

¿Qué efectos en la salud de la población tendría la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia producidos por tendidos eléctricos de alta tensión o subestaciones de almacenamiento de energía?

Los potenciales efectos en salud de la exposición de campos electromagnéticos de extrema baja frecuencia (de 30 a 300 Hz) producidos por tendidos de alta tensión eléctrica se han debatido ampliamente, llegando a que distintos organismos internacionales han reportado opiniones ambiguas al respecto. Se desea conocer qué dice la evidencia con respecto a los efectos para la salud de la exposición constante a campos electromagnéticos de extremada baja frecuencia (*ELF-EMFs* por sus siglas en inglés).

Mensajes clave

- **No está clara** la asociación entre exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia (ELF-EMFs) con el riesgo de desarrollar **cualquier tipo de leucemia en niños**. La **certeza en la evidencia** es **muy baja**.
- La exposición a ELF-EMFs de **intensidad mayor a 0.4 µT** (comparando contra exposiciones menores a 0.1 T) **podría estar asociado a un aumento** en el **riesgo** de desarrollar **leucemia linfocítica aguda en niños**. La **certeza en la evidencia** es **baja**.
- La exposición a ELF-EMFs de **intensidad mayor a 0.3 µT no aumentaría el riesgo** de desarrollar **tumores cerebrales en niños**. La **certeza en la evidencia** es **baja**.
- La exposición a ELF-EMFs que se produce al encontrarse a una **distancia menor a 50 m** de un cable de alta tensión **podría estar asociada a un aumento** en el **riesgo** de desarrollar **leucemia en niños**. La **certeza en la evidencia** es **baja**.
- Existe una gran incertidumbre respecto a los riesgos de la exposición a ELF-EMFs, por lo que es urgente contar con mayor investigación en el área y monitorear los resultados.

Este documento se encuentra disponible en

EVIPNET Chile (evipnet.minsal.cl)

¿Qué es una síntesis rápida de evidencia?

Es una recopilación de la evidencia disponible para evaluar la pertinencia o efectos de una intervención, que se realiza en un plazo **no mayor a 20 días hábiles**



Este resumen incluye:

- **Introducción:** Contextualización del problema.
- **Principales hallazgos:** Evidencia que aporta argumentos para la toma de decisiones



No incluye:

- Recomendaciones explícitas para detallar el desarrollo de una política pública
- Datos de la realidad local de Chile en el tema abordado
- Lista de stakeholders involucrados en el tema en cuestión
- Consideraciones de Implementación, tales como precio, marcos regulatorios, impacto en equidad, etc.
- Análisis detallado sobre experiencias internacionales y legislación comparada.

Describe 3 revisiones sistemáticas

Tiempo utilizado para preparar esta síntesis:

20 días hábiles

¿Quién solicitó este resumen?

Esta síntesis fue solicitada por el **Depto de Salud Ambiental de la División de Políticas Públicas Saludables y Promoción**, del Ministerio de Salud de Chile.

Introducción

Los potenciales efectos en salud de la exposición de campos electromagnéticos de extremadamente baja frecuencia (*ELF-EMFs* por sus siglas en inglés) producidos por tendidos de alta tensión eléctrica han sido ampliamente debatidos en salud medioambiental (de 30 a 300 Hz) [1], [2].

A pesar del impacto negativo reportado debido a la percepción de aumento del riesgo de problemas de salud asociado a la instalación de un tendido de cables de alta tensión cercano a una localidad habitada [3], desde 1995, que la *American Physical Society (APS)* se pronunció sobre los efectos en salud de los campos electromagnéticos producidos por el tendido eléctrico, destacando que: "La literatura científica y los reportes de revisiones de otros paneles de expertos, muestra una correlación no consistente ni significativa entre cáncer y los campos de [producidos por] los cableados eléctricos. ...es necesario demostrar una relación causal consistente y significativa antes de concluir que dicho efecto pueda ocurrir. Desde este punto de vista, las conjeturas que relacionan cáncer a los campos [electromagnéticos] del cableado eléctrico no han sido científicamente sustentadas" (Ver [APS Policy Statement](#) reafirmada en el 2005 [4]).

