to specify these restrictions are current density (J), specific energy absorption rate (SAR), and power density (S). Only power density in air, outside the body, can be readily measured in exposed individuals.

Compliance: Conformity with the requirements of the Act or Regulation pursuant to the Act.

Declaration of Compliance: A document signed by a supplier or manufacturer or other such body nominated by the Minister that attests that the device or installation to which the Declaration refers meets the requirements of the Act or Regulation pursuant to the Act.

Device: A manufactured product that produces EMF.

Electromagnetic fields: A physical entity carrying or storing energy in empty space and manifesting itself by exerting forces on electric charges. For purposes of this Act EMF includes static electric and magnetic fields as well as time-varying electric, magnetic and electromagnetic fields with frequencies in the range 0 to 300GHz.

Electro-medical equipment: Electrical devices, instruments or prostheses employed to investigate or treat patients under medical supervision.

Equipment: Manufactured industrial, commercial, consumer or medical products that produce EMF.

Exposure: The subjection of a person to electric, magnetic, or electromagnetic fields or to contact currents other than those originating from physiological processes in the body and other natural phenomena.

Exposure Limit: An upper limit placed on human exposure to EMF to protect against adverse physiological responses that are causally related to the fields. Such limits are not intended to provide protection against other effects (e.g., psychological) arising from fear of such exposures.

Health: A state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity (WHO constitution).

Installation: A construction that incorporates a source of EMF.

Minister: The relevant person appointed by the President or head of government to supervise an administrative department of the government.

Occupational exposure: All exposure to EMF experienced by individuals in the course of performing their work.

Owner: The person or company who owns, or is responsible for, the operation of an installation emitting EMF into the environment or workplace.

Phantom: A physical model containing tissue-equivalent material used to simulate the body in an experimental dose measurement.

Public: Everyone who is not a worker, member of the military or a patient under medical care.

Public exposure: All exposure to EMF experienced by members of the general public, excluding occupational exposure and exposure during medical procedures.

Reference Level: EMF exposure level provided for practical exposure assessment purposes to determine whether the basic restrictions are likely to be exceeded. Some reference levels are derived from relevant basic restrictions using measurement and/or computational techniques and some address perception and adverse indirect effects of exposure to EMF.

Sources: Devices or installations that produce EMF.

Specified sources: Sources that are identified by name, nature or location to which a Regulation pursuant to the Act refers.

Surveillance: Monitoring of human exposure to EMF or monitoring of a EMF-emitting source.

Trained worker: An employee or self-employed individual subjected to EMF exposure at work, who receives any necessary information and training about EMF protective measures.

Worker: An employee or self-employed individual who is subjected to EMF exposure at work, and can be either a trained worker or a worker in an area where EMF limits will not be exceeded.

II. EMF Exposure Limits and Compliance Procedures

5. EMF EXPOSURE LIMITS

5.1 For the purposes of this Act, the recommendations by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) with respect to Basic Restrictions and Reference Levels shall be adopted as the relevant EMF Exposure Limits.

5.2 The Minister shall ensure that any installation or device that emits EMF complies with the Exposure Limits set out in this Act and shall designate appropriate measures to ensure compliance.

5.3 The Minister shall have the power to introduce Regulations implementing the specific recommendations of ICNIRP, the necessary compliance measures as well as any other requirements that will give further effect to the relevant provisions of this Act.

5.4 Any Regulation made under this Act shall apply uniformly across the national jurisdiction.

6. COMPLIANCE

6.1 The Minister, in designating appropriate compliance arrangements under Article 6.2, may:

- prescribe surveillance requirements to measure and/or calculate, and monitor the exposures of the public and workers
- prescribe mitigating actions where sources are not in compliance with EMF Exposure Limits
- require the measurement and monitoring of sources of EMF
- establish penalties where exposure limits are exceeded
- include any other measure necessary to ensure compliance with the Exposure Limits.

6.2 Further to the provisions of Article 6.1, the Minister may require a manufacturer, importer, installer or operator of any installation or device to demonstrate compliance

with the Exposure Limits by means of measurement, Declaration of Compliance or by a certificate of compliance from a body approved by the Minister.

6.3 The Minister, in establishing compliance procedures, shall take into account any relevant agreements relating to the mutual recognition and acceptance of testing of products emitting EMF, where they exist.

6.4 The Minister may establish or nominate an appropriate body or Agency ('the Agency') for the purposes of administering the compliance framework established by the Minister under this Act.

7. ENFORCEMENT

7.1 The Minister shall require the owner of any installation where exposure in areas accessible to the public exceeds the EMF Exposure Limits, to take such measures as are necessary to restrict public access and/or reduce the EMF emissions from a source or sources contributing to the exposure.

7.2 The owner of an installation shall ensure that workers who are exposed to EMF at work, and who are to be classified as trained workers, receive any necessary information and training relating to their exposure and are made aware of any mitigating measures needed to comply with EMF exposure limits.

7.3 Workers who have not received the necessary information and training as required for trained workers under Article 7.2 shall receive the same protection afforded under the Act as members of the public.

7.4 The Minister may take precautionary measures that reduce exposure to EMF, provided that such measures do not undermine the purpose of this Act. The precautionary measures should consider the advice and recommendations contained in the WHO Framework for Guiding Public Health Policy Options in Areas of Scientific Uncertainty.

7.5 Precautionary measures adopted under the provisions of Article 7.4 shall not extend to changing the exposure limits established by this Act.

8. RECORD KEEPING AND INFORMATION PROVISION

8.1 The Minister shall maintain a record of exposure measurements made by, or on behalf of, the Agency.

8.2 The Minister may authorize the Agency to publish or disseminate information, measurements, or any other such matter relevant to the provisions of this Act as is deemed appropriate.

9. ENTRY INTO FORCE

9.1 This Act shall enter into force on [Date] in accordance with appropriate protocol and custom.

MODEL HUMAN EMF EXPOSURE LIMIT REGULATION

I. Preliminary and General

1. SHORT TITLE

1.1 This Regulation may be cited as the Human EMF Exposure Limit Regulation of [date]

2. PURPOSE AND OBJECTIVES

2.1 This is a Regulation pursuant to the Electromagnetic Fields Human Exposure Act of [date].

2.2 The purpose of this Regulation is to protect the public and workers from adverse health effects arising from exposure to electromagnetic fields (EMF) in the living and working environments.

3. SCOPE AND APPLICATION

3.1 This Regulation sets EMF exposure limits for:

- the public in areas to which the public has access
- workers in their places of work.

3.2 The Regulation does not apply to patients under medical care receiving EMF exposure from diagnostic or treatment equipment, or to the military.

4. DEFINITIONS

The Definitions in Article 4 of the Electromagnetic Fields Human Exposure Act are applicable to this Regulation.

II. Exposure Limits and Compliance Procedures

5. EMF EXPOSURE LIMITS

5.1 In this Regulation there are two kinds of EMF exposure limits:

- Basic Restrictions that should always be complied with
- Reference Levels that may be exceeded provided the Basic Restrictions are not exceeded.

[Explanatory Note: Basic Restrictions are quantities that may be difficult to measure directly. In some instances, they can only be calculated using mathematical methods or measured in a phantom. Reference Levels, in contrast, are expressed in quantities that can be readily measured by a variety of scientific instruments.]

5.2 Basic Restrictions for public exposure in areas to which the public have access are set out in Table 1 “Basic Restrictions – Public Exposure”.

5.3 Reference Levels for public exposure in areas to which the public have access are set out in Table 2 “Reference Levels – Public Exposure”.

5.4 Basic restrictions for trained workers in their occupational environment are set out in Table 3 “Basic Restrictions – Occupational Exposure”.

5.5 Reference Levels for trained workers in their occupational environment are set out in Table 4 “Reference Levels - Occupational Exposure”.

6. COMPLIANCE PROCEDURES

6.1 Those areas where members of the public have access and where EMF exposures are at or below the Reference levels set out in Table 2 are in compliance with this Regulation.

6.2 In those areas where members of the public have access and where the Reference Levels set out in Table 2 are exceeded, an evaluation must be undertaken to establish if EMF exposures exceed the Basic Restrictions. Where EMF exposures are at or below the Basic restrictions set out in Table 1, they are in compliance with this Regulation.

6.3 Those areas where members of the public have access and where EMF exposures exceed the Basic Restrictions set out in Table 1 are not in compliance with this Regulation. Such areas are subject to the measures set out in Article 9.

6.4 Unless an evaluation shows that there are no risks of adverse health effects, the following categories of worker shall have their exposures to EMF in their working environment subject to the same limits as those applicable to members of the public, namely Basic Restrictions as set out in Table 1 and Reference Levels as set out in Table 2:

- workers who share the same area or environment with the public by virtue of the nature of the service being provided to the public
- women who have declared their pregnancy to their employer
- workers having metallic prostheses, cardiac pacemakers, defibrillators and other electro-medical devices that are known to suffer adverse interference from the EMF exposure levels in which they work
- workers who have not received appropriate training regarding workplace procedures in areas where the Basic Restrictions, set out in Table 1, could be exceeded.

6.5 Workplaces where workers, subject to Article 6.4, are exposed to EMF at or below the Reference Levels set out in Table 4 are in compliance with this Regulation.

6.6 In those workplaces where workers, subject to Article 6.4, are exposed to EMF that exceeds the Reference Levels set out in Table 4 an evaluation must be undertaken to establish if EMF exposures exceed the Basic Restrictions. Where EMF exposures are at or below the Basic Restrictions set out in Table 3, such workplaces are in compliance with this Regulation.

6.7 Workplaces where workers, other than those in the worker categories listed in Article 6.4, are exposed to EMF in excess of the Basic Restrictions set out in Table 3 are not in compliance with this Regulation and are subject to the measures set out in Article 9.

6.8 Compliance with this Regulation shall be verified by direct measurement, type testing, calculation or modelling. Any verification shall be subject to any requirements of the Agency defined in Article 6.4 of the Model Act.

7. REPORTING AND MEASUREMENTS

7.1 All measurements and/or evaluations to establish compliance with this Regulation shall be made or authorized by the nominated Agency and reported to the Minister. Following such measurements and/or evaluations and where EMF exposure levels are not subsequently increased, the results will remain valid for a period set by the Minister.

7.2 The Minister may delegate all or part of the Minister's authority to the Agency set up under Article 6.4 of the Model Act for the purposes of Article 7.1.

7.3 Verification of compliance should be based on those conditions that lead to the highest EMF exposure (worst-case conditions) produced under normal operating conditions and employ appropriate internationally recognized measurement and evaluation protocols. [*Comment: Appropriate international protocols include those developed by CENELEC, IEC and IEEE*].

7.4 Where measurements are not made under worst-case conditions, EMF exposure for the worst-case conditions should be calculated or extrapolated on the basis of the measured values. Measurements and/or calculations should take account of exposures to multiple sources and multiple frequencies using the appropriate protocols.

7.5 Further measurements and/or or evaluations may be required following any changes likely to significantly increase EMF exposure to the public or workers, such as following additions of equipment or installations generating EMF in an area.

III. Responsibilities and Enforcement

8. RESPONSIBILITIES

8.1 The Minister, on advice from the Agency, shall establish a programme to monitor compliance with public and trained worker EMF Exposure Limits as appropriate.

8.2 The Minister shall publish details of this programme and the activities undertaken in support the programme each year.

9. ENFORCEMENT

9.1 The Minister shall determine the appropriate measures to be undertaken in areas to which both the public and workers have access and which do not comply with this Regulation. Such measures may include:

- extending the boundaries of areas where public Reference Levels in Table 2 may be exceeded, and restricting public access to those areas
- requiring the use of appropriate signs, warnings and public notices
- Engineering or Administrative controls
- other measures as advised by the Agency.

10. RECORD KEEPING

10.1 The Agency shall maintain a record of EMF exposure measurements and estimates made by the Agency or on its behalf and by others approved to make such measurements and estimates under the Regulation.

10.2 The Agency shall publish the information obtained under Article 10.1 in a form readily accessible to the public, taking into account any applicable privacy legislation.

11. ENTRY INTO FORCE

This Regulation shall enter into force on [date] in accordance with protocol and custom.

Annexes

BASIC RESTRICTIONS AND REFERENCE LEVELS, TABLES 1 – 4.

[Comment: Insert relevant tables from ICNIRP Guidelines, 1998 or the latest version of these Guidelines]

MEASUREMENT AND EVALUATION

Measurement or evaluation methods should be those developed by international standards setting agencies such as the IEC, CENELEC or IEEE. [*Comment: This annex will identify standards and guidelines available to assist those involved in measuring or calculating Reference levels or evaluating Basic restrictions. In addition it will deal with handling multiple sources and frequencies.*]

EXPLANATORY MEMORANDUM

This Model Legislation has been produced to assist Member States enact appropriate legislation that will protect their citizens from levels of exposure to electromagnetic fields (EMF) that could produce adverse health effects.

The Model Legislation comprises a Model Act and a Model Regulation. The purpose of this Explanatory Memorandum is to describe the approach adopted in the preparation of the Model Legislation. Efforts have been made to maintain a consistent relationship between the Act and its Regulation by ensuring that Section and Article numbering were kept similar as far as possible. For example, Exposure Limits are dealt with in Article 5 of the Act and of the Regulation.

I. Model Act

The aim of the Model Act is the protection of human health from excessive exposure to electromagnetic fields (EMF). Under the Act the responsible authority, called the Minister, may specify the measures necessary to achieve this aim. The specific detailed measures are set out in the Regulation pursuant to the Act. The order and nature of the Articles that make up the Model Act reflect the logic of the approach followed.

The Articles

SHORT TITLE

Article 1.1 indicates that Act may be cited as The Electromagnetic Fields Human Exposure Act.

PURPOSE

Article 2.1 states that the purpose of the Model Act is to establish internationally recognized limits of human exposure developed by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP).

SCOPE AND APPLICATION

Article 3 indicates that the Act specifies minimum requirements for the protection of the public from exposure to EMF in the frequency range provided, but does not apply to patients undergoing medical treatment with EMF or military personnel.

DEFINITIONS

Article 4 provides definitions for the various phrases, words, and terms used in the Act.

EMF EXPOSURE LIMITS

Article 5.1 codifies the internationally accepted recommendations of the ICNIRP into national legislation.

Article 5.2 and many other Articles reference ‘the Minister’. It should be noted that this will need adjustment at the national level to accurately reflect the appropriate Minister or Ministers of State – reflecting that different Ministers will normally have responsibility for different EMF sources, for example:

- The Minister for Health for the regulation of medical devices using or emitting EMF and unless otherwise provided for under this Act, the administration of this Act
- The Minister for Communications with respect to telecommunications and radio broadcasting
- The Minister for Trade and Industry with respect to industrial sources of EMF
- The Minister for the Environment with respect to environmental levels of physical agents
- The Minister for Transport with respect to EMF sources associated with railways, air traffic control and aeronautical and marine communications

- The Minister of Marine Resources with respect to marine navigational and other marine based uses of EMF
- The Minister for Defense with respect to military uses of EMF
- The Minister for Employment (or Labor) with respect to the exposure of workers to EMF sources and occupational health and safety
- The Minister for Energy with respect to the exposure to and generation of, EMF in power generation and distribution.

Article 5.2 obliges the Minister to ensure compliance with the Limits, while **Article 5.3** empowers the Minister to introduce the necessary regulations. **Article 5.4** simply provides for uniform national implementation of the regulation.

COMPLIANCE

Article 6.1 provides a range of options that the Minister may consider appropriate in designating a compliance framework.

Article 6.2 provides for the Minister to require compliance to be demonstrated through testing or other means.

Article 6.3 incorporates a requirement to take into account any agreements relating to the mutual recognition and acceptance of testing of products emitting EMF.

Article 6.4 allows for the Minister to establish or nominate a body or Agency to administer the compliance requirements established by the Minister.

ENFORCEMENT

Article 7.1 provides for the Minister to require any owner of an installation to ensure that compliance is achieved in publicly accessible areas.

Article 7.2 obliges the owner of an installation to provide workers accessing the installation with the necessary information and training concerning their exposure

Article 7.3 indicates that, where workers have not received the training and information referred to in Article 9.2, they are to be afforded the same protection as members of the public.

Article 7.4 provides the Minister with the discretion to adopt precautionary measures that are consistent with the WHO Framework for Guiding Public Health Policy Options in Areas of Scientific Uncertainty.

Article 7.5 specifies that any precautionary measures do not change the EMF Exposure Limits established by the Act.

RECORD KEEPING

Article 8.1 provides for the maintenance of records of exposure measurements undertaken.

Article 8.2 allows the Minister to authorize the Agency to publish those measurements results and any other relevant material deemed appropriate.

ENTRY INTO FORCE

Article 9.1 allows the Act to enter into force on a date to be specified by the legislative authority.

II. Model Regulation

The Model Regulation deals with exposures of the public and of workers to EMF in their living and working environments.

The Model Human EMF Exposure Limit Regulation provides one set of exposure limits for the public and another less stringent set for trained workers. The latter set of limits is applicable only to trained workers who have been made fully aware of their exposure to EMF in their workplace. Other workers are treated as equivalent to members of the public when such training has not been provided or is considered unnecessary in the light of the expected levels of exposure.

The exposure limits have two components: Reference Levels and Basic Restrictions. Such an arrangement is needed because the human exposure to EMF is expressed in terms of parameters - Basic Restrictions - that are internal to the body but cannot be easily measured. To overcome this problem, Reference Levels are introduced, which are measures of EMF external to the body and which are readily measured. Each Reference Level corresponds to an external field that could in a particular circumstance give rise

to a Basic Restriction being approached within the body. However an external field that exceeds the Reference Level does not necessarily imply that a Basic Restriction has been exceeded; simply that further calculation or measurements using physical or computer models may be necessary to verify compliance. See: <http://www.icnirp.org/documents/emfgdl.pdf>

In this Regulation, responsibility for dealing with public exposures to EMF is given to the Agency set up under the Model Act. Responsibility for dealing with occupational exposures is placed on the employer, subject to surveillance by the Agency.

The Articles

SHORT TITLE

The Human EMF Exposure Limit Regulation

PURPOSE AND OBJECTIVES

To protect people from adverse health effects of exposure to EMF in the living and working environments.

SCOPE AND APPLICATION

The Regulation sets limits to the EMF exposure of the public in places to which it has access (**3.1a**); and the exposure of workers in their place of work (**3.1b**). The Regulation does not cover patients undergoing medical care or military personnel (**3.2**).

DEFINITIONS

The definitions in Article 4 of the Model Act are applicable to this Regulation.

EXPOSURE LIMITS

Article 5 states that there are two components to the exposure limits, Reference Levels and Basic Restrictions (**5.1**). The exposure limits for the public are given in Tables 1 and 2 (**5.2; 5.3**) and those for occupational exposure are given in Tables 3 and 4 (**5.4; 5.5**).

COMPLIANCE PROCEDURES

Concerning public exposure, areas where EMF exposures do not exceed the Reference Levels are in compliance (6.1); areas where the Reference Levels are exceeded require an evaluation to determine whether or not the Basic Restrictions have been exceeded (6.2); areas where it has been determined that following evaluation the Basic Restrictions are not exceeded are also in compliance (6.2); but areas where the Basic Restrictions are exceeded are not in compliance and subject to the measures set out in Article 9 (6.3).

Concerning occupational exposure, there are categories of worker that are to be given the same protection as members of the public as far as their work exposures to EMF are concerned unless additional evaluations are undertaken (6.4). These categories include workers in workplaces where the public has access (6.4a); pregnant workers (6.4b); workers with metallic implants (6.4c) and workers who have not received the necessary information and training to allow them to work in areas where exposures could exceed those permitted the public (6.4d).

For trained workers the higher exposure limits are applicable and workplaces where exposures are below the relevant Reference Level are in compliance (6.5). Where Reference Levels are exceeded an evaluation must be carried out to determine whether or not the relevant Basic Restrictions have been infringed (6.6) and where such infringement has not taken place, the occupational exposures are in compliance with the Regulation (6.6). However where the Basic Restrictions are exceeded, then the workplace is not in compliance with the Regulation and mitigating measures must be taken under Article 9 (6.7).

Finally, compliance can be determined by measurement, calculation or modelling, (6.8).

REPORTING AND MEASUREMENTS

All measurements and evaluations must be made or authorized by the Agency nominated by the relevant Minister (7.1). The Minister may delegate authority for designation to the Agency (7.2). Measurements shall be made at times of highest exposure under normal circumstances (7.3) but, where this is not possible, EMF exposures can be assessed by an extrapolation calculation (7.4). Further measurements should be taken in areas where there has been a significant increase in the number or power of electromagnetic field sources (7.5).

RESPONSIBILITIES

The Agency is required to establish a programme to monitor public exposure to EMF (8.1) and shall publish details of this programme and activities undertaken in support of this programme each year (8.2).

ENFORCEMENT

Areas to which the public and workers have access and that are not in compliance with the Regulation shall be subject to measures to either exclude the public or return the exposure to compliance (9.1). The measures can include defining areas where exposure limits are exceeded (9.1a); warning notices (9.1b); engineering or administrative controls (9.1c); and measures recommended by the Agency (9.1d).

RECORD KEEPING

Information on all measurements and evaluations of public exposure to EMF and details of areas where the Reference Levels are exceeded shall be maintained on a database by the Agency (10.1) and made available to the public (10.2).

ENTRY INTO FORCE

A date to be specified by the legislative authority.

www.who.int/emf/

Public Health and Environment
World Health Organization
21 Avenue Appia
CH-1211 Geneva 27
Switzerland
Tel: +41 22 791 2111
Fax: +41 22 791 4123
Email: emfproject@who.int

ISBN 92 4 159432 2



9 789241 594325

FRAMEWORK FOR DEVELOPING HEALTH-BASED EMF STANDARDS



FRAMEWORK FOR DEVELOPING HEALTH-BASED EMF STANDARDS



**World Health
Organization**

WHO Library Cataloguing-in-Publication Data

Framework for developing health-based electromagnetic field standards.

1.Electromagnetic fields - adverse effects. 2.Environmental exposure - standards. 3.Risk assessment.
4.Reference standards. I.World Health Organization.

ISBN 92 4 159433 0

(NLM classification: QT34)

ISBN 978 92 4 159433 2

© World Health Organization 2006

All rights reserved. Publications of the World Health Organization can be obtained from WHO Press, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland (tel.: +41 22 791 3264; fax: +41 22 791 4857; e-mail: bookorders@who.int). Requests for permission to reproduce or translate WHO publications – whether for sale or for noncommercial distribution – should be addressed to WHO Press, at the above address (fax: +41 22 791 4806; e-mail: permissions@who.int).

The designations employed and the presentation of the material in this publication do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the World Health Organization concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries. Dotted lines on maps represent approximate border lines for which there may not yet be full agreement.

The mention of specific companies or of certain manufacturers' products does not imply that they are endorsed or recommended by the World Health Organization in preference to others of a similar nature that are not mentioned. Errors and omissions excepted, the names of proprietary products are distinguished by initial capital letters.

All reasonable precautions have been taken by the World Health Organization to verify the information contained in this publication. However, the published material is being distributed without warranty of any kind, either expressed or implied. The responsibility for the interpretation and use of the material lies with the reader. In no event shall the World Health Organization be liable for damages arising from its use.

Printed in Switzerland

TABLE OF CONTENTS

PREFACE	5
1. WHY A STANDARDS FRAMEWORK	7
1.1 Guiding principles	7
1.2 Purpose	8
1.3 Scope	8
2. EMF STANDARDS	11
2.1 Exposure, emission and measurement standards	11
2.2 Voluntary and mandatory standards	12
2.3 Determining the need for standards	13
3. ASSESSMENT OF THE SCIENTIFIC RESEARCH	15
3.1 Biological effect and health hazard	15
3.2 Types and hierarchy of scientific data	15
3.3 Review of the scientific literature	16
3.4 Overall risk assessment	18
4. KEY ELEMENTS OF EMF STANDARD SETTING	21
4.1 Threshold levels	21
4.2 Safety factors	22
4.3 Basic restrictions and reference levels	23
4.4 Protecting different populations	24
4.5 Exposure standard requirements	25
5. DISCUSSION	27
5.1 Practicability of standards	27
5.2 Verification of compliance	27
5.3 Precautionary aspects	28
5.4 An accompanying guidance document	28
5.5 Periodic evaluation	29
5.6 Standards terminology	29
REFERENCES	31
APPENDIX - CRITERIA FOR RESEARCH STUDIES	35

PREFACE

Understanding the health impact of electromagnetic fields (EMF) falls within the mandate of the World Health Organization (WHO) in the area of environmental health. WHO aims to help Member States achieve safe, sustainable and health-enhancing human environments, protected from biological, chemical and physical hazards. In this context, the International EMF Project was established at WHO in 1996 in response to general concern over health effects of EMF exposure.