La Guía de la Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones no Ionizantes hasta el 1998, (*ICNIRP Guidelines up to 300 GHz*) [5], establecía restricciones básicas de exposición y niveles de referencia basados en exposición a corto plazo y en efectos de salud inmediatos relacionados a la temperatura y a la conducción por contacto (electrocución). Sin embargo, no consideraba efectos a largo plazo como riesgo de cáncer, dado que los estudios científicos hasta ese entonces no habían sido concluyentes y se estaban estudiando a exposiciones mucho menores (50 a 60 Hz) a las recomendaciones consideradas en esta guía.

La complejidad de medir la exposición a campos electromagnéticos, debido a la diversidad de fuentes que se han creado en los últimos 40 años, ha dificultado aún más la discusión en términos de la imposibilidad de aislar las fuentes emisoras de radiaciones. Así mismo, la forma de medir la exposición ha cambiado, haciéndose en los últimos 10 años más específica y automatizada [6].

A pesar de que la OMS ha clasificado a los tumores cerebrales, la enfermedad de Alzheimer y otros síntomas inespecíficos como no relacionados a esta exposición electromagnética [7], la leucemia infantil permanece en el debate dado que, desde 1965 existe evidencia epidemiológica que la relaciona con la exposición a este tipo de campos [3].

En el 2002 el instituto de investigación en cáncer de la OMS (*IARC* por sus siglas en inglés), clasificó los *ELF-EMFs* como categoría 2B "posible carcinogénico a humanos" por los antecedentes epidemiológicos hasta entonces reportados [8], [9].

Por otro lado, en el año 2007 un grupo de trabajo dedicado de la OMS actualizó la evidencia sobre los efectos de salud de los *ELF-EMFs* y en la Monografía de Criterios de Salud Medioambiental 238 (*EHC* por sus siglas en inglés) realizó una evaluación de riesgo cuantitativa para leucemia. De este análisis dedujo que se pueden evitar un 88% de los casos de leucemia infantil reduciendo en un 50% la exposición a los *ELF-EMFs* de más de 0.4 μT [10].

Chile cuenta con un marco de referencia utilizado para construcciones cercanas a cables de alta tensión y subestaciones eléctricas. Este marco establece una distancia mínima de construcción (llamada comúnmente servidumbre), la cual varía de acuerdo a la potencia de los cables utilizados. De esta forma, se establece la prohibición de construir ningún tendido

¿Para quién es este resumen?

Personas que respondan consultas ciudadanas relacionadas a los efectos en salud de la exposición prolongada a campos electromagnéticos de extremadamente baja frecuencia producidos por subestaciones eléctricas o líneas de alta tensión.

¿Cómo fue preparado este resumen?

Utilizando palabras clave como "electromagnetic*", "EMF", "Children", "pregnant" y "Leukaemia" se buscó en las bases de datos Epistemonikos, Health Systems Evidence, Health Evidence, Cochrane, PubMed, EVIPNet Global, LILACS, Google Scholar, PsycInfo y CINAHL, con el objetivo de identificar revisiones sistemáticas del tema. Se encontraron 3 revisiones sistemáticas que abordan la pregunta formulada, los cuales se presentan en los hallazgos del presente documento.

Objetivo de esta síntesis

Informar la toma de decisiones respecto del impacto en salud de la exposición a los campos electromagnéticos producidos por cables de alta tensión. Se presentan los principales hallazgos encontrados, en base a las revisiones sistemáticas consideradas en la síntesis.

eléctrico cuando la intensidad del campo electromagnético sea mayor a $0.4 \mu T$. Además, este marco de referencia es compartido con la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC).

Considerando el reciente debate con la comunidad de Bajo Patagua, el Ministerio de Salud (MINSAL) desea conocer los posibles efectos que los *ELF-EMFs* producirían en la salud de la población, de manera de poder evaluar la pertinencia de la instalación de una subestación eléctrica que ya se encuentra en la zona.

Resumen de Hallazgos

Este documento pretende conocer los riesgos de la exposición a *ELF-EMFs*. Se compara contra el escenario de no exposición a estos campos.

De acuerdo a lo conversado con el solicitante, se evalúa el riesgo en población infantil de la exposición a campos electromagnéticos con intensidad entre 0.1 y 0.6 μT , provenientes de cables de alta tensión. Además, se seleccionaron los estudios que evaluaban los riesgos en el desarrollo de leucemia, tumores cerebrales y alteración de funciones cognitivas. No se consideran la exposición a ondas electromagnéticas (solamente campos electromagnéticos) que pudieran ocasionar frecuencias e intensidades variables.

Se excluyeron artículos que estimaban la intensidad del campo electromagnético con fórmulas no basadas en la distancia a la fuente de exposición, estudios que evaluaban exposición ocupacional o residencial, así como también cualquier investigación realizada en población adulta.

Se seleccionaron los resultados de la búsqueda por 2 revisores independientes. Luego de resolver verbalmente los disensos, se seleccionaron 6 revisiones sistemáticas. Evaluando la calidad de estos estudios aplicando la lista [AMSTAR](#), se seleccionaron 3 revisiones sistemáticas, publicadas entre los años 2010 y 2014, y basadas en estudios epidemiológicos (de casos y controles).

Hallazgo 1

- **La exposición a *ELF-EMFs* de intensidad mayor a 0.4 μT (comparando contra exposiciones menores a 0.1 μT) podría estar asociado a un aumento en el riesgo de desarrollar leucemia linfocítica aguda en niños. La certeza en la evidencia es baja.**
- **La exposición a *ELF-EMFs* de intensidad entre a 0.1 y 0.4 μT (comparando contra exposiciones menores a 0.1 μT) no estaría asociado a un aumento en el riesgo de desarrollar leucemia linfocítica aguda en niños. La certeza en la evidencia es baja.**
- **No está clara la asociación entre exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia (*ELF-EMFs*) con el riesgo de desarrollar cualquier tipo de leucemia en niños. La certeza en la evidencia es muy baja.**

Este hallazgo incluye los resultados de 1 meta-análisis realizado en el 2014, [12] y de 9 estudios de casos y controles publicados entre los años 1997 y 2013 en Italia, Japón, Canadá, Nueva Zelanda, Reino Unido, Alemania y USA.

Es importante destacar que después del año 2000, la posibilidad de medir directamente la exposición a las radiaciones no ionizantes de extremada baja frecuencia en forma continua (promedio de exposición en 24hrs. o en una semana), permite obtener resultados más consistentes de la asociación entre la exposición y el desarrollo de leucemia en niños [6].

Sobre la certeza de la evidencia (GRADE)

⊕⊕⊕⊕

Alta: Esta investigación entrega una muy buena indicación del efecto probable. La probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es baja

⊕⊕⊕○

Moderada: Esta investigación entrega una buena indicación del efecto probable. La probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es moderada.

⊕⊕○○

Baja: Esta investigación entrega una alguna indicación del efecto probable. Sin embargo, la probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es alta.

⊕○○○

Muy baja: Esta investigación no entrega una indicación confiable del efecto probable. La probabilidad de que el efecto será sustancialmente diferente es muy alta.