WHO's International EMF Project has provided a unique opportunity to bring together over sixty countries to identify criteria for EMF standards setting and to develop the *Framework for Developing Health-based EMF Standards*. The aim of the EMF Project is to encourage the establishment of exposure limits and other control measures that provide the same or similar level of health protection for all people. Meetings on standards development were held in all six WHO regions to obtain input from scientists and government officials around the globe for inclusion into this Framework.

While WHO strongly promotes the use of international standards, some countries feel the need to develop or refine their own standards. This Framework is intended for national advisory and/or regulatory bodies that are developing new standards for EMF, reviewing the basis of their standards, or reconsidering specific quantitative values such as reference levels and safety factors. The overall purpose of this Framework is to provide advice on how to develop science-based exposure limits that will protect the health of the public and workers from EMF exposure.

Further information about the International EMF project can be obtained from WHO's web site at: <http://www.who.int/peh-emf/en/>.

WHY A STANDARDS FRAMEWORK?

With the growth of electric power generation and transmission, the development of new telecommunication systems and advances in medical and industrial applications, humans are increasingly exposed to electromagnetic fields (EMF). The need to understand the potentially harmful effects of EMF on human health has been met by several decades of research, but the development of exposure standards is more recent and a variety of national standards now exist.

Globalization of trade and the rapid expansion in the use of technologies emitting EMF have focused attention on the differences that exist in exposure guidelines or standards in various countries. In some cases, these differences are large. Some of the disparities in EMF standards around the world have arisen from the use of only national databases, different criteria for accepting or assessing individual studies, varying interpretations of the scientific data or different philosophies for public health standards development. Such differences in EMF exposure guidelines might reflect, in part, deficiencies in communications among scientists between different regions as well as certain social differences.

Large disparities between national limits and international guidelines can foster confusion for regulators and policy makers, increase public anxiety and provide a challenge to manufacturers and operators of communications systems who need to tailor their products to each market. These factors have motivated the World Health Organization (WHO) to build a Framework for developing health-based EMF exposure standards using a rational scientifically-driven process.

1.1 GUIDING PRINCIPLES

WHO encourages the establishment of exposure limits and other control measures that provide the same or similar level of health protection for all people. It endorses the guidelines

of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP) and encourages Member States to adopt these international guidelines. However, if a Member State wants to develop its own standards, this Framework can be used as a guide.

1.2. PURPOSE

The Framework for Developing Health-based EMF Standards provides advice on how to develop science-based exposure limits that will protect the health of the population from EMF exposure. This Framework is intended for national advisory and/or regulatory bodies that are either developing new standards for EMF or reviewing the basis of their existing standards.

1.3. SCOPE

This Framework addresses how quantitative exposure standards can be developed. As shown in Figure 1, the general steps in this process include an evaluation of the scientific literature, determination of threshold levels, choice of safety factors for different populations at risk, and derivation of exposure limits. Other considerations regarding the overall practicability of the standard, compliance procedures and the use of precautionary measures are also addressed.

This document does not include:

- guidance on the principles and practice of measurements
- electromagnetic compatibility (EMC) issues, including equipment design
- exposure of patients under medical care
- development of emission limits for specific types of devices.

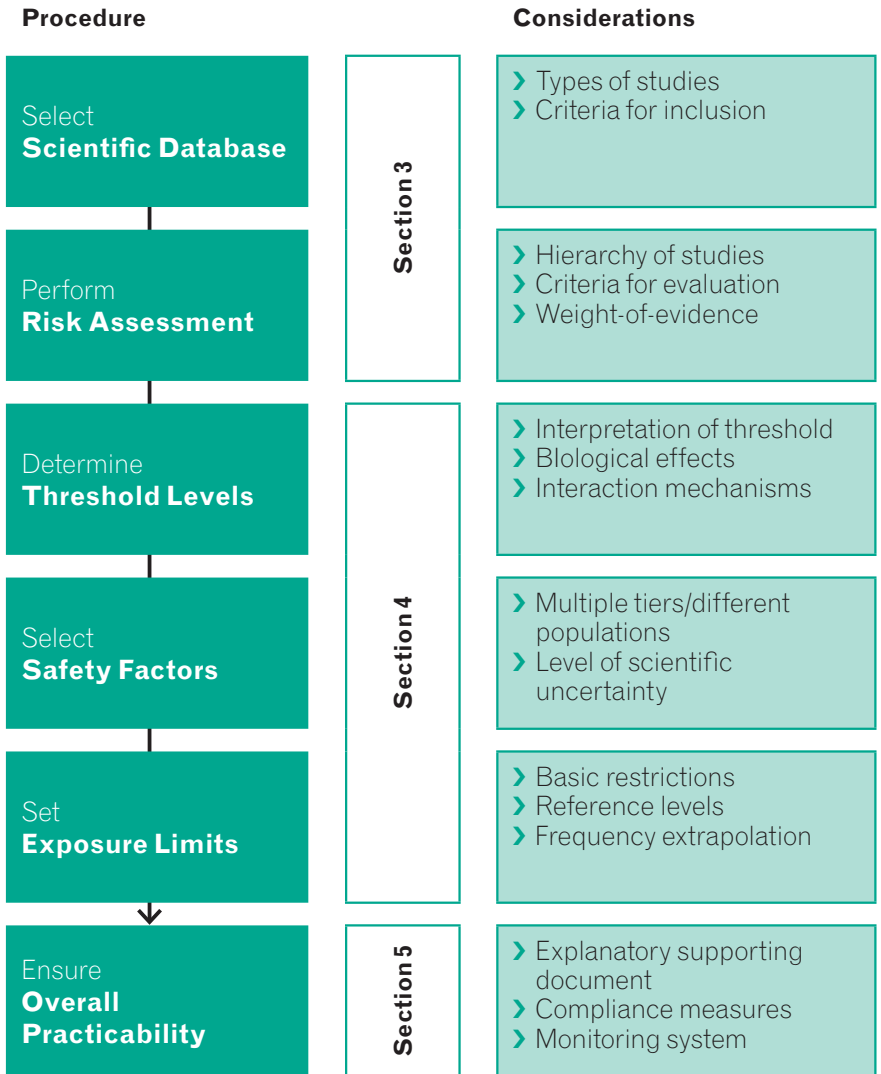


Figure 1 - Procedure for developing EMF exposure standards

A standard is a general term incorporating both regulations and guidelines and can be defined as a set of specifications or rules to promote the safety of an individual or group of people. The ultimate goal of health-based EMF standards is to protect human health. However, there is often confusion about the various types of standards that exist to limit human exposure to EMF.

2.1 EXPOSURE, EMISSION AND MEASUREMENT STANDARDS

EMF standards can specify either limits of *emission* from a device, or limits of human exposure from all devices that emit EMF into a living or working environment.

Exposure standards are basic standards of personal protection that generally refer to maximum levels to which whole or partial body exposure is permitted from any number of EMF emitting devices. This type of standard normally incorporates safety factors and provides the basic guide for limiting personal exposure. Such standards have been developed by the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP, <http://www.icnirp.org>), the Institute of Electrical and Electronic Engineers/International Committee on Electromagnetic Safety (IEEE/ICES, <http://grouper.ieee.org/groups/scc28/>) and many national authorities.

Emission standards set various specifications for electrical devices and are generally based on engineering considerations, e.g. to minimize electromagnetic interference with other equipment and/or to optimize the efficiency of the device. A number of emission standards have been developed by IEEE, the International Electrotechnical Commission (IEC, <http://www.iec.ch/>), the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC, <http://www.cenelec.org>) and national standardization authorities.

While emission limits are aimed at ensuring, inter alia, compliance with exposure limits, they are not explicitly based on health considerations. In general, emission standards aim to ensure that aggregate exposure to the emission from a device will be sufficiently low that use, even in proximity to other EMF emitting devices, will not cause exposure limits to be exceeded.

Measurement standards describe how compliance with exposure or emission standards may be ensured. They may provide guidance on how to measure the EMF exposure due to an installation or a product, e.g., phantom measurement for SAR values for mobile phones. EMF measurement standards have been developed by the IEC, IEEE, CENELEC, the International Telecommunications Union (ITU) and other standardization bodies.

2.2 VOLUNTARY AND MANDATORY STANDARDS

At the country level, regulations for exposure EMF can be broadly categorized as either voluntary or mandatory instruments.

Voluntary instruments include guidelines, instructions and recommendations that are not legally mandated, and generally have no legal force. International guidelines, such as those developed by ICNIRP, IEEE and others, provide guidance to national agencies, and only become legally binding if the country incorporates them into its own legislation.

Mandatory, compulsory or legally binding instruments include laws, acts, regulations, ordinances, decisions, and decrees, and require a legislative framework. Procedures should exist to ensure compliance of mandatory standards. For EMF exposure standards, an agency is normally mandated to check compliance through calculations and measurements made in the workplace and other areas. For emission standards, compliance of devices is usually certified by the manufacturer.

At present, there are no internationally mandated standards for EMF such as the *International Basic Safety Standards* for ionizing radiation (IAEA, 1996). However, for telecommunications services, ITU recommends adoption of the ICNIRP guidelines where no national standard exists (ITU, 2004). Given the large differences between national standards and the varied bases on which these standards have developed exposure limitation, WHO's EMF Project felt it was more helpful to promote existing international standards and, at the same time, to develop model legislation that would enable national authorities to enact

international EMF standards or their own standards. For details on model legislation see: http://www.who.int/peh-emf/standards/emf_model/en/index.html

2.3 DETERMINING THE NEED FOR STANDARDS

WHO strongly recommends that Member States adopt international standards that limit both EMF exposures to people and EMF emissions from devices. If international emission standards do not exist for certain devices that emit EMF at levels approaching exposure limits, then Member States should strongly encourage the development of standards by the appropriate international organization.

Member States who do not want to adopt international standards should carefully consider the reasons for and the value of developing their own standards before embarking on this long process. Questions to address before developing national standards include:

- Do international standards truly not provide adequate protection?
- In developing national standards, what is the accrued benefit to health?
- Is the development of a separate, more stringent national standard and the additional compliance procedures truly cost-effective from both a public health and an implementation perspective?
- Will more conservative limits be a barrier to the introduction of new technologies, which may have significant benefits to health, and to international trade?
- If the underlying reason comes from public concern, will the existence and implementation of these new regulations or guidelines alleviate the problem?

ASSESSMENT OF THE SCIENTIFIC RESEARCH

Before proceeding with the development of standards, one must review thoroughly the available scientific literature on biological effects. This section distinguishes a biological effect from a health effect, identifies what literature should be selected and how it can be evaluated, and highlights possible problems of bias.

3.1 BIOLOGICAL EFFECT AND HEALTH HAZARD

According to the WHO Constitution (WHO, 1946), health is a state of complete physical, mental and social well-being and not merely the absence of disease or infirmity.

A *biological effect* is any physiological response to EMF exposure. Some effects may be subtle responses within a normal physiological range or may result in pathological conditions, while others may have beneficial consequences for a person.

Annoyance or discomforts caused by EMF exposure may not be pathological per se but, if substantiated, can affect the physical and mental well being of a person and the resultant effect may be considered as a *health hazard*. A health hazard is thus defined as a biological effect that has health consequences outside the compensation mechanisms of the human body and is detrimental to health or well-being.

3.2 TYPES AND HIERARCHY OF SCIENTIFIC DATA

Exposure standards that limit human EMF exposure are based on studies from various disciplines of health sciences, including biology, epidemiology and medicine, as well as physics and engineering. All of these play important individual and collective roles in identifying possible adverse effects on health and in providing information on the need for, and appropriate levels of, protection. Relevant to standards are studies that provide information on biological effects from EMF, the physical characteristics and the sources in use, the resulting levels of exposure, and the people at risk.

The relevance of these different studies to health risks in people varies. Epidemiological studies of the distribution of disease in populations and the factors that influence this distribution provide direct information on the health of people exposed to an agent and are given the highest 'weighting'. However, they may be affected by bias and confounding, and their observational nature makes it difficult to infer causal relationships, except when the evidence is strong.

Experimental studies using volunteers can give valuable insight into the transient, physiological effects of acute exposure, although for ethical reasons these studies are normally restricted to healthy people. Studies on animals, tissues and cell cultures are also important but are given less weight. Animal studies can often be expected to provide qualitative information regarding potential health outcomes, but the data may not be extrapolated to provide quantitative estimates of risk, largely because of differences between species. However, it should be noted that the International Agency for Research on Cancer (IARC) (1995) considers that exposure to any biological, chemical or physical agent is likely to cause cancer in humans if such a risk has been identified in at least two different animal species. Studies carried out at the cellular level are normally used to investigate mechanisms of interaction, but are not generally taken alone as evidence of effects *in vivo*. Nevertheless, all types of study have a role to play in determining the scientific plausibility of any notional health risk.

3.3 REVIEW OF THE SCIENTIFIC LITERATURE

There needs to be a comprehensive and critical scientific review undertaken by a panel of recognized experts that includes all appropriate scientific disciplines.

For the evaluation of individual studies, criteria have been developed to determine if they are worthy of inclusion in the database for health risk assessments. To ensure a comprehensive assessment, it may be helpful to use standard review forms, such as those used by the IEEA for dosimetry, *in vitro*, *in vivo*, human volunteer and epidemiological studies. Several selection criteria for individual studies are mentioned below and possible biases in the evaluation of research results are highlighted in Table 1:

- **Quality of study design:** When evaluating research results, it is important to verify that the study design and power were sufficient to detect an effect under given exposure conditions. For example, a study not showing an effects may have had flaws in design or insufficient power (e.g. numbers of animals or repeated tests) to show an effect. On the other hand studies showing an effect must also be evaluated

to determine if the effect was truly due to the EMF exposure and not some other factor or bias in the study. A set of criteria for human, animal and cellular studies are presented in the Appendix, and are intended as a guide only. Both positive and negative studies must be evaluated in the same way; using the same criteria.

- **Quality of study conduct:** All studies must be conducted strictly according to the protocol using good laboratory practice (GLP) as appropriate.
- **Quality of reporting:** In general, publications should include a clear statement of objectives and hypotheses, a description of the exposure methods, experimental design and statistical analysis, and a detailed description of the biological systems and the experimental procedures.
- **Peer-reviewed publications:** Peer-reviewed scientific studies should be preferentially included in the review over conference abstracts which generally contain sparse information. As the mechanism by which the quality of research is judged by a researcher's peers, peer review contributes to maintaining standards in published science by improving the quality of accepted articles before publication, even though the rigour of peer review varies widely among scientific journals,
- **Usefulness for standards:** An important task of the review panel is to assess the relevance of the study for standards-setting. Many papers contain excellent research, but may not be relevant for standards setting; e.g. studies of effects at field levels well above the limit values for established adverse health effects.

Table 1 - Possible biases when evaluating research results

Geographical bias: The review committee should endeavor to be inclusive of scientific literature published worldwide, and include studies from other countries (e.g. Russia and China) where publication is sometimes less accessible to English speakers and therefore tends to be less frequently cited.

Publication bias: Journals may be biased towards papers reporting positive data rather than those reporting a lack of response. Publication bias of this type can result in an unbalanced database. If all studies in the database are positive, no negative studies exist, then the threshold for no-effect has not been identified, and so limits cannot be set. Well designed and conducted studies should be published regardless of the outcome, because negative results (no effect observed) are as useful as positive studies (effect observed) when evaluating the scientific evidence.

3.4 OVERALL RISK ASSESSMENT

Interpretation of these studies can be controversial, as there exists a spectrum of opinion within the scientific community and elsewhere. In order to achieve as wide a degree of consensus as possible, an overall assessment (also called health risk assessment) often draws on reviews already completed by other national and international expert review bodies.

In spite of ensuring that only sound scientific studies are used in the evaluation process, as described above, uncertainties and inconsistencies can still be encountered in comparative evaluations of the literature. Any evaluation is at least partly based on judgements. Various schemes and “criteria” exist in order to make this judgement process transparent, among these the Bradford Hill criteria (Hill, 1965) and the IARC scheme for assessment of carcinogenicity (IARC, 1987) can be mentioned. When evaluating the database for any health outcome the following questions need to be addressed (Repacholi and Cardis, 1997):

- For epidemiological studies, the strength of association between exposure and risk is important: is there a clearly associated risk with exposure? A strong association is one with a risk ratio (RR) of 5 or more. For tobacco smoking, many of the RRs were in excess of 10. However, the EMF studies of 50/60 Hz exposures, for example, suggest a RR of about 1.5 - 2 for childhood leukaemia. This is more susceptible to bias and confounding than stronger associations, and alone suggests that more evidence is needed to reach any valid conclusions. Supporting evidence of cancer in laboratory animals exposed to EMF fields is important to increase confidence that the epidemiological studies could be indicating a real risk.
- How consistent are the studies of association between exposure to EMF fields and the risk of some health outcome? Do most studies show the same risk for the same disease? Using the example of smoking, essentially all epidemiological studies of smoking demonstrated an increased risk for lung cancer. Studies may show statistically significant associations between some types of cancers and some types of exposures, but others do not. Alternatively, studies reporting an association with cancer may be inconsistent with each other in their types or subtypes. The ability of the study design to identify true risk without bias and confounding should be weighed.
- Is there a dose-response relationship between exposure to EMF fields and the health outcome? Again, the more a person smokes, the higher the risk of lung cancer. Do

the EMF field exposure studies demonstrate a dose-response relationship between EMF field exposure and a health outcome?

- Is there laboratory evidence for an association between exposure to EMF and the health effect being considered? The evidence is considered much stronger if effects can be demonstrated in animals rather than cells or tissues alone, since whole animals are able, through various mechanisms, to amplify, minimize or negate the effects of exposure to physical agents. The weight assigned to studies of whole animals is greater than the weight assigned to studies of isolated tissues and cells because of the absence of systemic regulatory controls and mechanisms in cells and tissues.
- Are there plausible biological mechanisms for a link between EMF field exposure and the health outcome being considered? When it is understood how an agent causes disease, it is easier to interpret ambiguous scientific evidence. The biological significance of responses observed in cellular studies should not be assumed unless it has been demonstrated that similar responses do occur in animal studies and are relevant to human health effects.

Weight of evidence: The body of scientific evidence must be considered as a whole to reach an overall evaluation of any adverse health consequences from EMF exposure. A common approach for determining this is by weight of evidence. For an effect to be established, most of the evidence from the epidemiological, human volunteer, animal and cellular studies should indicate that an effect occurs. It should be remembered that there is no way to prove that a health outcome does not occur; rather the weight of evidence should suggest strongly that it does not occur. One should also estimate how much of a given set of evidence changes the probability that exposure causes an effect. If most of the evidence suggests that an effect does not occur, but one set of studies suggests it does, one should be assessing whether the positive results were due to some other factor common to the health outcome and the EMF exposure.

The existence of biological effects and health hazards can only be established when research results are replicated in independent laboratories or supported by related studies. This is further strengthened when:

- there is agreement with accepted scientific principles
- the underlying mechanism is understood
- a dose-response relationship can be determined.

Risk estimation: An estimation of the size of the risk within the population is needed to determine its public health impact. For an estimate of risk in the general population or in a specific group the selected studies should provide mostly quantitative data. Such data would include:

- the definition of the biologically effective mechanism or characteristic of the field, which may vary with tissue or organ
- an exposure-effect relationship, and identification of a threshold, if any
- an exposure distribution and identification of sub populations with high exposure
- differences in susceptibilities within a population.

KEY ELEMENTS OF EMF STANDARD SETTING

Exposure limits are intended to protect against adverse health effects of EMF exposure across the entire frequency range.

4.1 THRESHOLD LEVELS

There are a number of approaches that can be taken to determine threshold levels. First, a threshold exposure level may be derived on the basis of a health risk assessment of the scientific data. The threshold is judged as being the lowest exposure level, below which no health hazards have been found. Since there will be some imprecision in determining this threshold, primarily because of an incomplete knowledge of the biological effects, a range of uncertainty will exist. The degree of uncertainty will then be directly proportional to the value of a safety factor that should then be incorporated to arrive at the final exposure limit (Figure 2). This approach has been the basis of most western standards, and in particular the ICNIRP international guidelines (ICNIRP, 1998) and the IEEE/ICES standards (IEEE, 2004, 2005).

This approach requires a good understanding of the interaction mechanisms involved and supposes that a true threshold exists. It also assumes that cumulative effects do not occur. Evidence for cumulative damage would need to show that small amounts of damage may be occurring from low level (sub-threshold) exposure and that an accumulation of this damage is necessary before it becomes detectable. Further, there is a dependence on information from extensive research, including long-term follow-up studies. Without such studies, it is possible that illnesses or effects which manifest themselves after a long latency period would be excluded from consideration.

Another way of determining exposure limits is to adopt a “biological approach” (Figure 2). From the scientific database, a threshold exposure level is determined below which no biological effect is observed. This method alleviates the necessity of making a

health risk assessment of the biological effects data and assumes an incomplete knowledge of the interaction mechanisms. This approach will result in an unduly conservative standard which could not only restrict technological advances but would be unacceptable in terms of the loss of benefits accruing from technology; all for protection against questionable risks. This approach has been the basis for some Eastern European standards, leading to significantly lower exposure limits (<http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStandards/>).

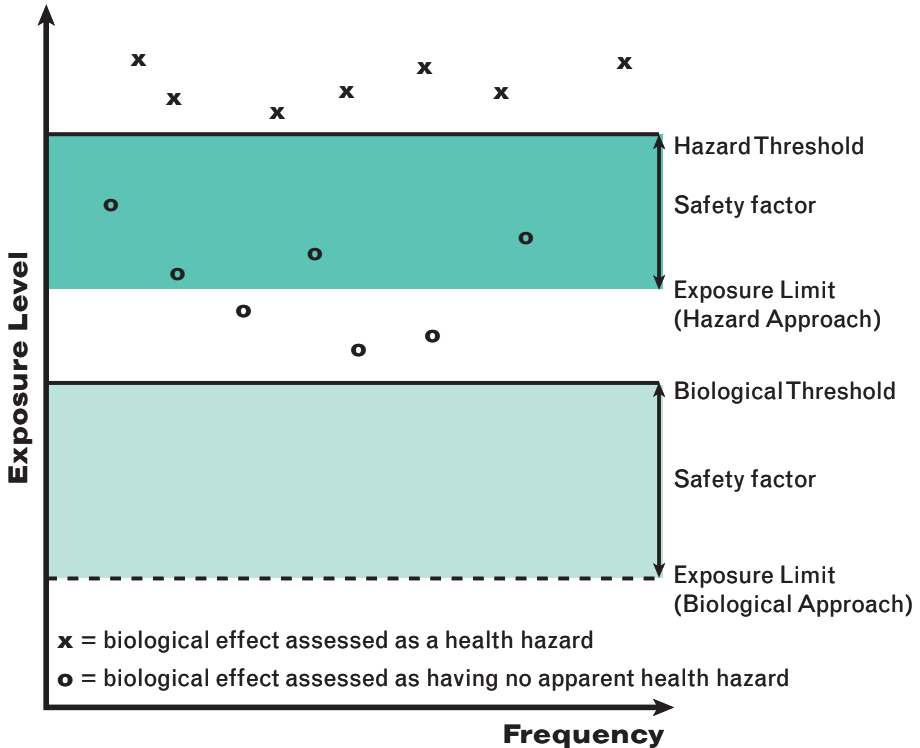


Figure 2 - Determination of exposure limits using the hazard threshold and biological approaches (Repacholi, 1983)

4.2 SAFETY FACTORS

Identification and quantification of various adverse effects of EMF exposure on health are difficult at best, and such judgments require extensive experience and expertise. Once the threshold exposure level that produces an adverse health effect at the lowest exposure level has been identified, exposure limits may be derived by reducing this

threshold level by a safety factor (Figure 2). Safety factors in health protection standards represent an attempt to compensate for unknowns and uncertainties in the science. Examples of sources of uncertainty about threshold levels include the extrapolation of animal data to effects in people, differences in the susceptibility of different groups or individuals, statistical uncertainties in the dose-response function, estimation of dose, and the possibility of combined effects of exposures at different frequencies and other environmental factors.

Generally acute effects can be quantified with reasonable precision and so derivation of limits to prevent these effects will not require a substantial safety factor below the observed threshold levels. When the uncertainty of the relationship between exposure and adverse outcome is greater, a larger safety factor may be warranted. There is no rigorous basis for determining precise safety factors; however, probabilistic approaches have been suggested for some parameters (Bailey, 1997).

4.3 BASIC RESTRICTIONS AND REFERENCE LEVELS

Limits on EMF exposure are termed basic restrictions and are based directly on established health effects and biological considerations. The physical quantities used in the international guidelines reflect the different concepts of “dose” relevant to the lowest-threshold for a health effect at different frequencies. In the low frequency range (between 1 Hz and 10 MHz) the current basic restriction is the current density (J , in $A\ m^{-2}$) for preventing effects in excitable tissues such as nerve and muscle cells; and in the high frequency range (between 100 kHz and 10 GHz), the basic restriction is the specific absorption rate (SAR, in $W\ kg^{-1}$) for prevention of whole-body heat stress and local heating. In the intermediate frequency range (between 100 kHz and 10 MHz) restrictions are on both the current density and SAR, while in the very high frequency range (between 10 and 300 GHz) the basic restriction is the incident power density (S , in $W\ m^{-2}$) for excessive tissue heating near or at the body surface. Protection against known acute adverse health effects is assured if these basic restrictions are not exceeded.

Because basic restrictions are often specified as quantities that may be impractical to measure, other quantities are introduced for practical exposure assessment purposes to determine whether the basic restrictions are likely to be exceeded. These reference levels (ICNIRP) or maximum permissible exposure levels (IEEE) correspond to basic restrictions under worst case exposure conditions for one or more of the following physical quantities: electric field strength (E), magnetic field strength (H), magnetic flux density (B), power density (S), limb current (I_L), contact current (I_C) and, for pulsed fields,

specific energy absorption (SA). Exceeding the reference levels does not necessarily imply that the basic restrictions are exceeded. However, in this case, it is necessary to test compliance with the relevant basic restrictions and to determine whether additional protective measures are necessary.

4.4 PROTECTING DIFFERENT POPULATIONS

Different groups in a population may have differences in their ability to tolerate a particular EMF exposure. If the scientific database suggests it, consideration should be given to the normal spectrum of sensitivities to stress that would exist in any population, to the possibility that certain drugs may produce adverse reactions in patients exposed to EMF, and to people who are sick to the extent that they may be particularly sensitive to additional stress. Thus it may be useful or necessary to develop separate guideline levels for different population groups. This can be accomplished by the use of larger safety factors for population groups that have an increased sensitivity to EMF when determining guideline limits.

A complementary approach is to distinguish between members of the general public and adult working population exposed under known conditions. Such distinction acknowledges the ability to better control the levels and duration of occupational exposures and to provide instruction and training to workers. In addition workers are usually a healthy adult population with medical monitoring available. By contrast, the general population is composed of people with a wide range of health sensitivities, age and illness. The general public will not necessarily have any knowledge of their EMF exposure or be able to minimize it. Thus, it is reasonable that an additional safety factor be incorporated into the public exposure limits and these should also account for continuous exposure conditions.

Some standards make provisions for occupationally exposed women who are pregnant to be considered as general public for the purpose of exposure limits. An example of how a national authority has managed this issue comes from the Australian RF standard (RPS₃, http://www.arpana.gov.au/rps__pubs.htm):

“In order to reduce the risk of accidental exposure above occupational limits a pregnant woman should not be exposed to levels of RF fields above the limits of general public exposure. Occupationally exposed women who are pregnant should advise their employers when they become aware of their pregnancy. After such notification, they must not be exposed to RF fields exceeding the general public limits. Pregnancy should

lead to implementation of relevant personnel policies. These include, but are not limited to, reasonable accommodation/adjustment or temporary transfer to non- RF work without loss of employment benefits.”

4.5 EXPOSURE STANDARD REQUIREMENTS

To ensure that an exposure standard has all the elements necessary to be complete, the following points must be addressed:

- **Frequency:** since the absorption of electromagnetic radiation is frequency-dependent, the same limits cannot be applicable over the whole frequency range. Thus, in the development of the standard there is a need to address the issue of frequency extrapolation from regions where there is little information on health effects, and to set limit values that harmonize with other standards; for example at the high frequency end of the standard, the limits should harmonize with the infrared standard.
- **Exposure level:** the level of exposure can be practically expressed in terms of reference levels. Situations where simultaneous exposure can occur to multiple frequency fields must be accounted for in the standard.
- **Exposure duration:** the time of exposure to various power levels should be quite precise. In many standards a certain power level is set for continuous exposure for 8 or 24 h per day, but higher levels of exposure are generally permitted for short periods of time. In this respect, the time over which the exposure level is averaged is important. The exact means of averaging exposures must be clearly indicated so that no confusion arises in the minds of persons responsible for compliance.
- **Whole-body and partial-body exposure:** For cases where only part of the human body is close to the EMF source (near field), supplementary guidelines should be provided for partial body exposure in addition to whole-body exposure. In general, partial body exposures may have higher limits than the whole body, but this depends on the mechanism of interaction (or alternatively on the operating frequency). This will be the case if the mechanism is heating, but would not be the case if the mechanism is induced currents.

5.1 PRACTICABILITY OF STANDARDS

Governments should provide the legal framework that provides their departments with the mandate to develop and implement EMF standards that are mindful of the health implications, including uncertain ones. The standards should be relevant, effective and workable. It should be recognized that the standard does not operate in isolation from the national legal framework, and in particular from other occupational, health, safety and environment laws.

5.2 VERIFICATION OF COMPLIANCE

Exposure standards have no value in protecting public health if they are not complied with. National authorities should only establish standards if there is a strategy for cost-effectively determining if the standards are being met and if an appropriately qualified and experienced person or authority has been identified and resourced to conduct compliance monitoring.

A standard should include practical information on measurable levels that correspond to basic restrictions on EMF exposure. Verification of compliance may be based on measurements or evaluations, and must be performed periodically. Several international standards provide technical advice on how to conduct compliance measurements. This includes guidance on the principles and practice of measurements and design of equipment and/or shielding to reduce exposure. Organizations carrying out such tasks are the international, regional and national technical standards bodies, including the International Electrotechnical Commission (IEC), the International Telecommunication Union (ITU), the International Organization for Standardization (ISO), the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) and the European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC).

Uncertainty in measurements used to evaluate compliance is a practical problem best handled by organizations responsible for the development of compliance methods. However, it is worth noting that better technical measurement techniques and computational dosimetry are available, and when properly incorporated in guidelines, these will reduce uncertainty and thus the magnitude of safety factors.

5.3 PRECAUTIONARY ASPECTS

The existence of well-established adverse health effects forms the basis of current EMF exposure guidelines. The increasing awareness of the need to account for uncertainty in the science database has been addressed primarily through research. However, research programmes may take several years to complete, and the long latency associated with diseases such as cancer in people may also preclude a rapid outcome in some studies. The issue of current uncertainty is addressed by some countries that wish to be more protective by requiring that exposures be reduced or avoided where possible. While EMF standards include exposure limits, some authorities now also have additional measures. Examples of such measures for ELF fields from power lines include minimum height of electrical conductors and necessary clearance between a transmission line and buildings (more specifically schools). For RF fields, restrictions on the siting of base stations, mandatory specifications for mobile phones and recommendations for use of hands-free-kits have been provided by different authorities.

In this context, WHO is currently developing a framework to guide public health policy in areas of scientific uncertainty (<http://www.who.int/peh-emf/en/>). In general terms, this aims to develop a set of policy options for protecting public health according to the degree of scientific uncertainty and the anticipated severity of the harm that might ensue, taking into account the size of the affected population and the cost. A principal requirement is that these types of policies be adopted in such a way as not to undermine scientific assessments of risk and science-based exposure limits. Effective risk communication and consultation between stakeholders are also seen as integral parts of this process.

5.4 AN ACCOMPANYING GUIDANCE DOCUMENT

The publication of a prescriptive standard should be accompanied by a guidance document which provides information supplementary to the requirements embodied in the standard. It should be written in an explanatory and non-regulatory style, and describe the basic concepts and objectives of the standard. This document should provide

material that will help in the interpretation of the standard, and background information relevant to the development of the standard, e.g. underlying rationale and scientific judgement. More specifically, the explanatory document may provide information on technical matters relating to quantities and units, mechanisms of interaction and field measurements, updated summaries of research, information on measures to be taken for persons occupationally exposed to EMF, and contact details of the relevant radiation protection and regulatory authorities.

For standards developed without reference to other standards it is important to explain the reason for not using international guidelines, and to describe the differences between the international guidelines and the requirements of the new standard.

Standards and guidance documents that are related to each other may be published separately, e.g. the Australian ARPANSA (2002) standard, or as a separate document (ICNIRP, 2002). Several standards have been developed without such a rationale or criteria document, making it difficult to interpret their basis.

5.5 PERIODIC EVALUATION

As new scientific information becomes available, standards should be updated. Therefore, a mechanism for periodic scientific evaluation by an appointed council should be set up that would issue, where necessary, amendments to the standard.

Certain studies may be more likely than others to prompt a re-evaluation of the standards because of their strength of evidence or because of the severity of the health outcome under study. Changes to standards or policy should only be made after a proper assessment of the science base as a whole to ensure that the conclusions of the research in a given area are consistent.

5.6 STANDARDS TERMINOLOGY

Consistent international guidance requires that all countries have a common understanding of the meaning of terms and concepts used. Many countries having EMF standards use different terminology which can lead to confusion and misunderstanding. Definitions of concepts and terms used in this document are given in <http://www.who.int/emf/glossary>.

REFERENCES

ARPANSA (2002) (<http://www.arpansa.gov.au/pubs/rps/rps3.pdf>)

Ahlbom A (1996): Some fundamental aspects of epidemiology with reference to research on magnetic fields and cancer. In: R Matthes (ed.): "Non-Ionizing Radiation". Proc. 3rd Non-Ionizing Radiation Workshop, 22 - 26 April, Baden, Austria. Oberschleissheim: ICNIRP, pp 17 - 27. Available from: Scientific Secretary, International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection, C/- Bundesamt für Strahlenschutz, Institut für Strahlenhygiene, Ingolstädter Landstraße 1, D-85764 Oberschleißheim, Germany.

Bailey W (1997). Probabilistic Approach to Deriving Risk-Based Exposure Guidelines: Application to Extremely Low Frequency Magnetic Fields, Radiation Protection Dosimetry, 72:327-336.

Beaglehole R, Bonita R, and Kjellström T (1993). Basic Epidemiology, Geneva: World Health Organization.

FDA (1993). Good laboratory practice for non-clinical laboratory studies. Food and Drug Administration, US Department of Health and Human Services. Fed. Reg. 21 CFR Ch. 1 (4-1-93 Edition), Part 58, 245-258.

Gart, J.J, Krewski, D, Lee, P.N, Tarone, R.E and Wahrendorf, J. (1986). Statistical methods in cancer research, Vol. 3, The design and analysis of long-term animal experiments (IARC Scientific publications No. 79), Lyon, IARC.

Hill, A.B (1965). The environment and disease: Association or causation? Proc R Soc Med 58; 295-300

IAEA (International Atomic Energy Agency), International basic safety standards, 1996. (<http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/SS-115-Web/Start.pdf>)

IARC (1987). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, suppl 17: Overall Evaluation of Carcinogenicity – an updating of IARC Monographs 1 to 42. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

IARC (1995). Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks of Humans: Preamble. International Agency for Research on Cancer, Lyon, France.

ICNIRP (1998) (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection), Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Physics 74(4), 494-522. (<http://www.icnirp.org/>)

ICNIRP (2002) General approach to protection against non-ionizing radiation. Health Physics 82(4), 540-548.

IEEE (2004) (Institute of Electrical and Electronics Engineers), C95.6, IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to electromagnetic fields in the frequency range 0-3 kHz, International Committee on Electromagnetic Safety (ICES).

IEEE (2005) (Institute of Electrical and Electronics Engineers), C95.1, IEEE standard for safety levels with respect to human exposure to radio frequency electromagnetic fields, 3 kHz to 300 GHz, International Committee on Electromagnetic Safety (ICES).

ITU (2004) (International Telecommunications Union), K.52, Guidance on complying with limits for human exposure to electromagnetic fields.

NTP (1992). Specification for the conduct of studies to evaluate the toxic and carcinogenic potential of chemical, biological and physical agents in laboratory animals for the National Toxicology Program (NTP). Attachment 2. August 1992 (Including modifications through 9/95). Available from: National Institute of Environmental Health Sciences, Environmental Toxicology Program, PO Box 12233, Research Triangle Park, NC 27709 USA.

Pocock S.J. (1983). Clinical Trials. A Practical Approach. J. Wiley, Chichester.

Repacholi M.H. (1983). Development of standards - Assessment of health hazards and other factors, in Biological Effects and Dosimetry of Nonionizing Radiation: Radiofrequency and Microwave Energies, Eds. Grandolfo M., Michaelson S.M., Rindi A., Plenum Press, 611-625.

Repacholi M.H. and Cardis E. (1997). Criteria for EMF health risk assessment, Radiat Prot Dosim 72, 305-312.

Repacholi M.H. (1998). Low-level exposure to radiofrequency electromagnetic fields: health effects and research needs. *Bioelectromagnetics* 19: 1-19.

WHO, 1946. Preamble to the Constitution of WHO as adopted by the International Health Conference, New York, June 1946. *Official Records of the World Health Organization*, No. 2, 100.

http://whqlibdoc.who.int/hist/official__records/constitution.pdf

APPENDIX– CRITERIA FOR RESEARCH STUDIES

This appendix addresses the accepted criteria for each type of scientific study (from Repacholi, 1998).

HUMAN STUDIES

Investigations of associations between exposure levels and adverse health effects can utilize either human volunteer or epidemiological studies. Such studies require the fulfilment of a number of criteria that effectively take into account and reduce possible impacts of bias, confounding, and chance variation in the interpretation of results. Bias is the operation of factors in the study design or execution that lead erroneously to a consistently weaker or stronger association than actually exists between exposure and the adverse-health end-point under study. Confounding occurs in situations in which a relationship is made to appear stronger or weaker than it actually is as a result of an association between the exposure under study and another factor that is causally associated with the adverse health effect. Lack of appropriate action to reduce the impact of these sources of error can decrease the credibility and the final weight given to the results of the study.

Guidelines on the conduct of high-quality epidemiology are given in Beaglehole et al. (1993) or Ahlbom (1996) and, for human trials, in Pocock (1983). A summary of these criteria is given below.

1. The study design must lead to maximum efficiency, both in reaching study objectives and in utilizing resources. Depending on the nature of suspected relationships between exposure and adverse health effects, as well as the specific study aim, various designs, such as case-control or cohort, may be appropriate.

2. Ascertainment of an adequate population sample size and statistical power should be based on prior statistical evaluations. These are important considerations when small elevations in relative risk are expected.
3. Study populations should be well defined at the outset. Hypotheses to be investigated must be explicitly and clearly stated. The manner by which cases of adverse health are ascertained must also be clearly stated, and case identification must be independent of exposure.
4. In case-control studies, controls should be appropriately chosen, taking into account the specific study aim and design. This enables the study to minimize the impact of factors other than those under study.
5. Regardless of study design, the minimization of non-response or non-participation is important, both to achieve the required study sample size, and to minimize the possibility of bias due to selective non-response (e.g., related to both disease and exposure status). A high participation rate may be encouraged by the careful dissemination of information on the study and the involvement of representatives of study groups in the planning process.
6. Both in study design and analysis, researchers should take into account the possibility of confounding factors. Data on potential confounders should be collected and appropriate statistical analysis used to minimize the effect of confounding on results and conclusions. It is recognized that identification of possible confounders may be difficult given the often-limited knowledge about causal factors that may affect the adverse-health end-point(s).
7. Investigators should characterize the exposure as precisely as possible. Data on different levels of exposure, its duration and temporal location should be collected, and the dosimetric measure utilized should be identified. Such data, and successful ascertainment and utilization of them should be taken into account at both the design and analysis stage of the study. It is important that the exposure is assessed in a way that is not related to the case status. Preferably, exposure assessment should be on an individual basis. It is recognized that, in practice, there may be a need to utilize surrogate measures of exposure. Categorizing exposure into groups can lead to misclassification. Such non-differential exposure misclassification often produces a bias towards the null, i.e. it tends to underestimate real effects.

8. In light of the complexity of the topic, studies should be designed and implemented using expertise from all appropriate scientific disciplines.
9. The method(s) used for statistical analysis should be appropriate for the purpose of the study, and they should be clearly described.
10. When sophisticated or non-standard analytical procedures are used, researchers should also report a descriptive analysis of the data. At a minimum, the number of exposed and unexposed cases and controls in case-control studies, and the number of observed and expected cases in cohort studies, should be provided. The effects of factors investigated (potential confounders) other than the exposure of interest, should also be reported.
11. Well-designed and -conducted studies should be published regardless of the outcome, since negative results are as useful as positive studies in the context of the database.
12. To allow combined analysis of several studies in the future, appropriate means to enable this, such as the use of standardized questionnaires, methods and reporting data should be considered.

In human volunteer studies, such as clinical trials or provocation studies, in addition to the points raised above, good practice should include:

1. a double-blind design, as appropriate to the study aim
2. appropriate and well described criteria for inclusion and exclusion of volunteers
3. adherence to relevant ethical rules and restraints.

ANIMAL STUDIES (IN VIVO)

All known human carcinogens studied adequately in experimental animals have produced positive results in one or more animal species (IARC, 1995). In general, if adequate data are absent from human studies, it is biologically plausible and prudent to regard studies that provide sufficient evidence of disease in animals, as evidence of disease risk in humans (IARC, 1995). However, animal models need to be relevant to diseases reported in humans. The possibility that exposure may cause a certain disease through a species-specific mechanism which does not operate in humans should also be considered. Consistency of positive results using a variety of animal models is important.

1. An assessment of disease from exposure involves several considerations of qualitative importance. These include the experimental conditions under which the study was performed (exposure regimen, animal species, strain, sex, age, and duration of follow-up), the consistency of the results across species and target organs, spectrum of disease outcomes (e.g., for cancer, the spectrum of neoplastic response from preneoplastic lesions and benign tumours to malignant neoplasms), and the possible role of modifying factors.
2. Complete characterization of exposure and related environmental factors is essential for animal studies.
3. The probability that a disease will occur may depend on the species, sex, strain, age of the animal, and the duration of exposure. Evidence of an increase in disease with level of exposure strengthens the inference of a causal association. The form of the dose-response relationship is important and may vary widely. For carcinogenesis, both DNA damage and increased cell division are important aspects.
4. If human studies suggest, for example, a 25% increase in a rare cancer, the animal studies should be sensitive enough to detect this small effect. The animal model should be sufficiently well characterised so that the basic level of cancer incidence is known, and that it is low enough to allow the detection of increases resulting from exposure, if they occur. If studies are negative, they should be able to demonstrate this with some assurance and should indicate the magnitude of risk they had power to detect. Many negative studies do not have enough power to detect effects of interest.
5. When considering statistical analyses of long-term animal experiments, adequate information should be given for each treatment group. These include the numbers of animals studied and the number examined histologically, the distribution of disease types, and survival time. Types of analyses and statistical methods used should be those generally appropriate and refined for this purpose (Gart, 1986).

CELLULAR STUDIES (IN VITRO)

Detailed guidelines on the conduct of high quality laboratory research can be found in the good laboratory practice guidance of the US Food and Drug Administration (FDA, 1993) and in the specifications of the US National Toxicology Program (NTP, 1992). A summary of the essential points is given below.

Experimental techniques, methods and conditions should be as completely objective as possible and based on biological systems appropriate to the endpoints studied. Safeguards from bias, such as double-blind techniques, blind scoring or codes, should be employed where appropriate. Where separate controls are used, an effort should be made to employ both positive and negative controls. The sensitivity of the experiment should be adequate to ensure a reasonable probability that an effect would be detected, if indeed one exists.

1. All data analyses should be fully and completely objective, with no relevant data deleted from consideration, and with uniform use of analytical methods. Data from experiments within the same protocol should be internally consistent. When results are reported as ratios, the underlying data should also be reported, or be available for in-depth analysis.
2. Published descriptions of methods should be given in sufficient detail that a critical reader would be convinced that all reasonable precautions were taken to meet requirements 1 and 2, and that other researchers can reproduce them.
3. Results should be statistically significant using appropriate tests.
4. Results should be quantifiable and susceptible to confirmation by independent researchers. Preferably, the experiments should be repeated and the data confirmed independently, or the claimed effects should be consistent with results of similar experiments, for which the biological systems involved are comparable. Theories (e.g., for mechanisms of interaction) should make sufficiently concrete predictions that they can be tested experimentally and be capable of being verified, if correct.
5. Results should be viewed with respect to previously accepted scientific principles before ascribing them new ones. Research findings pointing to previously unidentified relationships should be carefully evaluated and appropriate additional studies should be conducted before the findings are accepted.

www.who.int/emf/

Public Health and Environment
World Health Organization
21 Avenue Appia
CH-1211 Geneva 27
Switzerland
Tel: +41 22 791 2111
Fax: +41 22 791 4123
Email: emfproject@who.int

ISBN 92 4 159433 0



9 789241 594332

ESTABLECIENDO UN DIALOGO SOBRE LOS RIESGOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS



ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD

Catalogación por la Biblioteca de la OMS

Estableciendo un dialogo sobre los riesgos de los campos electromagneticos.

1. Campos electromagnéticos – efectos adversos
2. Medición de riesgo – métodos
3. Control de riesgo – métodos
4. Exposición a riesgos ambientales
5. Pautas
6. Manuales
7. Organización Mundial de la Salud.

ISBN 92 4 354571 X

(Clasificación LC/NLM: QT 34)

© Organización Mundial de la Salud 2005

Se reservan todos los derechos. Las publicaciones de la Organización Mundial de la Salud pueden solicitarse a Ediciones de la OMS, Organización Mundial de la Salud, 20 Avenue Appia, 1211 Ginebra 27, Suiza (tel.: +41 22 791 2476; fax: +41 22 791 4857; correo electrónico: bookorders@who.int). Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir las publicaciones de la OMS - ya sea para la venta o para la distribución sin fines comerciales - deben dirigirse a Ediciones de la OMS, a la dirección precitada (fax: +41 22 791 4806; correo electrónico: permissions@who.int).

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Organización Mundial de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Mundial de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan letra inicial mayúscula.

La OMS ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Mundial de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Diseñado por rsdesigns.com. Tipeado e impreso en Suiza.

ESTABLECIENDO UN DIÁLOGO SOBRE LOS RIESGOS DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS



RADIACIÓN Y SALUD AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE HUMANO
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
GINEBRA – SUIZA
2005

RECONOCIMIENTOS

La OMS agradece a todas las personas que han contribuido con este manual, el cual fue iniciado por dos conferencias: *Percepción del riesgo, Comunicación del Riesgo y su Aplicación a la Exposición a los Campos Electromagnéticos*, organizada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), en Viena, Austria (1997); y *Percepción y Comunicación de los Riesgos de los Campos Electromagnéticos*, organizada por la OMS, en Ottawa, Canadá (1998). Las reuniones del Grupo de Trabajo se llevaron a cabo para finalizar la publicación en Ginebra (1999, 2001) y en Nueva York (2000).