Desenlaces [12]a	Odds Ratio Valor de la Exposición (μT)		N Casos/Con- troles	Certeza en la Evidencia (GRADE)	Comentarios
	< 0.4	≥ 0.4			
VALORES DE REFERENCIA <0.1 μT					
Todos los tipos de leucemia	Efecto pequeño o nulo (OR entre 0.88 y 1.44)	1.57 (Margen de error: 1.03-2.40)	11.530/ 12.826 ⁵	⊕○○○ Muy Baja ¹	La medición de la exposición se realizó con el promedio en 24 horas, algunos ajustados por tiempo. Sólo un estudio calculó la exposición en vez de medirla.
Leucemia linfocítica aguda	Efecto pequeño o nulo (OR entre 0.85 y 1.48)	2.43 (Margen de error: 1.3-4.55)	911/1.254	⊕⊕○○ Baja ²	
Desenlaces [12]b	Odds Ratio Valor de la Exposición (μT)		N Casos/Con- troles	Certeza en la Evidencia (GRADE)	Comentarios
	≥ 0.2				
VALORES DE REFERENCIA <0.2 μT					
Leucemia Total		1.31 (Margen de error: 1.06-1.61)	11.699/ 13.194	⊕○○○ Muy Baja ³	La medición de la exposición se realizó con el promedio en 24 horas, algunos ajustados por tiempo. Sólo un estudio calculó la exposición en vez de medirla.
Leucemia linfocítica aguda		1.25 (Margen de error: 0.97-1.60)	1.177/1.593	⊕○○○ Muy Baja ⁴	
<p>Margen de error = Intervalo de Confianza (95% IC). GRADE: <i>GRADE Working Group grades of evidence</i> (ver recuadro). NR: No reportado. NA: No aplica.</p> <p>^b 9 estudios primarios que reportan en los rangos apropiados a esta comparación</p> <p>¹ Meta-análisis de 7 estudios caso-control, con bajo riesgo de sesgo, heterogeneidad incierta, tamaño de muestra pequeño y efecto gradual de la exposición.</p> <p>² Meta-análisis de 3 estudios caso-control, con bajo riesgo de sesgo, heterogeneidad incierta, tamaño de muestra pequeño, efecto gradual de la exposición y gran tamaño de efecto.</p> <p>³ Meta-análisis de 9 estudios caso-control, con bajo riesgo de sesgo y heterogeneidad incierta.</p> <p>⁴ Meta-análisis de 4 estudios caso-control, con bajo riesgo de sesgo y heterogeneidad incierta</p> <p>⁵ Si bien el tamaño de muestra para todos los valores de exposición es el mencionado en esta columna, el número de casos y controles varía de acuerdo a la exposición utilizada.</p>					

Hallazgo 2

→ La exposición a *ELF-EMFs* de intensidad mayor a 0.3 μT no aumentaría el riesgo de desarrollar tumores cerebrales en niños. La certeza en la evidencia es baja.

Un meta-análisis del 2010 [12], que reporta datos de 10 estudios de casos (n=8.372) y controles (n=11.494) realizados entre 1988 y el 2010 en 8 países distintos pero todos de altos ingresos, encontró poca evidencia de asociación entre la exposición a campos electromagnéticos de extremadamente baja frecuencia y tumores cerebrales en niños de entre 0 y 15 años de edad. El estimador de asociación puntual es de (OR: 1.68, 95% CI: 0.83-3.43) para las exposiciones a campos mayores a 0.3 μT, lo que no permite demostrar un aumento en el riesgo de desarrollar tumores cerebrales.

Hallazgo 3

→ La exposición a *ELF-EMFs* que se produce al encontrarse a una distancia menor a 50 m de un cable de alta tensión podría estar asociada a un aumento en el riesgo de desarrollar leucemia niños. La certeza en la evidencia es baja.

Los resultados de 1 meta-análisis realizado en el 2010 [14], de 6 estudios de casos (n= 10.153) y controles (n=11.231) realizados entre los años 1972 y 2009 en Italia, Japón, Tasmania, Reino Unido y Brasil, muestra que el riesgo estimado se incrementa

al disminuir la distancia entre el sujeto expuesto y los cables de alta tensión. Al evaluar la calidad de este desenlace, se observa que el tamaño de la muestra es pequeño para distancias menores a 50m, no obstante se podría argumentar un efecto gradual de la exposición. De esta forma, la certeza que se deposita en esta evidencia es baja.