AGRADECIMIENTOS ESPECIALES SON PARA LOS PRINCIPALES CONTRIBUYENTES QUE BOSQUEJARON ESTE DOCUMENTO

- **Dra. Patricia Bonner**, Agencia de Protección del Ambiente, Washington, DC, USA
- **Profesor Ray Kemp**, Galson Sciences Ltd., Oakham, Reino Unido.
- **Dra. Leeka Kheifets**, OMS, Ginebra, Suiza.
- **Dr. Christopher Portier**, Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental, Carolina del Norte, USA.
- **Dr. Mike Repacholli**, OMS, Ginebra, Suiza.
- **Dr. Jack Sahl**, Sahl & Associates, Claremont, California, USA.
- **Dra. Emile van Deventer**, OMS, Ginebra, Suiza.
- **Dra. Evi Vogel**, Ministerio Bávaro para el Desarrollo Regional y de Asuntos Ambientales, Munich, Alemania y OMS, Ginebra, Suiza.

TAMBIÉN AGRADECEMOS A LAS SIGUIENTES PERSONAS POR SUS VALIOSOS COMENTARIOS

- **Dr. William H. Bailey**, Grupo de Salud, Nueva York, Nueva York, USA.
- **Dr. Ulf Bergqvist**, Universidad de Linköping, Suecia.
- **Dra. Caron Chess**, Universidad de Rutgers, Nuevo Brunswick, Nueva Jersey, USA.
- **Sr. Michael Dolan**, Federación de la Industria Electrónica, Londres, Reino Unido.
- **Dra. Marilyn Fingerhut**, OMS, Ginebra, Suiza.
- **Sr. Matt Gillen**, Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional, Washington, DC, USA.
- **Dr. Gordon Hester**, Instituto de Investigación de Energía Eléctrica, Palo Alto, California, USA.
- **Srta. Shaiela Kandel**, Ministerio del Ambiente, Israel.
- **Dr. Holger Kastenholtz**, Centro para la Evaluación de la Tecnología, Stuttgart, Alemania.
- **Dr. Alastair McKinlay**, Consejo Nacional de Protección Radiológica, Reino Unido.
- **Dr. Tom McManus**, Departamento de la Empresa Pública, Dublin, Irlanda.
- **Dra. Vlasta Mercier**, Oficina Federal de Salud Pública de Suiza, Berna, Suiza.
- **Sr. Holger Schütz**, Centro de Investigación Jülich, Alemania.
- **Dr. Daniel Wartenberg**, Universidad de Rutgers, Nuevo Brunswick, Nueva Jersey, USA.
- **Dra. Mary Wolfe**, Instituto Nacional de Ciencias de Salud Ambiental, Carolina del Norte, USA.


El financiamiento fue amablemente provisto por la Organización Mundial de la Salud, Departamento de Protección del Ambiente del Ser Humano, el Ministerio de Salud de Austria, el Ministerio para el Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear de Alemania, el Ministerio Bávaro para el Desarrollo Regional y de Asuntos Ambientales y el Instituto Nacional de Ciencias de la Salud Ambiental de los Estados Unidos.

CRÉDITOS DE LAS FOTOS

- Agencia France Press (p. 52, parte inferior)
- Getty Images (p. 26)
- Narda Safety Test Solutions GmbH (p. 52, parte superior)
- Photospin (pp. vi, viii, xii, 8, 10, 50)
- Photodisc (pp. 2, 18, 58)
- Consejo Nacional de Protección Radiológica, GB (pp. 2, 4, 6, 22)

TRADUCCIÓN EN ESPAÑOL A CARGO DE

Mag. Ing. Victor Cruz Ornetta, Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones del Perú.

AGRADECIMIENTOS	ii
INTRODUCCIÓN	vii
1 LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y LA SALUD PÚBLICA	1
LA EVIDENCIA PRESENTE	
¿Qué ocurre cuando usted está expuesto a campos electromagnéticos?	3
Efectos biológicos y en la salud	4
Conclusiones de las investigaciones científicas	5
2 COMUNICACIÓN DE LOS PELIGROS DE LOS CEM	9
GESTIÓN DE LA PERCEPCIÓN PÚBLICA	
Determinantes múltiples del tema del riesgo de los CEM	11
¿Cómo es percibido el riesgo?	15
La necesidad de la comunicación del riesgo	9
Manejo de la comunicación del riesgo de los CEM	23
 CUÁNDO COMUNICAR	24
CON QUIÉN COMUNICARSE	29
QUÉ COMUNICAR	33
CÓMO COMUNICAR	43
3 RECOMENDACIONES DE EXPOSICIÓN A CEM Y POLÍTICAS	51
LA SITUACIÓN PRESENTE	
¿Quién decide sobre las recomendaciones?	51
¿En qué se basan estas guías?	51
¿Por qué se aplica un factor de reducción más alto para las recomendaciones de exposición para el público en general?	53
Enfoques de precaución y el Principio de Precaución	55
Enfoques basados en la ciencia y la precaución para CEM	55
¿Qué está haciendo la Organización Mundial de la Salud?	57
GLOSARIO	60
LECTURA ADICIONAL	64



INTRODUCCIÓN

La preocupación pública sobre los posibles efectos en la salud de los Campos Electromagnéticos (CEM) ha llevado a la preparación de este manual. Los Riesgos Potenciales de la exposición a los Campos Electromagnéticos de instalaciones como líneas de energía eléctrica y estaciones bases de telefonía móvil presentan un difícil conjunto de retos para los responsables. Los *retos* incluyen determinar si hay peligro por la exposición a los Campos Electromagnéticos y cual es el impacto potencial en la salud, es decir, la “determinación del riesgo”; reconocer las razones de porque el público podría estar preocupado, es decir, “percepción del riesgo”; e implementar políticas que protejan la salud pública y respondan a las preocupaciones del público, es decir, “gestión del riesgo”. Responder a estos retos requiere involucrar individuos y organizaciones con el conjunto exacto de *competencias*, combinando la pericia científica relevante, fuertes habilidades de

comunicación y buen juicio en las áreas de gestión y regulación. Esto será cierto en cualquier contexto, sea local, regional o inclusive nacional o global.

¿POR QUÉ UN DIÁLOGO?

Muchas organizaciones gubernamentales y privadas han aprendido una lección fundamental, aunque a veces dolorosa; de que es peligroso asumir que las comunidades impactadas no quieren, o son incapaces de involucrarse significativamente en decisiones acerca de establecer nuevas instalaciones de Campos Electromagnéticos o aprobar nuevas tecnologías antes de su uso. Por esta razón, es crucial establecer un diálogo entre todos los individuos y grupos impactados por tales temas. Los ingredientes para un diálogo efectivo incluyen con-

sultas a los interesados, reconocimiento de falta de certeza científica, consideración de alternativas, y un proceso justo y transparente de toma de decisiones. El fracaso en la realización de estas acciones puede resultar en pérdida de confianza, toma de decisiones defectuosa así como de retardos en el proyecto y costos incrementados.

¿QUIÉN NECESITA ESTE MANUAL?

Este manual está destinado a apoyar a los responsables de la toma de decisiones que se enfrentan con una combinación de controversia pública, falta de certeza científica y la necesidad de operar instalaciones existentes y/o el requerimiento de ubicar nuevas instalaciones apropiadamente. Su meta es mejorar el proceso de toma de decisiones reduciendo malentendidos y mejorando la confianza a través de un mejor diálogo. El diálogo de

la comunidad, si es implementado exitosamente, ayuda a establecer un proceso de toma de decisiones que es abierto, consistente, justo y confiable. Este también puede ayudar a alcanzar la aprobación oportuna de nuevas instalaciones mientras que se está protegiendo la salud y seguridad de la comunidad.

Se espera que muchos otros grupos de funcionarios públicos, grupos privados y organizaciones no gubernamentales también encuentren útil esta información. Esta guía podría asistir al público en general cuando interactúe con agencias del gobierno que regulen la salud ambiental, y con compañías cuyas instalaciones podrían ser fuentes de preocupación. Están dadas referencias y sugerencias para mayor lectura para aquellos que busquen más información.

CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SALUD PÚBLICA

LA EVIDENCIA PRESENTE

1

Los campos electromagnéticos (CEM) ocurren en la naturaleza y por lo tanto siempre han estado presentes en la tierra. Sin embargo, durante el siglo XX, la exposición ambiental a fuentes de CEM hechas por el hombre, se ha incrementado sin parar, debido a la demanda de la electricidad, las siempre crecientes tecnologías inalámbricas y los cambios de prácticas laborales y conductas sociales. Todos estamos expuestos a una mezcla compleja de campos eléctricos y magnéticos a muchas frecuencias diferentes, en el hogar y en el trabajo.

Los efectos potenciales en la salud debido a los CEM producidos por el hombre ha sido un tema de interés científico desde finales de los años 1800, y han recibido particular atención durante los últimos 30 años. Los CEM pueden ser divididos en un sentido muy amplio en campos eléctricos y magnéticos estáticos y de baja frecuencia donde las fuentes más

comunes incluyen las líneas de energía, los artefactos electrodomésticos y las computadoras y campos de alta frecuencia o radiofrecuencia, siendo las principales fuentes los radares, las instalaciones de radio y televisión, los teléfonos móviles y sus estaciones bases, los calefactores de inducción y los dispositivos antirrobo.

A diferencia de las radiaciones ionizantes (tal como los rayos gamma producidos por materiales radioactivos, los rayos cósmicos y los rayos X) encontrados en la parte más alta del espectro electromagnético, los CEM son muy débiles para romper enlaces que unen las moléculas que forman las células, por lo tanto no pueden producir ionización. Es por esto que los CEM son llamados



FIGURA 1. EL ESPETRO ELECTROMAGNÉTICO

radiaciones no ionizantes (RNI). En la fig. 1 se muestra la posición relativa de las RNI como parte del espectro electromagnético. Las radiaciones infrarrojas, visibles, ultravioletas e ionizantes no serán consideradas en adelante en este libro.

¿QUÉ OCURRE CUÁNDO USTED ESTA EXPUESTO A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS?

Las corrientes eléctricas existen naturalmente en el cuerpo humano y son una parte esencial en las funciones normales del cuerpo. Todos los nervios transmiten sus señales por impulsos eléctricos. La mayoría de reacciones bioquímicas, desde aquellas asociadas con la digestión hasta aquellas comprometidas con la actividad cerebral, incluyen procesos eléctricos.

Los efectos de la exposición externa a CEM en el cuerpo humano y células dependen principalmente de la *frecuencia* y de la *magnitud* o *intensidad* de los CEM. La frecuencia simplemente describe el número de oscilaciones o ciclos por segundo. En bajas frecuencias, los CEM pasan a través del cuerpo mientras que en radiofrecuencias los cam-

pos son parcialmente absorbidos y penetran una pequeña profundidad en el tejido.

Los campos eléctricos de baja frecuencia influyen la distribución de las cargas eléctricas en la superficie de los tejidos conductores y causan el flujo de corrientes eléctricas en el cuerpo (fig. 2A). *Los campos magnéticos de baja frecuencia* inducen corrientes que circulan dentro del cuerpo humano (fig. 2B). La intensidad de estas corrientes inducidas depende de la intensidad del campo magnético externo y del tamaño del circuito a través del cual la corriente fluye. Cuando son suficientemente grandes, estas corrientes pueden causar estimulación de los nervios y músculos.

En *radiofrecuencias* (RF), los campos solo penetran a una corta distancia en el cuerpo. La energía de estos campos es absorbida y transformada en el movimiento de las moléculas. La fricción entre las moléculas, que se mueven rápidamente, da como resultado un incremento de la temperatura. Este efecto es usado en muchas aplicaciones domésticas tal como el calentamiento de alimentos en horno microondas y en muchas labores industriales tal

como la soldadura de plástico o el calentamiento de metales. Los niveles de los campos de RF a los cuales normalmente están expuestas las personas en el ambiente donde viven son mucho más bajos que

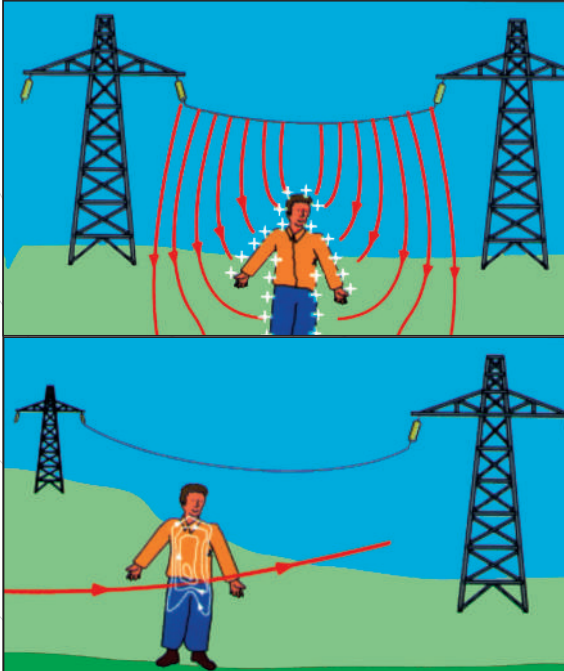


FIGURA 2. A Los campos eléctricos no penetran el cuerpo significativamente, pero forman una carga sobre su superficie, **B** mientras la exposición a los campos magnéticos causa el flujo de corrientes circulantes en todo el cuerpo.

los que se necesitan para producir algún calentamiento significativo.

EFFECTOS BIOLÓGICOS Y EFFECTOS EN LA SALUD

Los *efectos biológicos* son respuestas medibles del organismo o células a un estímulo o cambio en el ambiente. Tales respuestas, por ejemplo como el incremento del ritmo cardíaco después de beber café o la somnolencia en un salón mal ventilado no necesariamente son dañinas a la salud. Reaccionar a los cambios en el ambiente es algo normal en nuestra vida. Sin embargo, el cuerpo podría no tener mecanismos de compensación adecuados para mitigar todos los cambios o fuerzas ambientales.

La exposición ambiental prolongada, aún si fuera pequeña, puede constituir un riesgo a la salud si desencadena estrés. En los seres humanos, un *efecto adverso en salud*, resulta de un efecto biológico que cause perjuicios detectables en la salud o en el bienestar de los individuos expuestos.

El cumplimiento de los límites de exposición recomendados por organismos nacionales e internacionales ayuda a controlar los riesgos de la

exposición a CEM que puede ser dañina a la salud humana. El presente debate esta centrado en el cuestionamiento si la exposición por períodos largos, a niveles por debajo de los límites de exposición puede causar efectos adversos en la salud o influenciar el bienestar de la gente.

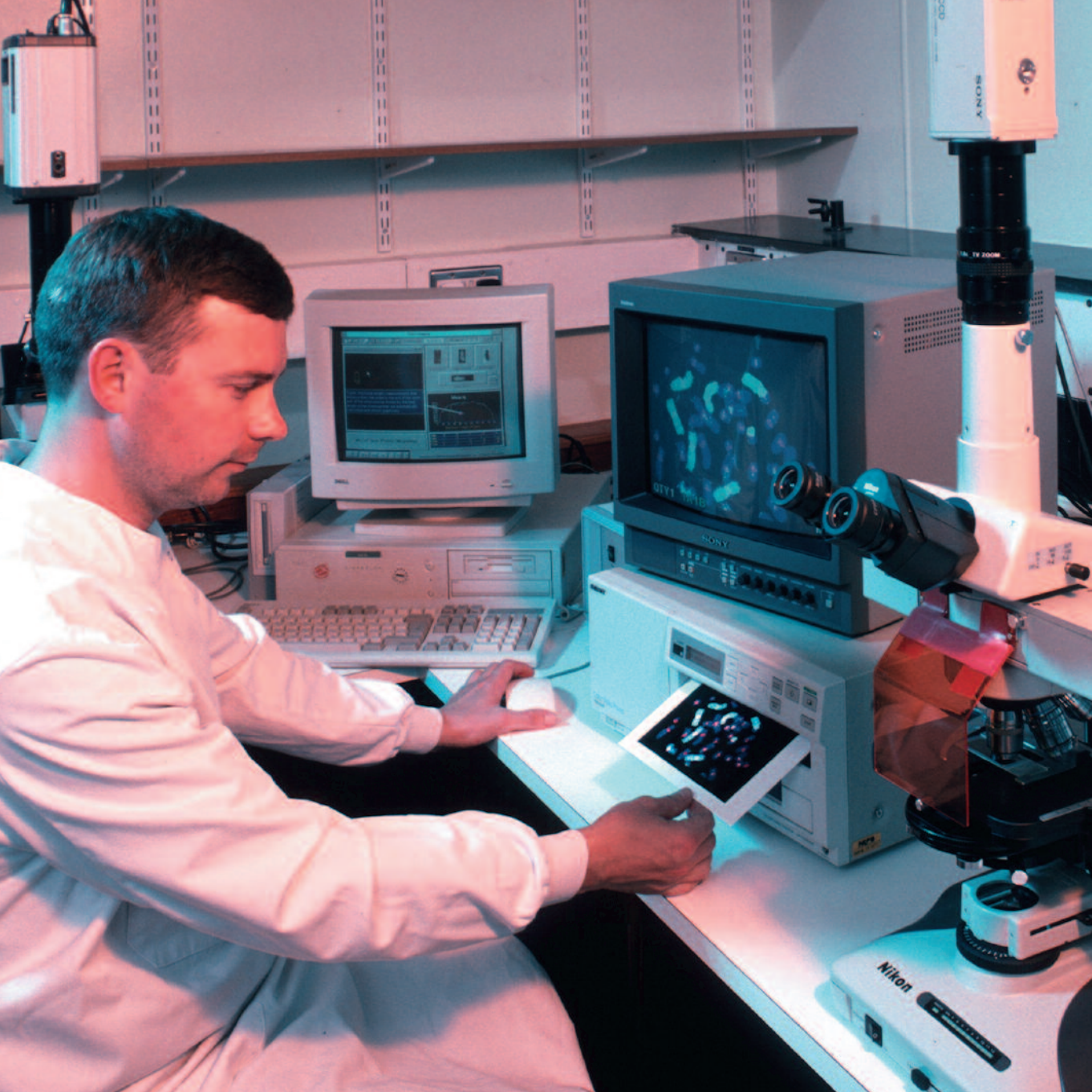
CONCLUSIONES DE LAS INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS

CAMPOS DE BAJA FRECUENCIA

El conocimiento científico acerca de los efectos en la salud de los CEM es considerable y esta basado en un gran número de estudios epidemiológicos, en animales e in-vitro. Muchos resultados, que van desde defectos reproductivos a enfermedades cardiovasculares y neuro-degenerativas, han sido examinados, pero la más consistente de las evidencias a la fecha es la concerniente a la leucemia en niños. En el 2001 un grupo de trabajo conformado por científicos expertos de la Agencia Internacional de Investigación del Cáncer de la OMS (IARC) reviso estudios relacionados a la carcinogenicidad de los campos eléctricos y magnéticos estáticos y de frecuencias extremadamente bajas (ELF). Usando la clasificación estándar de la IARC que pondera las evidencias en seres

humanos, animales y de laboratorio, los campos magnéticos de ELF fueron clasificados como posibles cancerígenos en seres humanos basados en estudios epidemiológicos de leucemia en niños. Un ejemplo bien conocido para este tipo de agentes es el café, el cual puede incrementar el riesgo de cáncer al riñón, mientras que al mismo tiempo puede proteger contra el cáncer al intestino “posible cancerígeno en seres humanos” es una clasificación usada para denotar un agente para el cual hay una evidencia limitada de carcinogenicidad en humanos y menos que suficiente evidencia para carcinogenicidad en experimentos con animales.

La evidencia para otros tipos de cáncer en niños y adultos, como también para otros tipos de exposición (ej. campos estáticos y campos eléctricos ELF) fue considerada inadecuada en la clasificación debido a la insuficiente o inconsistente información científica. A pesar que la IARC ha clasificado a los campos magnéticos de ELF como posibles carcinogénicos para los seres humanos, es posible que hayan otras explicaciones para la asociación observada entre la exposición a campos magnéticos de ELF y la leucemia en niños.



CAMPOS DE ALTA FRECUENCIA

Concerniente a los campos de radiofrecuencia, el balance de la evidencia a la fecha sugiere que la exposición a campos de RF de bajo nivel (tales como los emitidos por teléfonos móviles y sus estaciones bases), no causan efectos adversos a la salud. Algunos científicos han reportado efectos menores provenientes del uso de los teléfonos móviles, incluyendo cambios en la actividad cerebral, tiempo de reacción, y problemas de sueño. En la medida que estos efectos han sido confirmados, parecen caer dentro de los límites normales de variación humana.

En la actualidad, las investigaciones se han concentrado en resolver la interrogante si es que las exposiciones de bajo nivel por un período largo, aún a niveles tan bajos como para no causar incrementos significativos de temperatura, podrían causar efectos adversos a la salud. Varios estudios epidemiológicos recientes en usuarios de teléfonos móviles no encontraron evidencia convincente

de un incremento de riesgo de cáncer cerebral. Aunque, esta tecnología es muy reciente, para descartar posibles efectos a exposiciones prolongadas. Los teléfonos móviles y sus estaciones bases generan situaciones muy diferentes de exposición. La exposición a RF es mucho más alta para los usuarios de teléfonos móviles que para los que viven cerca de las estaciones bases. Aparte de las señales no frecuentes usadas para mantener el enlace con las estaciones bases más cercanas, los equipos móviles transmiten energía de RF solamente cuando esta en curso una llamada. Aunque las estaciones bases están transmitiendo señales continuamente, los niveles a los cuales el público está expuesto son extremadamente bajos, aún si es que ellos vivieran en la cercanía.

Dado que el uso de esta tecnología se ha generalizado, el grado de incertidumbre científica, y los niveles de aprehensión pública, son necesarios estudios científicos rigurosos y comunicación clara con el público.

COMUNICACIÓN DE LOS PELIGROS DE LOS CEM GESTIÓN DE LA PERCEPCIÓN PÚBLICA

2

La tecnología moderna ofrece herramientas poderosas para estimular todo un conjunto de beneficios para la sociedad, adicionalmente al desarrollo económico. Sin embargo, el progreso tecnológico en el sentido más amplio siempre ha sido asociado con riesgos y peligros, tanto percibidos como reales. Las aplicaciones industriales, comerciales y en el hogar de los CEM no son la excepción. A principios del siglo XX las personas se preocuparon por los posibles efectos en la salud, de los focos de luz y los campos emanados de los alambres de los postes telefónicos. Ningún efecto a la salud apareció, y estas tecnologías fueron gradualmente aceptadas como parte del estilo de vida normal. El entendimiento y adaptación a la introducción de nuevas tecnologías depende en parte de la forma como la nueva tecnología es presentada y como sus riesgos y beneficios son interpretados por un público siempre más desconfiado.

En todo el mundo, algunos miembros del público en general han indicado preocupación por la exposición a CEM provenientes de fuentes tales como líneas de energía de alto voltaje, radar, teléfonos móviles y sus estaciones bases podrían conducir a consecuencias adversas a la salud, especialmente en niños. Como resultado, la construcción de nuevas líneas de energía y redes de telefonía móvil han encontrado una considerable oposición en algunos países. La preocupación del público a causa de las nuevas tecnologías frecuentemente proviene de la no familiaridad y un sentido de peligro de fuerzas que ellos no pueden percibir.



La historia reciente ha mostrado que la falta de conocimiento acerca de las consecuencias en la salud de los avances tecnológicos puede no ser la única razón para la oposición social a las innovaciones. La falta de atención a las diferencias de percepción de riesgo que no son adecuadamente reflejadas en las comunicaciones entre los científicos, los gobiernos, la industria y el público, es también una causa. Es por esta razón que la *percepción de los riesgos* y la *comunicación del riesgo* son aspectos principales del tema de los CEM.

Esta sección tiene como finalidad proveer a los gobiernos, la industria y los miembros del público de un marco para establecer y mantener una comunicación efectiva acerca de los riesgos para la salud asociados a los CEM.

DEFINIENDO RIESGO

Tratando de entender la percepción de riesgo de las personas, es importante distinguir entre un peligro para la salud y un riesgo para la salud. Un *peligro* puede ser un objeto o una serie de circunstancias que pueden ser potencialmente perjudiciales a la salud de las personas. *Riesgo* es la

probabilidad que una persona sea perjudicada por un peligro en particular.

RIESGO Y PELIGRO

- Conducir un carro es un peligro potencial a la salud. Manejar un carro a altas velocidades presenta un riesgo. Cuanto más alta la velocidad, mayor es el riesgo asociado.
- Cada actividad tiene un riesgo asociado. Es posible disminuir el riesgo evitando actividades específicas, pero no se puede evitarlo completamente. En el mundo real no existe algo como el riesgo cero.

DETERMINANTES MÚLTIPLES DEL TEMA DEL RIESGO DE LOS CEM

Los científicos evalúan el riesgo a la salud ponderando y evaluando críticamente toda la evidencia científica disponible para desarrollar la *evaluación de riesgo* (Ver cuadro de la p. 13). El público puede realizar su propia evaluación de riesgo mediante un proceso completamente diferente, frecuentemente no basado en información cuantificable. Finalmente, este riesgo percibido podría tomar una importancia tan grande como el riesgo facti-



ble de medir en la determinación de las inversiones comerciales y la política gubernamental.

Los factores que dan forma a la *percepción del riesgo* de los individuos incluyen los valores básicos de la sociedad y de la persona (por ej. tradiciones, costumbres) así como su experiencia previa con

proyectos tecnológicos (por ej. represas, plantas de potencia). Estos factores pueden explicar las preocupaciones locales, posibles sesgos o agendas escondidas o presunciones.

Una cuidadosa atención a las dimensiones sociales de cualquier proyecto permiten a los hacedores de la política y a los administradores tomar decisiones basadas en la información como parte de un programa completo de *manejo del riesgo*. Finalmente, la gestión del riesgo para ser efectiva debe tomar en cuenta tanto el riesgo susceptible de medir como el riesgo percibido (fig. 3).

La identificación de los problemas y la evaluación científica del riesgo de estos problemas son los pasos claves para definir un programa de gestión de riesgo exitoso.

Para responder a esta evaluación, el programa debería incorporar acciones y estrategias, ej. encontrar opciones, tomar decisiones, implementar estas decisiones y evaluar el proceso. Estos componentes no son independientes, ni tampoco ocurren en un orden predeterminado.

BASES DE LA EVALUACIÓN DE RIESGO

La evaluación del riesgo es un proceso organizado usado para describir y estimar la probabilidad de resultados adversos a la salud provenientes de la exposición ambiental a un agente. Los cuatro pasos en este proceso son:

1. **Identificación del peligro:** la identificación de un agente potencialmente peligroso o una situación de exposición (ej. una sustancia particular o una fuente de energía).
2. **Evaluación dosis-respuesta:** la estimación de la relación entre la dosis o exposición a un agente o situación y la incidencia y/o severidad de un efecto.
3. **Evaluación de la exposición:** la evaluación de la magnitud de la exposición o potencial exposición en situaciones reales.
4. **Caracterización del riesgo:** la síntesis o el resumen de la información acerca de una situación potencialmente peligrosa en una forma útil para los que toman las decisiones y los involucrados.

FIGURA 3. EVALUACIÓN, INTERPRETACIÓN Y REGULACIÓN DE LOS RIESGOS ASOCIADOS CON LOS CEM

ALCANCE DE LAS OPCIONES PARA LA GESTIÓN DEL RIESGO

DECISIÓN DE TOMAR UNA ACCIÓN NO FORMAL es una respuesta apropiada en casos donde el riesgo es considerado muy pequeño, o la evidencia es insuficiente para sustentar acciones formales. Esta respuesta es frecuentemente combinada con un seguimiento muy cercano ej. monitoreo de los resultados de las investigaciones y mediciones y de la toma de decisiones de los entes estandarizadores, reguladores y otros.

PROGRAMAS DE COMUNICACIÓN puede ser usado para ayudar a las personas a entender el tema, haciéndolos parte del proceso y que tomen sus propias opciones sobre que hacer.

INVESTIGACIÓN para llenar los vacíos de nuestro conocimiento, ayudar a identificar problemas, y permitir una mejor evaluación del riesgo en el futuro.

APROXIMACIONES DE TIPO PRECAUTORIO son políticas y acciones que los individuos, organizaciones o gobiernos toman para minimizar o evitar futuros impactos potenciales en la salud y el ambiente. Estos pueden incluir regulaciones voluntarias propias para evitar o reducir la exposición, si fueran fácilmente realizables.

REGULACIONES son pasos formales tomados por los gobiernos para limitar la ocurrencia y las consecuencias de eventos potencialmente riesgosos. Los estándares con límites pueden imponerse con métodos que permitan acatarlos o pueden establecer objetivos a ser realizados sin ser prescriptivos.

LIMITANDO LA EXPOSICIÓN o prohibiendo completamente la fuente de exposición son opciones para ser usadas cuando el grado de certidumbre del peligro es alto. El grado de certidumbre y la severidad del daño son dos factores importantes para decidir el tipo de acciones a ser tomadas.

OPCIONES TÉCNICAS deberían ser usadas para reducir el riesgo (o el riesgo percibido). Estas pueden incluir consideraciones tales como el enterramiento de las líneas de energía, o la ubicación de los sitios de estaciones bases de telefonía móvil.

MITIGACIÓN envuelve la realización de cambios físicos en el sistema para reducir la exposición y finalmente el riesgo. La mitigación puede significar el rediseño del sistema, instalando apantallamientos o introduciendo equipos de protección.

COMPENSACIÓN es ofrecida algunas veces en respuesta a exposiciones altas en ciertos lugares de trabajo o ambientes. Las personas pueden estar dispuestas a aceptar algo de valor a cambio de aceptar el incremento de exposición.

Por el contrario, cada elemento es manejado por la urgencia de la necesidad de una decisión y la disponibilidad de información y recursos. Mientras que hay una gama de opciones para la gestión del riesgo (Ver cuadro de la p. 14), el énfasis en este libro se ha localizado en la segunda opción, principalmente en los programas de comunicación.

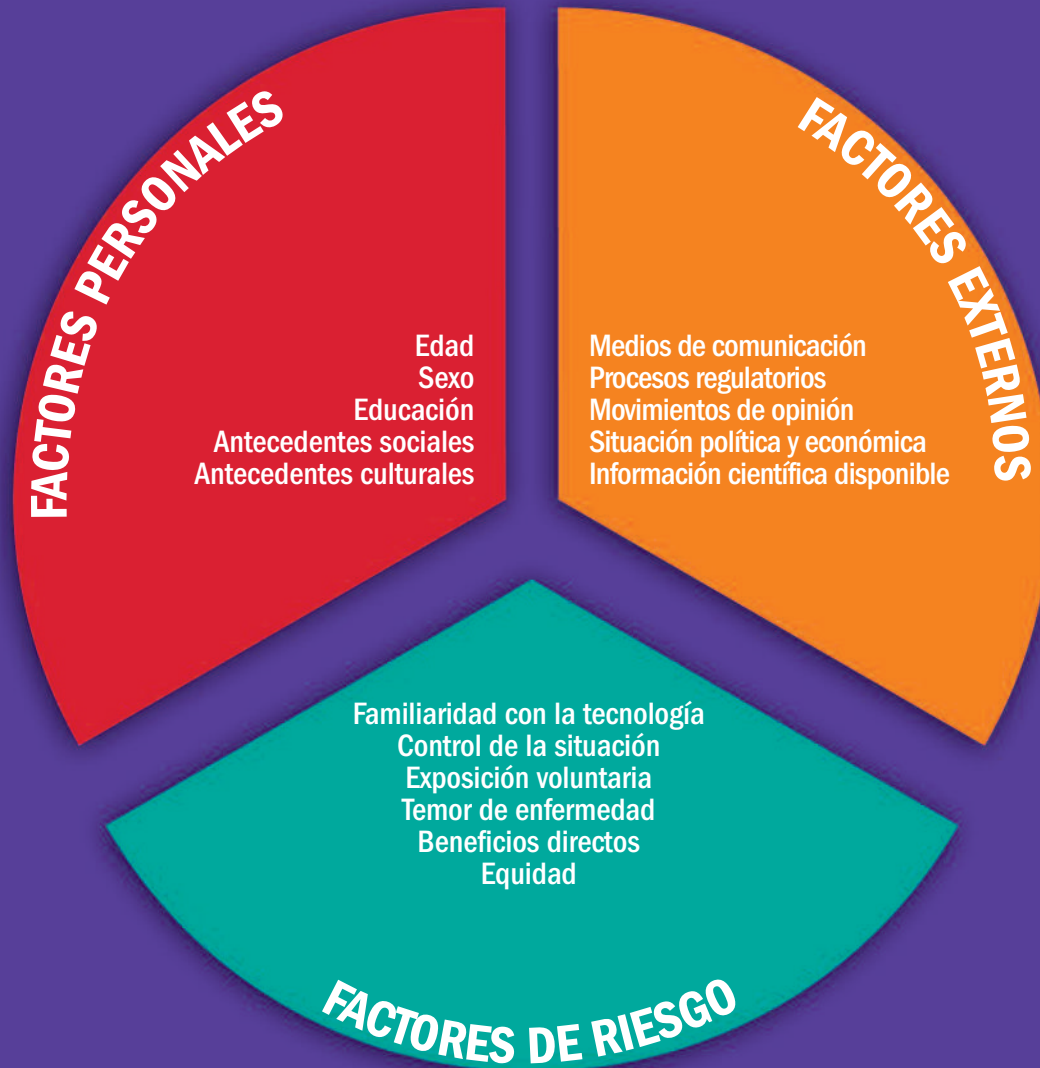
¿CÓMO ES PERCIBIDO EL RIESGO?

Muchos factores influyen la decisión de una persona de tomar o rechazar un riesgo: La gente percibe el riesgo como despreciable, aceptable, tolerable o inaceptable, en comparación a los beneficios percibidos. Estas percepciones dependen de factores personales, factores externos y de la naturaleza del riesgo. Los *factores personales* incluyen la edad, el sexo, el bagaje cultural y educacional. Algunas personas, por ejemplo, encuentran que los riesgos de tomar drogas de la calle como aceptables, por otro lado, mucha gente no. La aceptabilidad inherente en la toma de riesgos personales es la habilidad para controlarlos.

Sin embargo, hay situaciones donde los individuos pueden sentir que no tienen el control. Esto

es verdad especialmente en el caso de los CEM donde los campos son invisibles, el riesgo no es fácilmente cuantificable y el grado de exposición esta por encima del control inmediato. Esto además es exacerbado cuando los individuos no perciben beneficios directos de la exposición. En este contexto la respuesta del público dependerá de la percepción de este riesgo basada en factores externos. Esto incluye la información científica disponible, los medios de comunicación y las otras formas de diseminación de información, la situación económica del individuo y la comunidad, los movimientos de opinión y la estructura del proceso regulatorio y la toma de decisiones en la comunidad (fig. 4).

La *naturaleza del riesgo* puede llevar a diferentes percepciones. Cuanto más grande el número de factores que se agregan a la percepción del riesgo por parte del público, más grande el potencial para la preocupación. Los sondeos han encontrado que los siguientes pares de características de una situación generalmente afectan la percepción del riesgo.



■ **TECNOLOGÍA CONOCIDA VS NO CONOCIDA.** La familiaridad que se tiene con una tecnología o situación ayuda a reducir el nivel del riesgo percibido. El riesgo percibido se incrementa cuando la tecnología o situación, tal como los CEM, es nueva, no conocida, o difícil de comprender. La percepción acerca del nivel del riesgo puede ser significativamente incrementada si es que hay un entendimiento científico incompleto acerca de los potenciales efectos en la salud de una situación o tecnología particular.

■ **CONTROL PERSONAL VS FALTA DE CONTROL PERSONAL SOBRE UNA SITUACIÓN.** Si las personas no tienen la oportunidad de emitir opinión acerca de la instalación de líneas de energía y estaciones bases de telefonía móvil, especialmente cerca de sus casas, escuelas o áreas de juego, ellos tienden a percibir el riesgo de las instalaciones de CEM como si fuera alto.

■ **EXPOSICIÓN VOLUNTARIA VS INVOLUNTARIA.** Las personas sienten mucho menos el riesgo

cuando pueden elegir el suyo. Aquellos que no utilizan teléfonos móviles pueden percibir como un riesgo alto el proveniente de un campo de RF relativamente bajo emitido por estaciones bases de telefonía móvil. Sin embargo, los usuarios de los teléfonos móviles generalmente perciben como bajo el riesgo de campos de RF mucho más intensos provenientes de los equipos escogidos por ellos voluntariamente.

■ **CONSECUENCIAS DEL TEMOR VS EL NO TEMOR.** Algunas enfermedades y condiciones de salud, tal como el cáncer o dolores severos y persistentes y discapacidad, son más temidas que otras. Así de esta manera, aún una pequeña posibilidad de cáncer, especialmente en niños, de un peligro potencial tal como la exposición a CEM reciben una atención pública significativa.

■ **BENEFICIOS DIRECTOS VS INDIRECTOS.** Si las personas son expuestas a los campos de RF de estaciones bases de telefonía móvil, pero no

FIGURA 4. FACTORES QUE AFECTAN LA PERCEPCIÓN DE LOS RIESGOS AMBIENTALES

tienen un teléfono móvil, o si ellos están expuestos a campos eléctricos y magnéticos de líneas de transmisión de alto voltaje que no proveen de energía a su comunidad, pueden no percibir ningún beneficio directo de la instalación y es menos probable que acepten el riesgo asociado.

- **EXPOSICIÓN JUSTA VS NO JUSTA.** Los asuntos de justicia social pueden verse involucrados a causa de la exposición no equitativa a los CEM. Por ejemplo, si las instalaciones se encuentran en barrios pobres por razones económicas (ej. bajo costo del terreno), la comunidad local llevará injustamente los peligros potenciales.

Reducir los peligros percibidos involucra contrarrestar los factores asociados con el riesgo personal. Las comunidades sienten que tienen derecho a conocer cuál es la propuesta y cuál es el plan con respecto a la construcción de las fuentes de CEM que, en su opinión, podrían afectar su salud. Ellos quieren tener algún control y ser parte del proceso de toma de decisiones. A menos que sea establecido un sistema efectivo de información pública y

comunicación entre científicos, gobiernos, la industria y el público, las nuevas tecnologías de CEM serán objeto de desconfianza y temores.

LA NECESIDAD DE LA COMUNICACIÓN DE RIESGOS

Hoy en día, la comunicación con el público acerca de los riesgos ambientales de la tecnología juega un papel importante. De acuerdo al Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos, la comunicación del riesgo es “un proceso interactivo de intercambio de información y opinión entre individuos, grupos e instituciones. Esto implica múltiples mensajes acerca de la naturaleza del riesgo y otros mensajes, no estrictamente acerca de los riesgos, que expresan preocupación, opiniones o reacciones a mensajes de riesgo o planes legales e institucionales de gestión del riesgo”. La comunicación del riesgo es por lo tanto, no sólo una presentación de los cálculos científicos del riesgo, sino también un foro de discusión en temas amplios de preocupación ética y moral.

Los temas ambientales que implican incertidumbre como los peligros a la salud requieren decisiones sustentadas. Con este fin, los científicos

deben comunicar claramente la *evidencia* científica; las agencias del gobierno deben informar a la gente acerca de las regulaciones de seguridad y las medidas *políticas* y los ciudadanos

interesados deben decidir en que medida están dispuestos a aceptar tales riesgos. En este proceso, es importante que la comunicación entre los interesados se haga en forma clara y efectiva (fig. 5)



FIGURA 5. CANALES DE COMUNICACIÓN

MANEJO DE LA COMUNICACIÓN DEL RIESGO DE LOS CEM

Conforme el público empieza a ser crecientemente consciente de los temas de salud ambiental, habrá al mismo tiempo un decrecimiento de la confianza en los funcionarios públicos, expertos técnicos y científicos y gerentes industriales, especialmente en las grandes empresas privadas y públicas. También muchos sectores del público creen que el ritmo de cambios científicos y tecnológicos es muy rápido para ser manejados por los gobernantes. Más aún, en las sociedades políticamente abiertas, las personas

están listas para actuar y comprometerse con el problema. Los Individuos, las organizaciones de base de la comunidad y las organizaciones no gubernamentales están dispuestas a intervenir con acciones para dirigir las decisiones o alterar actividades si es que son excluidos del proceso de decisión. Este tipo de tendencia de la sociedad ha incrementado la necesidad de una efectiva comunicación entre todos los interesados.

Un acercamiento exitoso para planear y evaluar la comunicación del riesgo debería considerar todos los aspectos y partes comprometidas. Esta sección provee una introducción para la comunicación en el tema de los CEM a través de un proceso de cuatro pasos descrito en las siguientes páginas.



Danger: mobile phones can 'cook' your brain

by Jonathan Leake

HEAVY users of mobile phones may be damaging more than just their image. Research reveals that as much as 70% of the microwave radiation they emit is absorbed by the head, prompting fears that the phones may be a health risk.

Three unpublished studies by leading academics — one British and two American — appear to confirm safety concerns. According to the findings, energy absorbed by the head when using a phone creates "hot spots" in the brain.

has more than 5m mobile phone users. While the industry insists that emissions are too low to be hazardous, tomorrow sees the launch of a new nickel and steel fibre phone cover, which the makers claim blocks up to 90% of emissions that would otherwise enter the user's body.

¿CUÁNDO COMUNICAR?

PREGUNTAS CLAVES

- ¿Cuándo debería entrar en un diálogo?
- ¿Hay suficiente tiempo de planeamiento?
- ¿Puede investigar rápidamente quién y qué influencia las opiniones de la comunidad?
- ¿Cuándo incluyes a las partes interesadas?
- ¿Cuándo planeas el proceso, seleccionas las metas y trazas las opciones? ¿Cuándo se toman las decisiones?

Frecuentemente hay una ansiedad significativa por parte del público sobre algunas fuentes particulares de CEM, tales como las líneas de transmisión y las estaciones bases de telefonía móvil. Esta ansiedad puede conducir a objeciones fuertes sobre la ubicación de tales instalaciones. Cuando se levanta la oposición de la comunidad, frecuentemente es porque el proceso de comunicación no se ha iniciado lo suficientemente temprano para asegurar la confianza y el entendimiento del público.

La comunicación exitosa acerca de un proyecto requiere planeamiento y habilidad. Esto es importante para anticipar las necesidades de información: conocer que compartir y cuando hacerlo.

Establecer el diálogo tan pronto como es posible provee una serie de beneficios. Primero, el público verá al comunicador actuando de manera responsable y demostrando preocupación acerca del tema. Evitando atrasos en proporcionar la información y la discusión también disipará controversias, y disminuirá la probabilidad de tener que corregir una mala información y malos entendidos. Se debe tomar el parecer de las partes interesadas y hacer uso de lo que se ha aprendido para mejorar el planeamiento e implementación de la comunicación. Iniciar la comunicación del riesgo demuestra que uno está tratando de construir una relación con las partes interesadas

¿CUÁNDO COMUNICAR?

y esto en sí mismo, puede ser casi tan importante como el contenido de lo que se comunica.

El proceso de comunicación pasa a través de diferentes etapas. Al inicio del diálogo, hay una necesidad de proporcionar *información* y conocimiento. Esto incrementará la conciencia y algunas veces la preocupación por parte de los diferentes interesados. En esta etapa, será importante continuar la comunicación a través de un *diálogo abierto*, con todas las partes comprometidas antes de establecer políticas. Cuando se planea un nuevo proyecto, por ejemplo, construir una línea de energía o una estación base de telefonía móvil, la industria debería empezar inmediatamente la comunicación con autoridades locales y regionales como también con las partes interesadas (terratenientes, ciudadanos preocupados, grupos ambientalistas).

MANEJANDO UN TEMA SENSIBLE AL TIEMPO

Los temas de salud pública y ambiental tienen una vida dinámica; evolucionan con el tiempo. El ciclo de vida de un tema ilustra como se desarrolla con el tiempo la presión social sobre los que toman las decisiones (fig. 6). Durante las etapas iniciales del ciclo de vida, cuando el problema está latente o recién está emergiendo la presión del público es mínima.

Mientras el problema no se encuentre todavía en la Agenda de Investigación, hay un tiempo bastante extenso para ser investigado y analizar los peligros potenciales. Cuando el problema estalla en la conciencia actual del público, frecuentemente salta a primera línea debido a eventos claves (ej. debido a la atención de los medios de comunicación, intervención de activistas organizados, el Internet, o simple comuni-

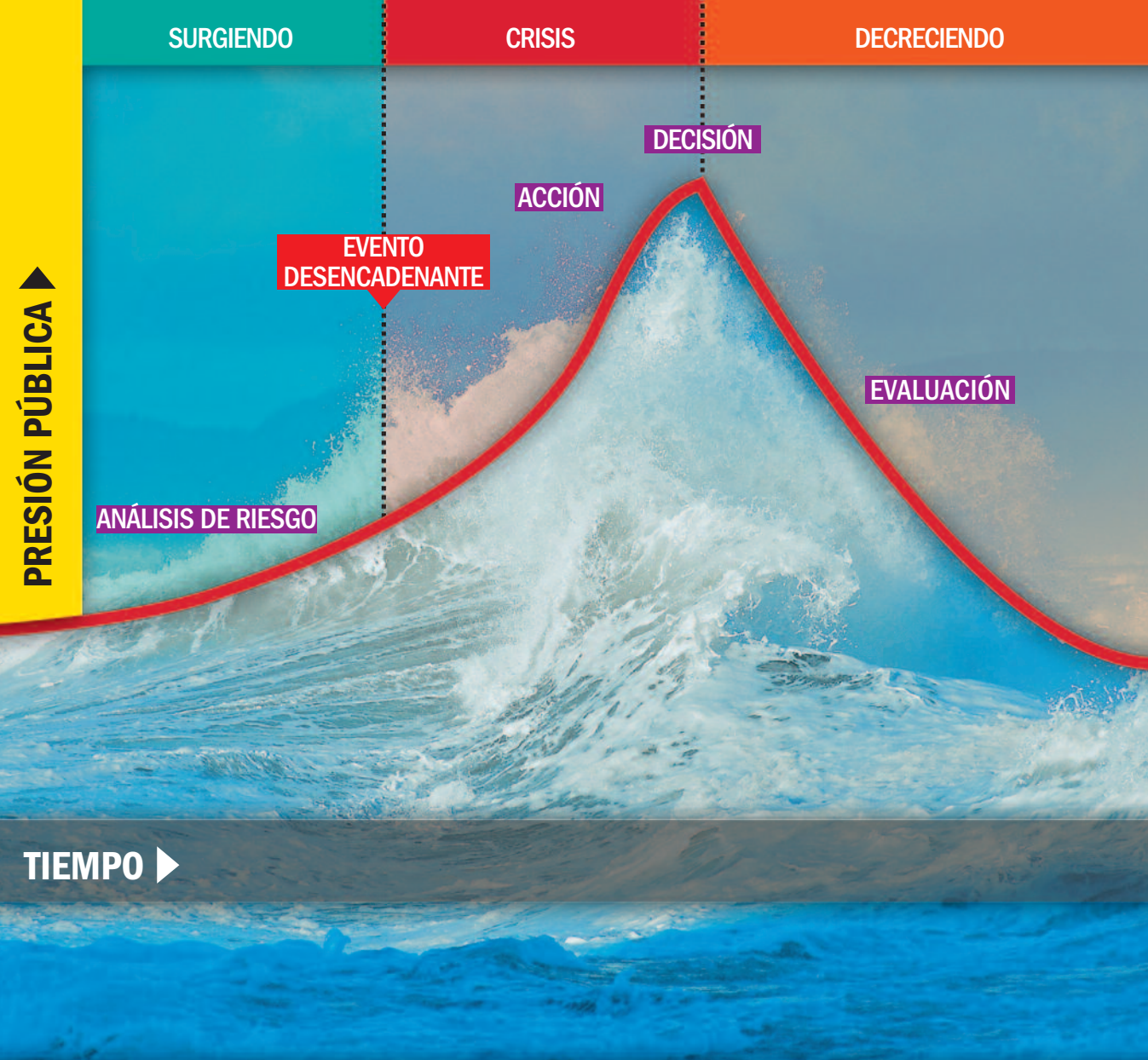


FIGURA 6. CICLO DE VIDA DE LA PERCEPCIÓN DEL RIESGO

(adoptado de *Evaluando las Opciones de Respuesta*, Judy Larkin, Compendio de Conferencias del Seminario Internacional de Percepción y Comunicación de los Riesgos de los CEM, OMS 1999)

¿CUÁNDO COMUNICAR?

cación oral), es importante tomar *acción* en la forma de comunicación con el público. Cuando el problema alcanza proporciones críticas, se debe tomar una *decisión*, pero una salida apresurada puede dejar a todas las partes insatisfechas. Cuando el problema empieza a disminuir en importancia en la agenda pública, debería tomarse tiempo para hacer la *evaluación* del tema y la toma de decisiones. La transición entre las diferentes fases dentro del ciclo de vida de un tema es dependiente de los niveles de conciencia y la presión de los interesados (fig.