Odds ratios (95% CIs) for childhood leukaemia and distance from nearest power line, adjusted for study, age, sex and SES

>200 m		>100–200 m		>50–100 m		≤50 m	
Cases/controls	OR	Cases/controls	OR (95% CI)	Cases/controls	OR (95% CI)	Cases/controls	OR (95% CI)
10 153/11 231	1.0	88/146	1.20 (0.90, 1.59)	49/75	1.30 (0.89, 1.91)	35/51	1.59 (1.02, 2.50)

Abbreviations: CI=confidence interval; OR=odds ratio; SES=socioeconomic status.

Reference level: >200 m.

British Journal of Cancer (2010) 103, 1128–1135

Paralelamente, un estudio de casos y controles del 2007 en Irán [15] encontró un OR: 8.76 (1.74–58.40) para el riesgo de leucemia en exposiciones ≤ 500 m desde las líneas de alta tensión (123–230 kV) y un OR: 3.60 (1.11–12.39) para exposiciones mayores a 0.45 μT. Este estudio no puede agregarse con otros ya que los parámetros de medición no se correlacionan y se considera de baja certeza de evidencia debido a la naturaleza del estudio y a los amplios intervalos de confianza.

Es importante considerar que se ha reportado [5] que los tendidos eléctricos de mayor tensión (de hasta 400 kV) proporcionan valores de entre 3–10 kV/m para el campo eléctrico y de entre 1–20 μT para el campo magnético; y que dichos valores decrecen considerablemente con la distancia lineal al cableado, de manera que en el rango de valores entre 100–500 metros de distancia desde el tendido, son de entre 0,15–0,02 kV/m para el campo eléctrico y de entre 0,45–0,02 μT para el campo magnético.

Hallazgo 4

➔ **No se encontró evidencia que analizara la asociación entre exposiciones a *ELF-EMFs* y la alteración de funciones cognitivas.**

Relación entre distancia a cables de alta tensión e intensidad del campo electromagnético (μT)

→ Una distancia de 100 metros a los tendidos de cables de alta tensión, sería insuficiente para evitar exposiciones mayores a 0.3 μT .

En 1998 fue reportado por el ICNIRP que los tendidos eléctricos de mayor tensión (de hasta 400 kV) proporcionan valores de entre 3-10 kV/m para el campo eléctrico y de entre 1-20 μT para el campo magnético; y que dichos valores decrecen considerablemente con la distancia lineal al cableado [5]. De esta manera, el rango de valores entre 100-500 metros de distancia desde el tendido, son de entre 0,15-0,02 kV/m para el campo eléctrico y de entre 0,45-0,02 μT para el campo magnético. Por lo que una distancia de 100 metros sería insuficiente para evitar exposiciones mayores a 0.3 μT .

Una fuente anterior, NIEHS en 1995, indica que para los tendidos de más alto voltaje (500 kV) una distancia mayor de 100 metros aseguraría una exposición menor a 0.3 μT

No se encontraron valores reportados después del año 2000, cuando cambia la forma de medir la exposición a estos campos electromagnéticos de extremadamente baja frecuencia.

Una fuente anterior, NIEHS en 1995, indica que para los tendidos de más alto voltaje (500 kV) una distancia mayor de 100 metros aseguraría una exposición menor a 0.3 μT

Table 6. Typical magnetic field levels in μT for power transmission lines ^a

Type of line	Usage	Maximum on right-of-way	Distance from lines			
			15 m	30 m	61 m	91 m
115 kV	Average	3	0.7	0.2	0.04	0.02
	Peak	6.3	1.4	0.4	0.09	0.04
230 kV	Average	5.8	2.0	0.7	0.18	0.08
	Peak	11.8	4.0	1.5	0.36	0.16
500 kV	Average	8.7	2.9	1.3	0.32	0.14
	Peak	18.3	6.2	2.7	0.67	0.30

^a Source: NIEHS, 1995.

No se encontraron valores reportados después del año 2000, cuando cambia la forma de medir la exposición a estos campos electromagnéticos de extremadamente baja frecuencia.

Consideraciones y medidas precautorias de la OMS

La actualización 2010 de la guía de la Comisión Internacional para la Protección de Radiaciones no Ionizantes, (*ICNIRP Guidelines up to 100 kHz*) [15] está orientada a las emisiones de más baja frecuencia y reconoce la asociación consistente de los efectos de la exposición crónica a emisiones de más de 0.3 o 0.4 μT con la leucemia. Sin embargo, mientras que alega que la ausencia de una relación de causalidad establecida impide fijar una restricción de exposición basal, sí recomienda la gestión del riesgo de esta exposición, siguiendo las consideraciones y medidas precautorias publicadas por la OMS en el 2007, [10] que incluyen:

- *Establecer guías (estándares) para la exposición a los ELF-EMFs del público en general y de los trabajadores. La mejor fuente de guías tanto para niveles de exposición como para los principios de revisión científica, son las guías internacionales.*
- *Establecer programas de protección que incluyan medidas de los campos electro magnético de cualquier fuente de emisión para asegurar que los límites de exposición no son excedidos por el público en general ni por los trabajadores.*
- *Dado que los beneficios económicos, sociales y en salud de la corriente eléctrica no están cuestionados, implementar procedimientos precautorios de bajo costo para reducir la exposición es razonable y recomendado.*
- *Implementar medidas de bajo costo al construir nuevas instalaciones y al diseñar nuevos equipos o artículos electrónicos.*
- *Cambios en las prácticas de ingeniería para reducir la exposición a radiaciones de extremadamente baja frecuencia de equipos o dispositivos, debería ser considerada dado que tendría beneficios adicionales como mayor seguridad a bajo precio o costo cero.*
- *Considerar una reducción a la exposición en función de la seguridad, confiabilidad y aspectos económicos, cuando se consideren cambios a las fuentes de ELF-EMFs.*
- *Hacer cumplir las regulaciones de cableado para reducir corrientes de fuga a tierra al construir nuevos edificios o recablear edificios antiguos, manteniendo la seguridad, dado que las medidas proactivas para identificar problemas de fugas y cableados fuera de norma serían más costosas y probablemente difíciles de justificar.*
- *Implementar una estrategia de comunicación efectiva para permitir decisiones informadas por parte de todos los interesados. Esto debería incluir información en cómo los individuos podrían disminuir su propia exposición.*
- *Mejorar la planificación de establecimientos emisores de ELF-EMFs, incluyendo una mejor coordinación entre la industria, el gobierno local y los ciudadanos al instalar fuentes emisoras mayores.*
- *Promover programas de investigación para reducir la incerteza de la evidencia científica sobre los efectos de salud de las exposiciones a campos de extremada baja frecuencia. Resolver el conflicto entre la evidencia epidemiológica (que muestra una asociación entre la exposición a ELF-EMFs y el aumento del riesgo de desarrollar leucemia en niños) y los datos experimentales mecanísticos (que no avalan esta asociación), es la más alta prioridad de investigación en este campo.*

Consideraciones adicionales

Varios de los resultados presentados en este informe condicionan el riesgo sanitario a la intensidad del campo electromagnético recibido. De esta forma, es importante estudiar con cautela la relación entre esta variable (medida en μT) y la distancia a la que se encuentran las construcciones.

Por otro lado, es necesario evaluar en qué circunstancias reales se observan los valores de referencia utilizados en este informe (menores a 0.2 μT), considerando los campos producidos por múltiples artefactos eléctricos (celulares, computadores, iluminación, etc.).

Por último, se debe considerar que el voltaje real que transportan los cables de alta tensión es variable durante el día y en cada país estudiado. De esta forma, al considerar la distancia al cable de alta tensión a la que se puede construir, se debe tomar en cuenta la condición particular de cada país y se debe medir continuamente la exposición en un periodo de a lo menos 24 hrs.