6). Cuanto más temprano se introduzca una información balanceada, mucho más fácil será para los que toman las decisiones evitar que el tema alcance la etapa de crisis. Es más fácil ayudar a las personas a formar opiniones que cambiarlas. Una vez que estalla la crisis, se incrementa la dificultad de conducir efectivamente la comunicación del riesgo y lograr resultados exitosos del proceso de la toma de decisiones ya que hay menos tiempo para considerar opciones e involucrar a las partes interesadas en el diálogo.

ALGUNAS FUERZAS QUE ACTÚAN SOBRE EL CICLO DE VIDA

- Falta de confianza
- Percepción de un “villano” en la historia. (Por ej. la industria)
- Información equivocada
- Creencia de que la mayoría está tratando a la minoría en forma “no transparente”
- Cobertura de los medios de comunicación
- Intervención de grupos de activistas y otros grupos de interesados altamente motivados
- Dinámica emocional en el público

¿CUÁNDO COMUNICAR?

Ya que los tópicos que pueden generar controversia se hacen aún más críticos en los períodos de elecciones y otros eventos políticos, es conveniente preparar estrategias y tener opciones para la acción.

ADAPTÁNDOSE A LA DINÁMICA DE PROCESOS

Durante todo el ciclo de vida del tema, la estrategia de la comunicación necesitará estar a la medida de los grupos o individuos preocupados sobre una base ad-hoc, y pueden tomar una variedad de formas para ser más efectiva. Los medios de comunicación y las acciones deberían ser apropiadamente modificados, cuando aparece nueva información. Una oportunidad para influenciar

el ciclo de vida puede darse con la publicación oportuna de los resultados científicos. Mientras que los entes científicos internacionales tienen que responder públicamente por descubrimientos científicos recientes de una manera imparcial, los que toman las decisiones pueden probar a las partes interesadas que sus preocupaciones se toman seriamente adoptando una estrategia similar. En realidad, una *política de seguimiento del riesgo* es un componente importante para asegurar una gestión adecuada del riesgo, ya que la información continua es esencial para monitorear y proveer una retroalimentación para el proceso continuo de gestión del riesgo.

¿CON QUIÉN COMUNICARSE?

PREGUNTAS CLAVES

- ¿Quiénes serán los más interesados en el tema?
- ¿Cuál es el conocimiento acerca de los intereses, temores, preocupaciones, actitudes y motivaciones de las partes interesadas?
- ¿Qué autoridades son las responsables de la determinación e implementación de la política?
- ¿Hay organizaciones con quienes se puede formar sociedades en forma efectiva?
- ¿Quiénes puede proveer de consejo o experiencia científica?

Desarrollar una comunicación efectiva acerca de los riesgos depende de identificar las partes interesadas claves, aquellos que tienen el mayor interés o quienes pueden jugar el rol principal para el desarrollo del entendimiento y consenso entre los representantes relevantes.

Identificar estas partes interesadas y reconocer su rol frecuentemente requiere de una inversión sustancial en tiempo y energía. El fracaso en esta inversión puede comprometer la efectividad del mensaje.

IDENTIFICANDO LAS PARTES INTERESADAS

Es crucial tener una buena comprensión del “campo de juego” y en particular de los “jugadores” claves o partes interesadas en el tema de los CEM. Dependiendo de la situación en particular, el comunicador puede necesitar considerar varias, sino a todas, las partes interesadas (fig. 7). Cada uno de estos grupos necesita ser incluido en el proceso de comunicación y serán, en su momento, los instigadores o receptores de la comunicación. Los roles de algunos de las partes interesadas claves son discutidos a continuación.

La comunidad científica es una parte interesada importante porque provee de información técnica, y por lo tanto se asume que es independiente y apolítica. Los científicos pueden ayudar al público a entender los beneficios y los riesgos de los CEM, y ayudar a los reguladores a evaluar las opciones de gestión de los riesgos y a valorar las consecuencias de las



¿CON QUIÉN COMUNICARSE?

diferentes decisiones. Ellos tienen el rol importante de explicar la información científica disponible en una manera de que pueda ayudar a las personas a entender lo que se conoce, dónde se necesita mayor información, cuáles son las principales fuentes de incertidumbre, y cuándo se tendrá disponible una mejor información. En este rol, también pueden tratar de anticiparse y poner límites en las perspectivas futuras.

La *industria*, tales como las compañías de electricidad y los proveedores de telecomunicaciones, así como los fabricantes, es un jugador clave y frecuentemente se la ve como la productora del riesgo mucho más que como proveedora de servicios. La desregulación de estas industrias en muchos países ha incrementado el número de compañías (y, en algunos casos, el número de fuentes de CEM conforme las compañías compiten por la cobertura).

En algunos países, las industrias, especialmente las de servicios eléctricos, han realizado una aproximación pro-activa y positiva al manejo del riesgo y han enfatizado la comunicación abierta de la información al público. Sin embargo, sus fines de lucro, motivan que el público tenga desconfianza de sus mensajes.

Los *funcionarios del gobierno* a nivel nacional, regional y local tienen responsabilidades tanto sociales como económicas. Ya que se desenvuelven en un ambiente político, el público en general no siempre confía en ellos. En particular, los reguladores tienen un rol crucial ya que ellos diseñan los estándares y recomendaciones. Para lograr este objetivo, necesitan información completa y detallada de los principales interesados para decidir medidas políticas de protección contra la exposición a los CEM. Ellos deben de considerar las nuevas evidencias

FIGURA 7. PARTES INTERESADAS CLAVES EN EL TEMA DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

¿CON QUIÉN COMUNICARSE?

científicas, que podrían sugerir la necesidad de revisar las medidas de protección contra la exposición vigente, mientras que deben permanecer sensibles a las demandas y limitaciones de la sociedad.

El *público en general*, ahora mejor educado e informado en temas relacionados a la tecnología más que nunca antes, puede ser el único mayor determinante del éxito o el fracaso de un proyecto tecnológico propuesto. Esto es verdad especialmente en sociedades democráticas y altamente industrializadas. El sentir público frecuentemente se hace escuchar a sí mismo a través de ruidosas *asociaciones* u otros grupos de interés especiales que usualmente tienen buen acceso a los medios de información.

Los *medios de información*, juegan un rol esencial en las comunicaciones masivas, en las políticas y la toma de decisiones en la mayoría de sociedades democráticas.

La cobertura de los medios – periódicos, radio, televisión y ahora el Internet – tiene un mayor impacto sobre la manera cómo se percibe un riesgo ambiental y finalmente en el éxito del proceso de toma de decisiones. Los medios pueden ser una herramienta efectiva para incrementar el conocimiento del problema, radiodifundir la información a través de mensajes claros, e incrementar la participación individual.

Sin embargo, los medios pueden ser igualmente efectivos diseminando una información incorrecta, de ese modo se reduce la confiabilidad y soporte del proceso de toma de decisiones. Esto es especialmente verdadero en el Internet, ya que no hay un control de calidad. El profesionalismo de la presentación no necesariamente se refleja en la calidad del contenido. Los individuos tienen que establecer en sus propias mentes cuán confiable es una fuente particular, lo cual no es una decisión fácil para un profano.

¿QUÉ COMUNICAR?

PREGUNTAS CLAVES

- ¿Las partes interesadas tienen acceso a una información suficiente e imparcial acerca de la tecnología?
- ¿El mensaje es inteligible o contiene una gran cantidad de información compleja?
- ¿Los mensajes de todas las partes interesadas claves son escuchados? Por ejemplo ¿Hay un medio efectivo de proporcionar la retroalimentación?

La identificación de las preocupaciones y los problemas potenciales del público son críticos para una aproximación estratégica y proactiva. Una vez que las partes interesadas llegan a tomar conciencia de un tema, plantearán preguntas basadas en sus percepciones y evaluaciones del riesgo. Por tanto, la diseminación de la información debería hacerse de una manera que sea sensible a estas nociones preconcebidas; de lo contrario, las decisiones de la administración ofenderán y alienarán a las partes interesadas.

La estrategia y la base lógica a seguir dependerán de la audiencia. El público también dictará cuales son las preguntas que pueden esperarse. Para convencer a la audiencia, argumentos apropiados y creíbles, que apelen no sólo a la razón; sino también a la emoción y vínculos sociales, deberían ser utilizados. Diferentes tipos de argumentos son descritos en la fig. 8

COMUNICANDO LA CIENCIA

Los científicos comunican resultados técnicos derivados de investigaciones a través de publicaciones de diferente valor científico, (siendo las de más alto nivel las publicaciones revisadas por pares), revisiones de expertos y evaluaciones de riesgo. A través de este proceso, los resultados de la investigación científica pueden ser incorporados en el desarrollo e implementación de políticas y estándares. El monitoreo continuo y las revisiones de los hallazgos técnicos son



FIGURA 8. LOS COMPONENTES DEL MENSAJE

¿QUÉ COMUNICAR?

importantes para asegurar que cualquier incertidumbre residual sea abordada y minimizada a mediano o largo plazo, y de esta manera proveer confianza al público.

Sin embargo, a pesar que la información científica ha comprobado ser valiosa para la toma de decisiones en salud pública, no esta exenta de errores. Las contribuciones de los científicos pueden fallar por diferentes razones. Por ejemplo, la disponibilidad de información puede ser presentada de una manera que no sea útil para la toma de decisiones (por ser muy compleja o muy simplificada) conduciendo a conclusiones o decisiones incorrectas (posiblemente debido a la incertidumbre inherente en los datos o a los problemas en la comunicación), o es errónea.

■ SIMPLIFICANDO EL MENSAJE

Los expertos técnicos se enfrentan al desafío de proporcionar información que sea comprensible por el público en su totalidad. Esto implica simplificar el mensaje. Sino, los medios de comunicación tomarán esta tarea con el peligro de comunicar mal la información.

Esto es especialmente cierto para los CEM, de los cuales la mayoría de personas tienen una imagen muy difusa, percibiéndolos como ondas invisibles y penetrantes potencialmente dañinas.

■ EXPLICANDO LA INCERTIDUMBRE CIENTÍFICA

Cuando se hace una evaluación de riesgo, la información disponible para la toma de decisiones esta basada en la ciencia. Sin embargo, la evaluación científica de las res-

¿QUÉ COMUNICAR?

puestas biológicas a la exposición ambiental raramente conduce a una conclusión unánime. Los estudios epidemiológicos tienen una tendencia a un cierto sesgo, y la validez de la extrapolación de los estudios en animales a seres humanos con frecuencia es cuestionable. El “peso de la evidencia” determina el grado por el cual los resultados disponibles validan o refutan una hipótesis dada. Para estimar los pequeños riesgos en un área compleja de la ciencia y la sociedad, ningún estudio por sí solo puede proporcionar una respuesta definitiva. Las fortalezas y debilidades de cada estudio deberían ser evaluadas y los resultados deberían ser interpretados para conocer cómo alteran el “peso de la evidencia”. La incertidumbre es por lo tanto inherente al proceso y debe ser parte integral del planeamiento de cualquier gestión de riesgo o tarea de comunicación. En realidad, el público comúnmente interpreta la incertidumbre en el saber científico sobre los efectos

a la salud de los CEM, como una declaración de la real existencia del peligro.

■ PRESENTANDO TODA LA EVIDENCIA

El público con frecuencia basa estos preconceptos en resultados científicos publicados

ALGUNAS REGLAS BÁSICAS PARA POPULARIZAR LA INFORMACIÓN TÉCNICA.

- Determinar y clasificar los mensajes claves que quieres transmitir, ej.: definir tus objetivos de información.
- Asegúrese de entender la información necesaria para la audiencia.
- Explicar los conceptos en un lenguaje simple, si es necesario, clarificar el vocabulario técnico usado en las publicaciones de los expertos, ej. la clasificación de la IARC de los carcinógenos potenciales en diferentes categorías dependiendo de la evidencia científica (si es “carcinogénico”, “probablemente carcinogénico” y “posiblemente carcinogénico”).
- Evitar la sobre-simplificación, puedes aparecer como mal informado u ocultando la verdad.
- Hacer conocer que estas simplificando y proporcionar referencias de documentos de soporte.

¿QUÉ COMUNICAR?

que muestran una posible asociación para los efectos de la salud. Es importante para los científicos presentar toda la evidencia disponible cuando se disemina la información científica aún si la investigación presenta resultados opuestos. Sólo entonces los científicos pueden ser vistos como realmente independientes. El razonamiento científico puede ser usado siempre para argumentar contra un hallazgo particular.

■ ENTENDIENDO LA AUDIENCIA

Es importante discernir que tipo de información desea el público y dirigirse hacia esa necesidad, aceptando cuando es necesario que la ciencia es incompleta. Restringir la comunicación a temas sobre los cuales hay certeza científica puede dejar al público, y algunas veces a los políticos, con un sentimiento que sus necesidades de información no han sido satisfechas. Entender las motivaciones de las partes interesadas ayudará a

afinar el mensaje. Por ejemplo, un residente que afronta la posibilidad de la construcción de una línea de energía cercana puede estar preocupado por la inesperada depreciación del valor de su propiedad o el impacto en el paisaje o el daño ambiental, mientras que un potencial comprador de casas en la vecindad de una línea de energía existente podría estar preocupado principalmente por la salud.

■ DISTORSIONADO LA INFORMACIÓN CIENTÍFICA

La ciencia es una poderosa herramienta y ha ganado su credibilidad por ser predictiva. Sin embargo, su utilidad depende de la calidad de los datos, lo cual está relacionado a la calidad y credibilidad de los científicos. Es importante verificar el conocimiento y la integridad de los llamados “expertos”, quienes pueden lucir y sonar extremadamente convincentes; pero pueden sostener pun-

¿QUÉ COMUNICAR?

tos de vista no ortodoxos, que los medios de comunicación pueden justificar su difusión “en aras del balance”. De hecho ponderar estos puntos de vista no ortodoxos puede influenciar desproporcionadamente la opinión pública. Para el público, con frecuencia la mejor fuente de información son los paneles de expertos independientes quienes periódicamente proporcionan resúmenes de los estados actuales del conocimiento.

PONIENDO EL RIESGO DE LOS CEM EN PERSPECTIVA

Aunque las evidencias científicas actuales indican que los riesgos en la salud de los CEM no son altos, el público permanece preocupado por las instalaciones que producen CEM. Esta discrepancia en puntos de vista esta principalmente basada en un enfoque diferente de los temas de riesgo por parte de los expertos y el público en general. Por un lado los expertos

CONSEJOS PARA CONTRUIR UNA ESTRATEGIA EFECTIVA DE COMUNICACIÓN DE RIESGOS

- La investigación debe responder las siguiente preguntas:
 - ¿Cuáles son las fuentes de información?
 - ¿Cuáles son las publicaciones o revistas claves?
 - ¿Cuáles son los sitios web relevantes?
 - ¿Hay otros temas similares de los cuales se pueda aprender?
 - ¿Quiénes pueden explicar la investigación científica a las personas profanas?
- Hacerse disponible en escenarios formales e informales para mejorar la comunicación. Las reuniones privadas pueden destruir la confianza si es que el acceso de las partes interesadas no es balanceado.
- Hacer conocer la incertidumbre, describir porque existen y ubicarlas en un contexto de lo que ya es conocido.
- Aceptar que las habilidades de comunicación del riesgo son importantes para todos los niveles de la toma de decisiones de la organización, desde el inicio de la gestión del proyecto.
- Evitar conflictos innecesarios, pero entender que una decisión personal o política es por naturaleza una dicotomía; ej. una persona decide comprar o no comprar una casa cerca de una línea de energía.
- Reconocer que aún si se puede comunicar bien, puede ser que no llegue a un acuerdo.
- Recordar que en la mayoría de sociedades, aunque pueda tomar mucho tiempo, las comunidades finalmente deciden cual es un riesgo aceptable, no las agencias de gobierno o corporaciones.

¿QUÉ COMUNICAR?

tienen que evaluar la evidencia científica del riesgo (evaluación del riesgo) usando un criterio objetivo y bien definido. Sus hallazgos serán usados para delinear respuestas bajo la forma de decisiones y acciones a través de las políticas públicas. Por otro lado, el público en general evalúa los peligros incurridos debido a las tecnologías de CEM a nivel individual (percepción del riesgo). Las diferencias en el enfoque son detalladas mejor en los cuadros siguientes. La cuantificación de los riesgos es

de utilidad limitada en comunicaciones con el público en general quienes pueden no poseer una formación técnica.

Cuando se utiliza información cuantitativa, puede ser más útil si se compara con cantidades ya comprendidas. Esto ha sido efectivamente usado para explicar el peligro asociado con los viajes aéreos comerciales comparándolo con actividades familiares tal como conducir autos; o para explicar el peli-

DIFERENCIAS EN LA EVALUACIÓN DEL RIESGO ENTRE LAS PARTES INTERESADAS

EVALUACIÓN DE EXPERTOS (EVALUACIÓN DEL RIESGO)	EVALUACIÓN DE LAS PERSONAS (PERCEPCIÓN DEL RIESGO)
<ul style="list-style-type: none"> ■ El enfoque científico para cuantificar el riesgo ■ El uso de conceptos probabilísticos (uso de promedios, distribuciones,...) ■ Depende de información técnica transmitida a través de canales bien definidos (estudios científicos) ■ Producido por equipos científicos ■ Importancia dada a hechos científicos objetivos ■ Se centra en la evaluación del beneficio-costos de la tecnología ■ Busca validar la información 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Usa información local de situaciones específicas o evidencias anecdóticas ■ Depende de información de múltiples canales (medios de comunicación, consideraciones generales e impresiones) ■ Proceso individual ■ Importancia de las emociones y percepciones subjetivas ■ Se centra en la seguridad ■ Busca tratar circunstancias individuales y preferencias.

¿QUÉ COMUNICAR?

COMPARACIÓN: UNA HERRAMIENTA PARA LA COMUNICACIÓN

La comparación del riesgo debería ser usada para incrementar el conocimiento y ser educativo de una manera neutral. Esta es una herramienta avanzada que requiere un planeamiento cuidadoso y experiencia. Mientras una comparación pone los hechos en un contexto entendible, es necesario ser cuidadoso de no usar esta para ganar aceptación o confianza. El uso inapropiado de la comparación del riesgo puede disminuir la efectividad en la comunicación y aún dañar la credibilidad en el corto plazo.

NOTA: Nunca comparar la exposición voluntaria (tal como fumar o manejar) con la exposición involuntaria. Para una madre con tres hijos que vive cerca de una estación base de telefonía móvil, el riesgo que ella está tomando es no voluntario. Si compararías su exposición a CEM con su forma de conducir por una autopista a 140 km/h, puedes ofenderle

- Tomar en cuenta las características sociales y culturales de las audiencias y hacer la comparación relevante a lo que ellos conocen.
- No usar comparaciones en situaciones donde la confiabilidad es mínima.
- Hacer que las comparaciones no trivialicen los temores y las preguntas de las personas.
- No usar comparaciones para convencer a una persona acerca de la corrección de tu posición.
- Recordar que una comparación de los datos de exposición es menos emocional que una comparación de riesgos.
- Ser consciente que la manera como se presentan los riesgos pueden afectar la percepción de ellos.
- Usar una pre-prueba para ver si las comparaciones que se planearon utilizar causan la respuesta que se esperaba obtener.
- Aceptar que la comparación por sí misma no resuelva el tema.
- Reconocer que si la comparación genera más preguntas que respuestas, se necesita encontrar otro ejemplo.
- Estar preparado a que otros usen comparaciones que sean emocionales o dramáticas.

EJEMPLO: Para ilustrar el nivel de potencia de una fuente de emisión de CEM,

- Mostrar los datos de emisión antes y después de que una instalación similar entró en operación.
- Compararlos con límites máximos permisibles, pero aceptar que las preocupaciones de las personas podrían ser niveles muy por debajo de los límites recomendados.

¿QUÉ COMUNICAR?

gro de la exposición a radiación de un diagnóstico de rutina con rayos X comparándolo con la exposición proveniente de las fuentes naturales de radiación. Sin embargo, hay que tener cuidado de cuando usar la comparación de riesgos (Ver cuadro de la p. 40). Realmente es importante cuantificar los diferentes riesgos a la salud dentro de un marco comparable, particularmente para seleccionar las agendas políticas y las prioridades de investigación.

EXPLICANDO MEDIDAS DE POLÍTICA

El tipo de medidas que un gobierno toma da un fuerte mensaje de cual es la posición de los reguladores con respecto a los riesgos a la salud asociados con los CEM. Las agencias reguladoras tienen la responsabilidad de preparar y disseminar información acerca de las políticas implementadas a nivel local y nacional. A nivel local es importante que

las autoridades tengan un mínimo de conocimiento en el tema de los CEM para responder preguntas del público o solicitar información a la fuente apropiada. A nivel nacional, la diseminación ha sido implementada con efectividad en diversos países a través de las hojas informativas de la OMS o panfletos con similar información, con frecuencia disponibles en Internet.

Cuando se discuten las políticas con el público, el comunicador debería estar preparado para explicar que cubren las recomendaciones sobre límites de exposición (ej. frecuencias, factores de reducción,...) y como han sido establecidas, que hechos científicos fueron usados, que asunciones fueron hechas, que recursos administrativos son necesarios para implementarlos, y que mecanismos existen para asegurar el cumplimiento por parte de los fabricantes

¿QUÉ COMUNICAR?

de los productos (ej. teléfonos móviles) o proveedores de servicios (ej. operadores de electricidad o telecomunicaciones).

También es de interés hacer conocer al público si es que hay procedimientos y cronogramas para actualizar las recomenda-

ciones conforme a los avances en la investigación científica. La toma de decisiones con frecuencia se basa en resultados preliminares o datos insuficientes, y sus decisiones deberían ser revisadas tan pronto como una evaluación sea completada.

EXPLICANDO LOS LÍMITES DE EXPOSICIÓN AL PÚBLICO

Usar los límites de exposición a CEM como un instrumento de política formal requiere de un buen entendimiento científico por parte de los que toman las decisiones y el comunicador. Es importante recalcar al público que:

- La determinación de los niveles de campo en una cierta ubicación es un elemento clave que determinará si es que hay riesgo o no.
Si es posible, es útil mostrar datos de los campos medidos en ciertos sitios seleccionados y comparar estos con cálculos numéricos y con recomendaciones de exposición aceptadas.
- La intensidad de campo es dependiente de la distancia de la fuente de CEM, y normalmente decrece rápidamente conforme se aleja de éste.
Para proteger la seguridad de los seres humanos, cercas, barreras u otras medidas de protección son usadas por algunas instalaciones para evitar accesos no autorizados en áreas donde los límites de exposición podrían ser excedidos.
- Con frecuencia, pero no en todos los estándares, los límites de exposición son más bajos para el público en general que para los trabajadores.

¿CÓMO COMUNICAR?

PREGUNTAS CLAVES

- ¿Qué tipo de herramientas de participación escoge para dirigirse a su audiencia?
- ¿Dónde, cuándo y bajo que circunstancias la discusión tiene lugar?
- ¿Qué tono prevalece?
- ¿Cuán formalmente es gestionada la situación ?

La comunicación del riesgo efectiva no depende solamente del contenido del mensaje, sino también del contexto. En otras palabras, la forma como se dice algo es tan importante como lo que se dice. Las partes interesadas recibirán información en varias etapas del tema. Esta vendrá de un amplio rango de fuentes con diferentes perspectivas. Esta diversidad influencia como las partes interesadas perciben los riesgos y lo que a ellos les gustaría que ocurra.

SELECCIONANDO EL TONO

Cuando se negocia un tema emotivo tal como los riesgos potenciales a la salud de los CEM, uno de las más importantes destrezas de la comunicación es la habilidad para construir y sostener una relación de confianza con las otras partes involucradas en el proceso. Para ello, se necesitará crear una atmósfera no amenazante y seleccionar el tono para un enfoque sincero, respetuoso y con vocación de ayuda para resolver el tema. Tales conductas deben idealmente ser puestas en práctica por todas las partes interesadas.

■ ¿CÓMO TRABAJAR CON LA DESCONFIANZA?

Gran parte de las comunidades con preocupaciones respecto a la exposición involuntaria a los CEM probablemente desconfían de los puntos de vista y las fuentes de información oficiales. Un esfuerzo

¿CÓMO COMUNICAR?

considerable puede ser requerido para fomentar que las partes interesadas suspendan esta desconfianza. Tal como se reconoce en el Informe Phillips para el Gobierno del Reino Unido sobre la crisis BSE, “para establecer la credibilidad es necesario generar confianza – la confianza solo puede ser generada por la sinceridad – La sinceridad requiere reconocimiento de la incertidumbre, donde esta exista”.

Los encargados de la toma de decisiones necesitan asegurar que todos los individuos involucrados en la comunicación con el público se mantengan al día con el desarrollo del debate y estén preparados para la discusión, antes que, para rechazar los temores del público.

CONSTRUYENDO UNA TÉCNICA DE COMUNICACIÓN EFECTIVA

INSPIRAR CONFIANZA

- Ser competente
- Ser calmado y respetuoso
- Ser honesto y abierto
- Mostrar su lado humano, personalizar
- Usar un lenguaje claro y ser cuidadoso de no sonar o ser condescendiente
- Explicar las consecuencias de las asunciones usadas
- Demostrar sus propios valores

SER ATENTO

- Escoger sus palabras cuidadosamente
- Observar emociones, las suyas y las de la audiencia
- Ser un oyente atento
- Estar atento al lenguaje corporal

MANTENER UN DIÁLOGO ABIERTO

- Buscar las entradas provenientes de todos
- Compartir información
- Proporcionar los medios para una comunicación frecuente, ej. publicaciones de hallazgos en la web con oportunidad para comentar

¿CÓMO COMUNICAR?

Algunos de los componentes necesarios para la comunicación bajo condiciones de desconfianza son:

- Aceptar la carencia de confianza.
- Reconocer la incertidumbre, donde ella exista.
- Indicar que es lo diferente esta vez (ej. revelación de información, partes interesadas involucradas más tempranamente, objetivos y roles claros, etc.)
- Preguntar de que manera se puede ayudar a disipar la desconfianza.
- Ser paciente- toma tiempo ganar confianza.
- Nunca mantener una asamblea cerrada.
- Admitir cuando honestamente no sabes la respuesta a una pregunta.
- Ser responsable con las partes interesadas.

SELECCIONANDO LAS HERRAMIENTAS Y LAS TÉCNICAS

Los miembros de una comunidad donde se propone la construcción de una nueva instalación desearán tener parte en el proceso de la toma de decisiones. Para este fin, es importante estructurar un proceso que involucre a los interesados de una manera significativa y buscar y facilitar su involucramiento cuando se tome la decisión. El proceso usualmente puede ser llevado en tres etapas: planeamiento, implementación y evaluación

La primera etapa es crucial, porque la estimulación del interés e involucramiento del público puede ser contraproducente si el comunicador no esta completamente preparado para la participación, preguntas y preocupaciones del público. En la segunda etapa, cuando es tiempo de enrollar al público, el comunicador debe escoger el escenario para discutir el tema con ellos. La elección dependerá

¿CÓMO COMUNICAR?

del tipo, número e involucramiento de los interesados. En la última etapa, será importante evaluar el resultado del proceso, realizar acciones de seguimiento, preparar la documentación de lo que fue dicho y los acuerdos alcanzados y compartir estos resúmenes con los que participaron.

Las preguntas *individuales* deben ser manejadas en forma ad-hoc, por ejemplo, por teléfono o mediante correo electrónico. La comunicación con grupos de interesados requiere mayor planeamiento. Para *grupos pequeños de interesados*, es factible involucrarlos en sesiones dedicadas a cambiar aspectos indeseables del proyecto. Se podría promover la creatividad, pero siempre se debe estar consciente de las limitaciones para el cambio y como serán usadas las sugerencias para influenciar la decisión final. Los promotores tendrán una visión clara de la magnitud del espacio para maniobrar.

Puede ser útil emplear individuos de las organizaciones de la comunidad local para sacar ventaja de las redes existentes y mejorar la credibilidad, pero se tiene que asegurar que dichas personas estén calificadas y establecer sus roles, responsabilidades y limitaciones desde el principio. Es importante identificar el grupo de interesados que representa la oposición y determinar que desean en forma específica. En los temas principales puede ser posible usar comités de consejeros para construir el consenso sobre decisiones proyectadas para promover el compromiso, proveer estructura y enfocarse en resolver problemas que han sido identificados. Las técnicas para construir el consenso incluyen el proceso Delphi, el proceso de grupos nominales y evaluaciones de valor públicas (Ver Glosario).

¿CÓMO COMUNICAR?

PASOS CLAVES PARA INVOLUCRAR A LAS PARTES INTERESADAS

1. PLANEAMIENTO

- **Diseño del programa:** Definir o anticipar el rol del público y las otras partes interesadas y adaptar el programa para mejorar el compromiso de las partes interesadas.
- **Buscar comentarios sobre el plan del programa:** Probar su programa propuesto internamente y externamente para asegurar que trabaje tal como se desea.
- **Preparar la implementación:** Obtener los recursos necesarios, escoger y entrenar al personal, desarrollar el plan de contingencias, evaluar las fortalezas y debilidades, explicar internamente el programa, encontrar y trabajar con socios apropiados de las comunidades, desarrollar un plan de comunicación y preparar los materiales más críticos.
- **Estar preparado para manejar solicitudes de información e involucrarse cuando se den.**
- **Coordinar dentro de la organización:** Aún pequeñas inconsistencias dan una impresión de confusión interna e ineptitud. El objetivo es evitar dar un mensaje mezclado. Se puede mantener el mismo personal en todo el proceso. Ellos llegarán a ser más expertos y más confiables para la comunidad.

2. IMPLEMENTACIÓN

- **Implementar el programa para involucrar a las partes interesadas:** Actuar sobre el plan. Usar las herramientas y técnicas apropiadas para la comunidad y el tema.
- **Proporcionar información que satisfaga las necesidades de las partes interesadas:** Determinar lo que desean conocer y anticipar sus necesidades en el futuro. Desarrollar una lista de problemas, temas y necesidades con respuestas para cada uno. Dirigirse, cuando sea posible, a preocupaciones específicas de diferentes individuos o grupos.
- **Cooperar con otras organizaciones:** Coordinar mensajes, mientras que se reconoce abiertamente cualquier diferencia. Los mensajes mezclados confunden y generan desconfianza.
- **Hacer una lista de otras personas o grupos que tengan credibilidad en la comunidad:** Los grupos locales o residentes (ej. investigadores, médicos) que tienen credibilidad pueden ser de ayuda, pero no pueden sustituir una aproximación directa y el involucramiento extenso de la comunidad.

3. EVALUACIÓN

- **Usar la retroalimentación de las partes interesadas para una evaluación continua:** Conforme se implementa el programa, escuchar atentamente lo que están diciendo los otros y actuar consecuentemente.
- **Evaluar el éxito del programa:** Si las partes interesadas informalmente no le dicen cómo esta trabajando su proceso y que debería mejorar, de manera formal pídale su opinión mediante un cuestionario u otro método. Preguntar otra vez al final del proceso, las ideas de ellos pueden asistirle para diseñar e implementar los siguientes pasos.

¿CÓMO COMUNICAR?

Para un grupo grande de personas interesadas, se puede circular hojas de respuestas para tener información sobre las preocupaciones y

preferencias del público. Cuestionarios y encuestas realizados vía Internet pueden proveer información útil, pero pueden no

EJEMPLOS DE ALTERNATIVAS

TÉCNICAS DE INVOLUCRAMIENTO PASIVO

- Materiales impresos (Hojas informativas, folletos, reportes)
- Sitios web y listas de servidores
- Anuncios en periódicos, encartes o artículos solicitados
- Notas de prensa
- Entrevistas en radio o televisión

TÉCNICAS DE INVOLUCRAMIENTO ACTIVO

- Hablar con las personas acerca del proceso
 - Mantener “puertas abiertas”; ej. con afiches
 - Hacer diálogos telefónicos por radio o televisión
 - Usar las redes de terceras partes (haciendo sesiones informativas a comunidades)
 - Proporcionar una línea telefónica “hotline” para información con personal de planta o un centro para atención de consultas
 - Organizar visitas a proyectos similares exitosos
 - Fomentar el uso de sondeos vía teléfono, Internet o correo
 - Responder a toda consulta personal
- Conducir pequeñas sesiones
 - Sesiones entre las partes interesadas
 - Reuniones tipo grupos enfocados
 - Consejos de asesoría ciudadana
- Conducir grandes sesiones
 - Audiencias públicas
 - Sesiones facilitadas profesionalmente

¿CÓMO COMUNICAR?

representar una muestra estadísticamente válida. Ellos sólo representarán la parte del grupo que usa el Internet. Un método más eficiente para llevar a cabo sondeos de opinión, aunque mucho más caro, es usar un profesional entrenado o una organización especializada en encuestas.

Hay muchas maneras de realizar el intercambio de información. Diferentes métodos serán apropiados para diferentes partes interesadas en diferentes tiempos. Si las partes interesadas se han involucrado tempranamente en el proceso, formas más pasivas (en un solo sentido) de participación pueden ser

apropiadas para iniciar. Si el tema está en una etapa de crisis, una forma activa de diálogo que definirá rápidamente y ayudará en la solución de los problemas percibidos es la mejor opción. Las partes interesadas estarán involucradas en varios grados. Algunos pueden sentarse quietamente en una sesión, mientras que otros estarán muy activos. Algunos pueden asistir sólo a una sesión mientras que otros nunca se perderán una. Algunos pueden escoger comunicarse a través de correspondencia escrita o por información vía Internet. Cada nivel de participación es valioso y requiere una respuesta apropiada.

3

RECOMENDACIONES DE EXPOSICIÓN A CEM Y POLÍTICAS LA SITUACIÓN PRESENTE

¿QUIÉN DECIDE SOBRE LAS RECOMENDACIONES?

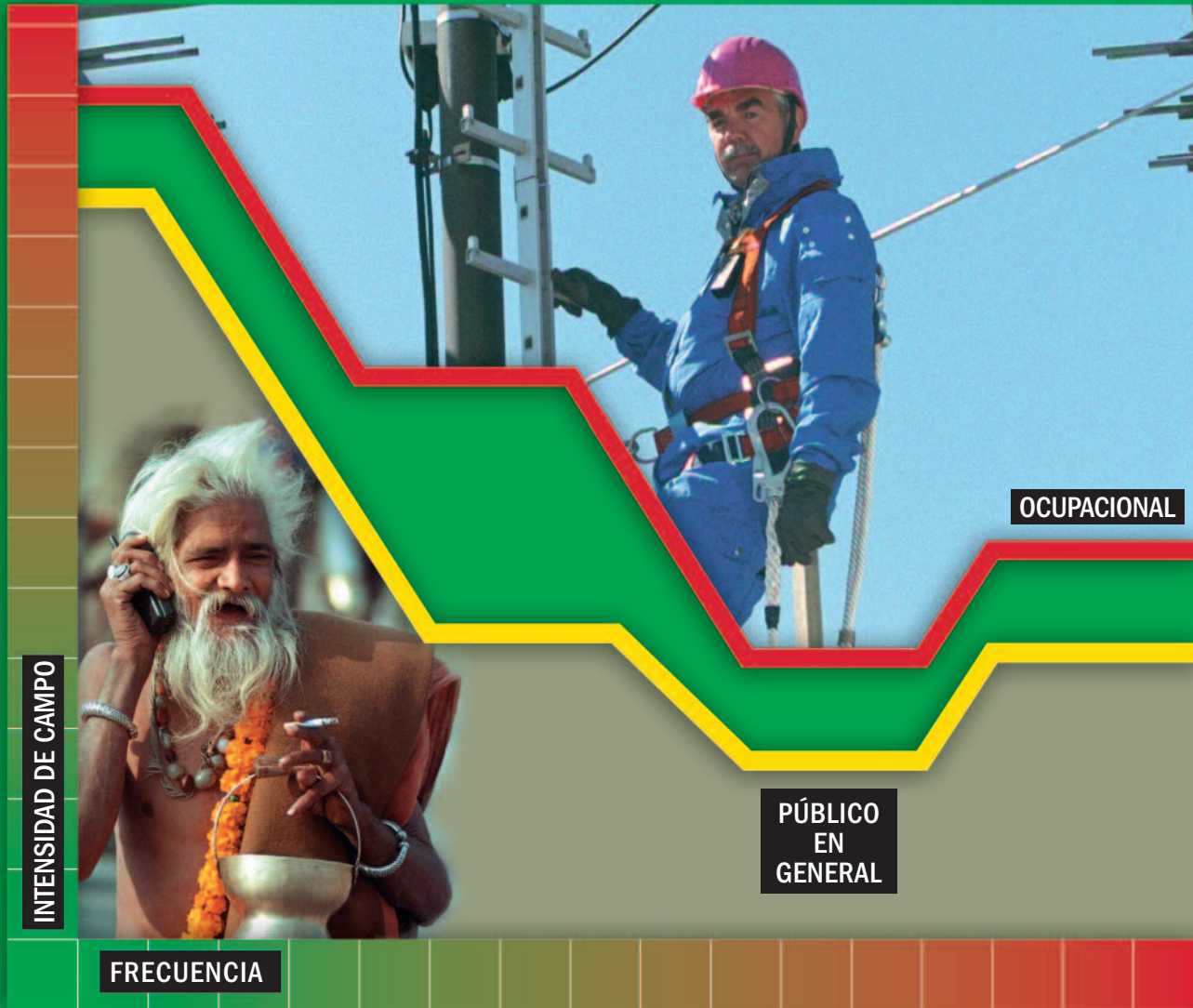
Los países seleccionan sus propios estándares nacionales para exposición a campos electromagnéticos. Sin embargo, la mayoría de los estándares nacionales están basados en las recomendaciones establecidas por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP). Esta organización no gubernamental, formalmente reconocida por la OMS, evalúa los resultados científicos de todo el mundo. ICNIRP produce recomendaciones sobre límites de exposición, los cuales son revisados periódicamente y actualizados si es necesario.

¿EN QUÉ SE BASAN ESTAS GUÍAS?

Las guías ICNIRP desarrolladas para la exposición de los CEM cubren el rango de frecuencia de las radiaciones no ionizantes de 0 a 300 GHz. Están

basados sobre revisiones completas de toda la literatura revisada por pares y publicada. Los límites de exposición están basados en los efectos de la exposición aguda de *corto plazo*, antes que en la exposición de *largo plazo*, ya que la información científica disponible sobre los efectos a la exposición de los CEM de bajo nivel a largo plazo es considerada insuficiente para establecer límites cuantitativos.

Usando efectos de la exposición aguda de corto plazo, las recomendaciones internacionales usan el nivel de exposición aproximado o *nivel umbral* que potencialmente llevaría a efectos biológicos adversos. Para permitir las incertidumbres científicas, el nivel umbral más bajo será



reducido para derivar los valores límites para la exposición humana. Por ejemplo, ICNIRP usa un factor de reducción de 10 para derivar los límites ocupacionales para trabajadores y un factor de 50 para llegar al límite de exposición para el público en general. Los límites varían con la frecuencia y por lo tanto, son diferentes para campos de baja frecuencia, ej. líneas de energía y campos de alta frecuencia, ej. teléfonos móviles. (fig. 9).

¿POR QUÉ SE APLICA UN FACTOR DE REDUCCIÓN MÁS ALTO PARA LAS RECOMENDACIONES DE EXPOSICIÓN PARA EL PÚBLICO EN GENERAL?

La población expuesta ocupacionalmente, consiste de trabajadores adultos, quienes generalmente están conscientes de los campos electromagnéticos y sus efectos. Los trabajadores son entrenados para tomar conciencia de los riesgos potenciales y tomar las precauciones apropiadas. Por el contrario, el público en general consiste de individuos de todas las edades y con estados de salud variables quienes, en muchos casos, no están conscientes de su exposición a los CEM. Además los trabajadores están típicamente expuestos sólo durante los días de trabajo

(usualmente 8 horas por día) mientras que el público en general puede estar expuesto 24 horas por día. Estas son las consideraciones implícitas que conducen a restricciones más rigurosas para la exposición del público en general que para la exposición de tipo ocupacional (fig. 9)

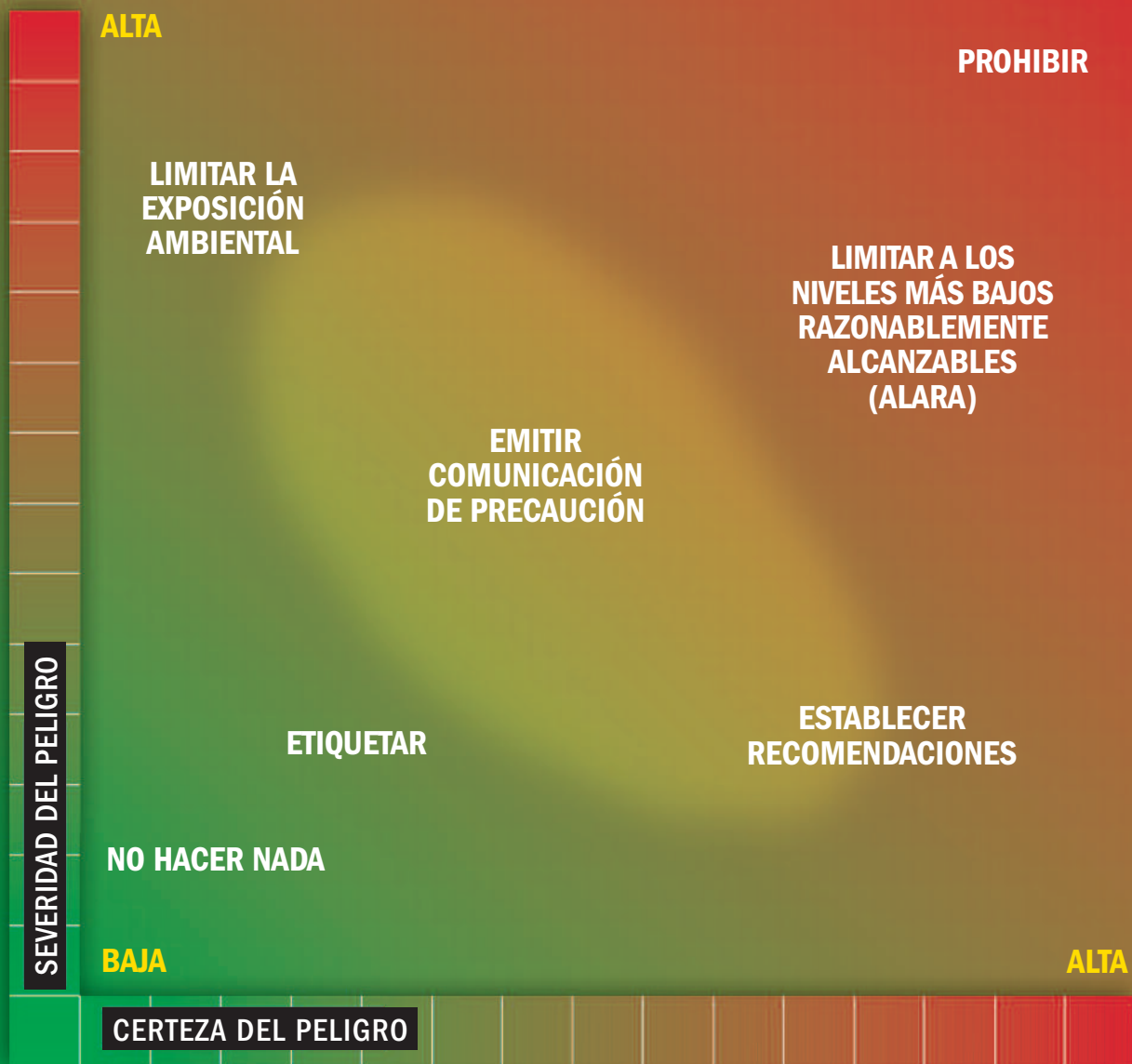
ENFOQUES DE PRECAUCIÓN Y EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN

Por todo el mundo ha crecido un movimiento dentro y fuera de los gobiernos para adoptar

RECOMENDACIONES DE EXPOSICIÓN ACTUALES

- En general, los estándares para campos electromagnéticos de baja frecuencia son seleccionados para evitar efectos adversos en la salud, debido a la inducción de corrientes eléctricas en el cuerpo, mientras que los estándares para campos de radiofrecuencia previenen los efectos a la salud causados por el calentamiento localizado o en todo el cuerpo.
- Los máximos niveles de exposición en la vida diaria, típicamente están por debajo de los límites recomendados.
- Las guías de exposición no intentan proteger contra la interferencia electromagnética (IEM) a los dispositivos biomédicos. Los nuevos estándares para la industria están siendo desarrollados para evitar tal interferencia.

FIGURA 9. RECOMENDACIONES ICNIRP PARA LÍMITES DE EXPOSICIÓN OCUPACIONAL Y PARA EL PÚBLICO EN GENERAL



“enfoques precautorios” para la gestión de los riesgos a la salud frente a la incertidumbre científica. El rango de acciones tomadas depende de la severidad del daño y del grado de incertidumbre que rodea al tema. Cuando el daño asociado con el riesgo es pequeño y su ocurrencia es incierta, tiene sentido hacer poco o nada. A la inversa, cuando el daño potencial es grande y hay una pequeña incertidumbre con respecto a su ocurrencia, es necesario implementar acciones significativas, tales como prohibiciones. (fig.10).

El Principio de Precaución usualmente es aplicado cuando hay un alto grado de incertidumbre científica y hay la necesidad de tomar acciones para riesgos potencialmente serios sin esperar los resultados de más investigaciones científicas. Esto fue definido en el Tratado de Maastricht como “tomar acciones prudentes cuando hay suficiente evidencia científica (pero no necesariamente evidencias absolutas) de tal manera que la inacción podría conducir a daño y dónde la acción puede ser justificada en base a un juicio razonable de costo-efectividad”. Ha habido muchas interpretaciones y aplicaciones diferentes del principio de precaución. En el 2000 la

Comisión Europea definió una serie de reglas para la aplicación de este principio, (Ver cuadro de la p. 56) incluyendo análisis de beneficio-costos.

ENFOQUES BASADOS EN LA CIENCIA Y PRECAUCIÓN PARA CEM

Las evaluaciones de los peligros potenciales de la exposición a los CEM *basadas en la ciencia* forman la base de la evaluación de riesgo y también son una parte esencial de una apropiada respuesta de política pública. Las recomendaciones de las guías ICNIRP siguen una rigurosa revisión científica de artículos científicos relevantes publicados, incluyendo los campos de la medicina, epidemiología, biología y dosimetría. Han sido elaborados juicios basados en la ciencia sobre los niveles de exposición que previenen efectos adversos a la salud identificados. Aquí, la precaución es ejercitada tanto respecto de la magnitud de los factores de reducción (basados en la incertidumbre de los datos científicos y sobre posibles diferencias en la susceptibilidad de ciertos grupos) y en asunciones conservadoras acerca de la eficiencia con la cual interactúan los CEM con las personas.

FIGURA 10. RANGO DE ACCIONES BAJO INCERTIDUMBRE

(adoptado de *El principio de precaución y los CEM: implementación y evaluación*, Kheifets L. y ol., *Revista de Investigación del Riesgo* 4(2), 113-125, 2001).

EL PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN DE LA COMISIÓN EUROPEA (2000)

Donde la acción se estime necesaria, las medidas basadas en el principio de precaución deberían ser:

- Proporcionales a los niveles escogidos de protección
- No discriminatorias en sus aplicaciones
- Concordantes con mediciones similares tomadas previamente
- Basados en el examen de beneficio-costos potencial de la acción o de la falta de acción (incluyendo un análisis beneficio-costos cuando sea apropiado y viable)
- Objeto de revisión a la luz de nuevos datos científicos y
- Capaces de asignar responsabilidades para producir la evidencia científica necesaria para una más completa evaluación de riesgo

Los enfoques de precaución, tales como el Principio de Precaución están dirigidos a incertidumbres adicionales sobre posibles, pero no comprobados efectos en la salud. Tales políticas de gestión de riesgos proporcionan una oportunidad para adelantar pasos en temas emergentes. Ellas deberían incluir consideraciones de beneficio-costos y deberían verse como una adición y no como un sustituto para el enfoque basado en la

ciencia, en la asistencia para la toma de decisiones de política pública.

En el contexto del tema de los CEM, algunos gobiernos nacionales y locales han adoptado “el *evitamiento prudente*”, una variante del principio de precaución, como una opción de política. Esto fue originalmente usado para campos de baja frecuencia y se describe como un uso simple, fácilmente exitoso, de medidas de bajo a modesto (prudente) costo para reducir la exposición individual o pública a los CEM, aún en la ausencia de certeza de que las medidas pueden reducir el riesgo.

El reconocimiento explícito de que un riesgo puede no existir, es un elemento clave del enfoque de precaución. Si la comunidad científica concluye que no hay ningún riesgo proveniente de la exposición a los CEM o que la posibilidad de un riesgo es muy especulativa, entonces la respuesta apropiada para las preocupaciones del público debería ser un efectivo programa de educación. Si un riesgo debido a CEM sería establecido, entonces sería apropiado confiar en la comunidad científica para recomendar medidas específicas de

protección usando los criterios establecidos de evaluación y gestión de riesgos a la salud pública. Si permanecen grandes incertidumbres, se necesitará más investigación.

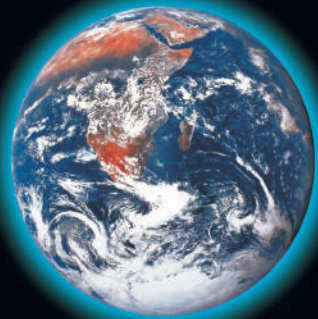
Si las autoridades reguladoras reaccionan a la presión del público introduciendo límites de precaución en adición a los límites basados en la ciencia ya existentes, deberían estar conscientes de que esto disminuye la credibilidad de la ciencia y los límites de exposición.

¿QUÉ ESTÁ HACIENDO LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD?

En respuesta a la creciente preocupación pública sobre los posibles efectos adversos a la salud proveniente de la exposición a un número creciente y diverso de fuentes de CEM, la Organización Mundial de la Salud (OMS) inició el Proyecto Internacional CEM en 1996. Todas las evaluaciones de riesgo a la salud serán completadas al 2006.

El *Proyecto Internacional CEM* recopila el conocimiento actual y los recursos disponibles de agencias internacionales, nacionales e instituciones científicas claves para evaluar los efectos en la salud y el ambiente debido a la exposición a campos eléctricos y magnéticos estáticos y variables en el tiempo en el rango de frecuencia de 0 a 300 GHz. Este proyecto ha sido diseñado para seguir una progresión lógica de actividades y producir una serie de informaciones que permitan elaborar mejoras en las evaluaciones del riesgo a la salud para elaborar e identificar cualquier impacto ambiental proveniente de la exposición a los CEM.

El Proyecto es administrado por la Organización Mundial de la Salud con sede en Génova, ya que es la única Organización de las Naciones Unidas con un claro mandato para investigar los efectos en perjuicio de la salud proveniente de la exposición de personas a la radiación no ionizante.



OBJETIVOS CLAVES

PROYECTO INTERNACIONAL CEM DE LA OMS

1. Dar una respuesta internacional coordinada a las preocupaciones acerca de posibles efectos en la salud debido a exposición a CEM.
2. Evaluar la literatura científica y hacer reportes de estado acerca de los efectos en la salud.
3. Identificar vacíos en el conocimiento necesitando mayor investigación para hacer mejores evaluaciones de los riesgos en la salud.
4. Fomentar programas de investigación focalizados y de alta calidad.
5. Incorporar resultados de investigación en las monografías de Criterio de Salud Ambiental de la OMS (WHO's Environmental Health Criteria) donde se realizarán evaluaciones formales sobre riesgos en la salud debido a la exposición a CEM.
6. Facilitar el desarrollo de estándares internacionales aceptables para exposición a CEM.
7. Dar información acerca de la gestión de programas de protección ante a los CEM para autoridades nacionales y otras, incluyendo monografías basadas en percepción, comunicación y gestión de riesgos de los CEM.
8. Dar consejos a autoridades nacionales y otras acerca de efectos en la salud y ambientales y algunas medidas de protección o acciones necesarias.

La OMS colabora con 8 agencias internacionales, alrededor de 50 autoridades nacionales y 7 centros colaboradores especializados en radiaciones no ionizantes de las principales agencias gubernamentales nacionales.

Mayores detalles sobre el Proyecto CEM y los resultados obtenidos están disponibles en la página web: <http://www.who.int/emf/>.

International
EMF *Project*

GLOSARIO

ABSORCIÓN En radio propagación de ondas, atenuación de una onda de radio debido a la disipación de su energía. Por ej. conversión de su energía en otra forma, tal como el calor.

AGENCIA INTERNACIONAL PARA LA INVESTIGACIÓN DEL CÁNCER Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), es una agencia especializada de la Organización Mundial de la Salud. Su misión es coordinar y conducir investigación sobre las causas del cáncer humano, los mecanismos de carcinogénesis y el desarrollo de estrategias científicas para el control del cáncer.

AGUDA A corto plazo, consecuencia inmediata.

ALARA Una política de precaución. "As Low As Reasonably Achievable" (Tan bajo como sea razonablemente alcanzable), usada para minimizar riesgos, tomando en cuenta diferentes factores, tales como costos, beneficios, o factores de factibilidad. Solamente es apropiada cuando se considera un riesgo estocástico que no tiene ningún umbral. Originalmente usada para radiaciones ionizantes.

ANÁLISIS BENEFICIO-COSTO Un método económico para evaluar los costos y los beneficios de lograr estándares alternativos con diferentes niveles de protección a la salud.

ASOCIACIÓN En epidemiología, una conexión establecida en base a los cálculos estadísticos en el sentido que, en individuos que exhiben ciertos datos clínicos, ciertos factores ambientales aparecen más frecuentemente que en individuos que no tienen dichos datos clínicos. La existencia de una asociación no constituye prueba de una causal de enlace, pero puede implicar un aviso de la necesidad de investigación adicional.

CAMPO ELÉCTRICO Una región asociada con una distribución de las fuerzas eléctricas actuando sobre cargas eléctricas.

CAMPOS ESTÁTICOS Campos eléctricos o magnéticos que no tienen variación en el tiempo, ej. 0 Hz.

CAMPO MAGNÉTICO Una región asociada con las fuerzas eléctricas actuando sobre partículas ferromagnéticas o cargas eléctricas en movimiento.

CARCINOGENÉTICO Una sustancia o agente que causa cáncer.

CICLO DE VIDA Seguimiento de un proyecto o preocupación pública a través del tiempo en todas las etapas de su desarrollo y evolución.

CEM Abreviatura para campos eléctricos y magnéticos o campos electromagnéticos.

COMISIÓN INTERNACIONAL DE PROTECCIÓN CONTRA LA RADIACIÓN NO IONIZANTE Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP), es una organización científica internacional independiente cuyos objetivos son proporcionar recomendaciones y consejos sobre los peligros a la salud provenientes de la exposición a las radiaciones no-ionizantes. Tiene relaciones formales con la Organización Mundial de la Salud, la Organización Internacional del Trabajo y la Comisión de Comunidades Europeas.

COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA (EMC) La propiedad de un aparato eléctrico o electrónico de funcionar satisfactoriamente en su ambiente electromagnético sin introducir señales interferentes a dicho ambiente.

COMUNICACIÓN DEL RIESGO Un proceso interactivo de intercambio de información y opinión entre individuos, grupos e instituciones. Envuelve múltiples mensajes acerca de la naturaleza del riesgo y otros mensajes, no estrictamente acerca de los riesgos, que expresan preocupaciones, opiniones o reacciones a los mensajes de riesgo o los arreglos legales e institucionales para la gestión del riesgo.

CRISIS Un punto crucial o decisivo cuando el conflicto alcanza su más alto nivel de tensión; un punto de quiebre. En el "Ciclo de Vida del Tema", la etapa de crisis es cuando los participantes demandan acción inmediata, por ej. cuando el diálogo se paraliza y el proceso establecido ya no camina más.

DOSIMETRÍA La técnica para determinar la cantidad de energía electromagnética absorbida en el cuerpo o sus tejidos.

EFECTO Cambio en el estado o dinámica de un sistema causado por la acción de un agente.

EFECTO A CORTO PLAZO Efecto biológico que se manifiesta durante o en un tiempo inmediatamente después de la exposición.

EFECTO A LARGO PLAZO Efecto biológico que solamente se manifiesta por sí mismo en un largo tiempo después de la exposición.

EFECTOS TÉRMICOS Efectos biológicos causados por el incremento de calor.

EMISIÓN Generalmente las emisiones son sustancias descargadas en el aire; en este libro las emisiones son ondas electromagnéticas radiadas por una fuente (ej. línea eléctrica o antena).

ENFOQUE DE PRECAUCIÓN Los enfoques precautorios son usados para la gestión de los riesgos a la salud frente a la incertidumbre científica, riesgos potenciales altos y controversia pública. Muchas políticas diferentes, que promueven la precaución, han sido desarrolladas para abordar las preocupaciones sobre temas de salud pública, ocupacional y ambiental.

EPIDEMIOLOGÍA Estudio de la enfermedad y salud en poblaciones humanas y de los factores que las influyen.

ESTACIÓN BASE (telefonía móvil) Una estación base consiste de la antena (s) emisora de radiación electromagnética en el rango de radiofrecuencias, la estructura de soporte, el gabinete de equipos y la estructura del cable.

EVALUACIÓN DEL VALOR PÚBLICO Entendimiento de cómo la comunidad valoriza algo.

EVALUACIÓN DE RIESGO Un proceso formal usado para describir y estimar la probabilidad de resultados adversos a la salud proveniente de exposiciones ambientales a un agente. Los cuatro pasos son la identificación del peligro, la evaluación de la relación dosis- respuesta, la evaluación de la exposición y la caracterización del riesgo.

EVITAMIENTO PRUDENTE Medidas de precaución que pueden ser tomadas para reducir la exposición del público a pequeño o modesto costo, donde prudente se refiere a los gastos.

EXPOSICIÓN Concentración, cantidad o intensidad de un agente particular que alcanza un sistema dado.

EXPOSICIÓN OCUPACIONAL Toda exposición a CEM experimentada por individuos en el curso de la realización de sus trabajos.

EXPOSICIÓN PÚBLICA Toda exposición a CEM experimentada por los miembros del público en general, excluyendo la exposición ocupacional y la caracterizada por el nivel y la duración de la exposición durante procedimientos médicos.

FACTOR DE REDUCCIÓN Magnitud del factor de reducción o "factor de seguridad" en los límites de exposición que incorporan las incertidumbres en los datos.	ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD La Organización Mundial de la Salud (OMS) es una agencia de las Naciones Unidas con el mandato de actuar como autoridad directora y coordinadora del trabajo mundial sobre salud, promoviendo la cooperación técnica, asistiendo a los gobiernos en el fortalecimiento de los servicios de la salud y trabajando hacia la prevención y control de las enfermedades epidémicas, endémicas y otras.
FRECUENCIA El número de ondas completas o ciclos por segundo que pasan por un determinado punto. La unidad es el Hertz (1 Hz = 1 ciclo por segundo).	PARTES INTERESADAS Una persona o grupo que tiene interés en los resultados de una política o decisión o que busca influenciar los resultados.
FRECUENCIAS EXTREMADAMENTE BAJAS (ELF) Frecuencias entre cero y 300 Hz.	PELIGRO Una fuente de posible daño o lesión.
FRECUENCIA INTERMEDIA (FI) Campos electromagnéticos en el rango de frecuencia de 300 Hz a 10 MHz.	PERCEPCIÓN DEL RIESGO La forma que un individuo o un grupo percibe y valoriza un cierto riesgo. Un riesgo o peligro particular puede tener un significado diferente dependiendo del individuo y del contexto.
GESTIÓN DEL RIESGO El proceso de identificar, evaluar, seleccionar, e implementar acciones para reducir el riesgo a la salud humana y a los ecosistemas.	PESO DE LA EVIDENCIA Consideraciones que involucran la evaluación y la interpretación de la información científica disponible. Estas incluyen la calidad de los métodos, habilidad del estudio para detectar efectos adversos, consistencia de los resultados a través de los estudios y credibilidad biológica de las relaciones causa-efecto.
INCERTIDUMBRE Conocimiento imperfecto del estado de un sistema bajo consideración.	PRINCIPIO DE PRECAUCIÓN El principio de tomar medidas para limitar a cierta actividad o exposición, aún cuando no haya sido totalmente establecido que la actividad o exposición constituye un peligro a la salud.
LÍMITE DE EXPOSICIÓN Valores de parámetros específicos relacionados a la intensidad del campo electromagnético al cual la gente puede estar máximamente expuesta. Una diferencia es hecha entre restricciones básicas y niveles de referencia.	PROCESO DE GRUPO NOMINAL Una técnica de dinámica de grupo moderado útil para el establecimiento de metas y la identificación del problema; el grupo responde individualmente a preguntas de valor o con cargas de conflicto escribiendo todas las respuestas en la forma de una lista; cada participante lee una respuesta hasta que todas las respuestas estén visiblemente listadas (incluyendo respuestas duplicadas mediante una marca); luego sigue la discusión para la clarificación o la discusión de temas a profundidad; si la meta es una lista priorizada, el moderador debe pedir a todos que individualmente y
MICROONDAS Campos electromagnéticos de onda suficientemente corta para los cuales se pueden hacer uso, en transmisión y recepción, de las técnicas de guías de ondas y cavidades asociadas. Este término es utilizado para referirse a la radiación o campos en el rango de frecuencias de 300 MHz a 300 GHz.	
NIVELES DE REFERENCIA Valores de la intensidad de campo eléctrico y magnético que son derivados de las restricciones básicas y que sirven para establecer si las restricciones básicas están siendo satisfechas. La medición de las cantidades que forman los fundamentos de las restricciones básicas no es fácil, mientras que las intensidades de campo eléctrico y magnético son fácilmente medibles.	
NIVEL DE UMBRAL Mínimo valor del parámetro de exposición necesario para la observación primaria de un efecto.	

silenciosamente clasifiquen los tres puntos superiores (u otro número acordado) y luego repetir el proceso de registro de respuestas; el moderador entonces, conduce al grupo a una discusión que resulta en una lista priorizada y puede producir un plan de acción para implementar esos puntos.	RELACION DOSIS-RESPUESTA La relación entre la exposición, caracterizada por su nivel y duración y la incidencia y/o severidad de los efectos adversos.
PROCESO DELPHI Un método para desarrollar consenso presentado en dos variantes. La primera variante incluye los siguientes pasos: identificar los individuos más notables en el tema y pedirles que identifiquen otros; repetir este proceso hasta que sea claro quienes piensa la gente que son los expertos; sacar conclusiones de aquellos expertos, reportar las respuestas a ellos y finalmente repetir el proceso hasta que los miembros escojan más cambios. La segunda variante incluye los siguientes pasos: use un panel de expertos, pero pida a las partes interesadas que nombren a los expertos en los que confían más; pida a las partes interesadas responder cuestionarios acerca del tema; provea sus respuestas a los expertos; y repita el proceso hasta que los expertos tengan suficiente confianza para hacer decisiones o proponer recomendaciones que sientan que la comunidad va a aceptar.	RESTRICCIÓN BÁSICA Límites de exposición basados en la salud que se relacionan a ciertos fenómenos electromagnéticos, que si se exceden pueden conducir a un deterioro de la salud, en el cuerpo humano. Para los campos estáticos estos límites son las intensidades de campo eléctrico y magnético, para los campos alternos hasta los 10 MHz, son las corrientes inducidas en el cuerpo, para los campos alternos de frecuencias mayores a 100 kHz, estos límites son la conversión en calor que tiene lugar en el cuerpo. Entre 100 kHz y 10 MHz hay que tomar en cuenta tanto la inducción de corrientes como la generación de calor.
PROPORCIONALIDAD Lo que se realiza para proteger contra el riesgo de un agente o circunstancia debe ser casi lo mismo que ha sido hecho para otros agentes o circunstancias que causaron similar preocupación.	REVISIÓN DE PARES Evaluación de la exactitud o validez de los datos técnicos, observaciones e interpretación por expertos calificados.
RADIACIÓN NO-IONIZANTE Las Radiaciones No-Ionizantes (RNI) son ondas electromagnéticas que tienen energías fotónicas muy débiles para romper los enlaces atómicos.	SALUD Un estado de completo bienestar físico, mental y social y no meramente la ausencia de enfermedad.
RADIOFRECUENCIA (RF) Cualquier frecuencia a la cual la radiación electromagnética es útil para telecomunicaciones, radiofrecuencia se refiere al rango de 10 MHz a 300 GHz.	SALUD PÚBLICA La ciencia y la práctica de proteger y mejorar la salud de una comunidad, tanto por la práctica de medicina preventiva, educación de la salud, control de las enfermedades contagiosas, aplicación de medidas sanitarias y monitoreo de los peligros ambientales.
REGULACIÓN Un conjunto de reglas, usualmente bajo una ley del parlamento.	SEGUIMIENTO DEL RIESGO El proceso de monitoreo y la provisión de realimentación a las etapas siguientes del proceso de gestión del riesgo con sistemas de seguimiento coleccionando datos en el tiempo sobre factores de riesgos y los resultados en la salud.
RIESGO La probabilidad de un resultado específico, generalmente adverso, dado un conjunto particular de condiciones.	TASA DE ABSORCIÓN ESPECÍFICA (SAR) La tasa a la cual la energía es absorbida en los tejidos del cuerpo en vatios por kg (W/kg); el SAR es la medida dosimétrica que ha sido ampliamente adoptada en frecuencias por encima de 100 kHz.
	TELEFONÍA MÓVIL Un medio de telecomunicación donde al menos uno de los usuarios tiene un teléfono móvil para comunicarse vía una estación base con un usuario fijo o móvil.

LECTURA ADICIONAL

Flynn, J. (Ed.) (2001): Risk, media and stigma: understanding public challenges to modern science and technology. London: Earthscan.

Gutteling, J.M.; Wiegman, O. (1996): Exploring risk communication. Dordrecht: Kluwer.

International Agency for Research on Cancer (2002): Non – Ionizing Radiation, Part 1: Static and Extremely Low – Frequency (ELF) Electric and Magnetic Field. Monograph Volume 8°, Lyon France

Kammen, D.M.; Hassenzahl, D.M. (1999): Should we risk it? Princeton University Press.

Lundgren, R.E.; McMakin, A.H. (1998): Risk communication: A handbook for communicating environmental, safety & health risks. Battelle Press.

National Research Council (1989): Improving risk communication. Washington, DC: National Academy Press.

National Research Council (1994): Science and judgment in risk assessment. Washington, DC: National Academy Press.

Phillips Report for the UK Government on the BSE Crisis (2000), volume 1, Findings & Conclusions, Chapter 14, <http://www.bse.org.uk/pdf/index.htm>

Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management (1997): Final report, Vol. 1: Framework for environmental health risk assessment. Washington, DC.

Presidential/Congressional Commission on Risk Assessment and Risk Management (1997): Final report, Vol. 2: Risk assessment and risk management in regulatory decision – making. Washington, DC

Rodericks, J.V. (1992): Calculated risks. Cambridge, MA: Cambridge University Press.

US EPA (1989): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). Volume 1, Human Health Evaluation Manual, Part A, <http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsa/index.htm>

US EPA (1989): Risk Assessment Guidance for Superfund (RAGS). Volume 1, Human Health Evaluation Manual, Part C. <http://www.epa.gov/superfund/programs/risk/ragsc/index.htm>

US EPA (2000): Social Aspects of Siting Hazardous Waste <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/tsds/site/k00005.pdf>

Wilkins, L. (Ed.) (1991): Risky Business: communicating issues of science, risk, and public policy. New York, NY: Greenwood Press.

Windahl, S; Signitzer, B; and Olson, J.T. 2000. Using Communication Theory: An Introduction to Planned Communication. SAGE, London.

Yosie, T.F; Herbst, T.D. (1998): Using Stakeholder Processes in Environmental Decision making. <http://www.riskworld.com/Neperts/1998/STAKEHOLD/HTML/nr98aa01.htm>

SOBRE PERCEPCIÓN, COMUNICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO COMO SE APLICAN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

EMF Risk perception and communication, 1999. Proceedings from the international Seminar on EMF Risk Perception and Communication, Ottawa, Ontario, Canada. M.H. Repacholi and A.M. Muc, Editors, Organización Mundial de la Salud, Ginebra, Suiza.

Risk Perception, Risk Communication and its Application to EMF Exposure, 1998. Proceedings from the international Seminar on EMF Risk Perception and Communication Vienna, Austria. R. Matthes, J.H. Benhardt, M.H. Repacholi, Editors, Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes. <http://www.icnirp.org/>

SOBRE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS Y SALUD EN GENERAL

El Proyecto Internacional CEM de la Organización Mundial de la Salud <http://www.who.int/emf>

Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP)/ <http://www.icnirp.org/>

El Comité Nacional de Protección Radiológica (NRPB) del Reino Unido

<http://www.nrbp.org>

El Programa especial RAPID de la NIEHS sobre campos electromagnéticos

<http://www.niehs.nih.gov/emfrapid>

SOBRE LA COMUNICACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL RIESGO EN GENERAL

La bibliografía ya puntualizada sobre comunicación de riesgo del Instituto Nacional del Cáncer de los Estados Unidos

<http://dcccps.nci.nih.gov/DECC/riskcommbid/>

El Departamento de Salud del Reino Unido en: Communicating About Risk to Health: Pointers to Good Practice

<http://www.doh.gov.uk/pointers.htm>

La guía ya puntualizada sobre literatura acerca de la evaluación, administración y comunicación del riesgo del Centro de Investigación Jülich/ Alemania

<http://www.fz-juelich.de/mut/rc/inhalt.html>

La Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos sobre evaluación de riesgo y opciones de política

<http://www.epa.gov/ORD/spc>

Una descripción de los actuales estándares nacionales puede ser encontrada en la pagina web de la OMS en

<http://www.who.int/docstore/peh-emf/EMFStandards/who-0102/worldmap5.htm>

WWW.WHO.INT
RADIACIÓN Y SALUD AMBIENTAL
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN DEL AMBIENTE HUMANO
ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD
21 AVENUE APPIA
CH-1211 GINEBRA 27
SUIZA
TEL : +41 22 791 2111
FAX : +41 22 791 4123
CORREO ELECTRÓNICO : EMFPROJECT@WHO.INT

ISBN 92 4 354571 X



9 789243 545714