Información Adicional

Citación sugerida

A. Basagoitia, C. Mansilla, C. Herrera **¿Qué efectos en la salud de la población tendría la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia producidos por tendidos eléctricos de alta tensión o subestaciones de almacenamiento de energía?** Marzo 2016. EVIP-Net Chile; Ministerio de Salud, Gobierno de Chile.

Palabras Clave

Cables de alta tensión, campo electromagnético, exposición, niños, mujeres embarazadas, leucemia, tumores cerebrales.

Referencias

- [1] C. Baliatsas, I. Van Kamp, E. Lebet, and G. J. Rubin, "Idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF): a systematic review of identifying criteria.," *BMC Public Health*, vol. 12, p. 643, Jan. 2012.
- [2] WHO, "Framework for developing health-based electromagnetic field standards," 2006. [Online]. Available: [http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_standards_framework\[1\].pdf?ua=1](http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_standards_framework[1].pdf?ua=1).
- [3] Jarry T. Porsius, Liesbeth Claassen, Tjabe Smid a, Fred Woudenberg, Keith J. Petrie, and Danielle R.M.Timmermans, "Symptom reporting after the introduction of a new high-voltage power line: A prospective field study," *Environ. Res.*, vol. 138, pp. 112–117, 2015.
- [4] "Electric and Magnetic Fields and Public Health." [Online]. Available: http://www.aps.org/policy/statements/05_3.cfm. [Accessed: 10-Dec-2015].
- [5] International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), "Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz)," *Health Phys.*, vol. 74, no. 4, 1998.
- [6] I. Calvente, M. F. Fernandez, J. Villalba, N. Olea, and M. I. Nuñez, "Exposure to electromagnetic fields (non-ionizing radiation) and its relationship with childhood leukemia: a systematic review.," *Sci. Total Environ.*, vol. 408, no. 16, pp. 3062–9, Jul. 2010.
- [7] "OMS | Normas y directrices." [Online]. Available: <http://www.who.int/peh-emf/standards/es/>. [Accessed: 10-Dec-2015].
- [8] A. Ahlbom, N. Day, M. Feychting, E. Roman, J. Skinner, J. Dockerty, M. Linet, M. McBride, J. Michaelis, J. H. Olsen, T. Tynes, and P. K. Verkasalo, "A pooled analysis of magnetic fields and childhood leukaemia," *Br. J. Cancer*, vol. 83, no. 5, pp. 692–698, Aug. 2000.
- [9] S. Greenland, A. R. Sheppard, W. T. Kaune, C. Poole, and M. A. Kelsh, "A pooled analysis of magnetic fields, wire codes, and childhood leukemia. Childhood Leukemia-EMF Study Group.," *Epidemiology*, vol. 11, no. 6, pp. 624–34, Nov. 2000.
- [10] "Environmental Health Criteria 238: EXTREMELY LOW FREQUENCY FIELDS." [Online]. Available: http://www.who.int/peh-emf/publications/Comple DEC_2007.pdf?ua=1. [Accessed: 22-Dec-2015].
- [11] 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.*, vol. 99, no. 6, pp. 818–36, 2010.
- [12] L. Zhao, X. Liu, C. Wang, K. Yan, X. Lin, S. Li, H. Bao, and X. Liu, "Magnetic fields exposure and childhood leukemia risk: a meta-analysis based on 11,699 cases and 13,194 controls.," *Leuk. Res.*, vol. 38, no. 3, pp. 269–74, Mar. 2014.
- [13] L. Kheifets, A. Ahlbom, C. M. Crespi, M. Feychting, C. Johansen, J. Monroe, M. F. G. Murphy, S. Oksuzyan, S. Preston-Martin, E. Roman, T. Saito, D. Savitz, J. Schuz, J. Simpson, J. Swanson, T. Tynes, P. Verkasalo, and G. Mezei, "A Pooled Analysis of Extremely Low-Frequency Magnetic Fields and Childhood Brain Tumors," *Am. J. Epidemiol.*, vol. 172, no. 7, pp. 752–761, Aug. 2010.
- [14] L. Kheifets, A. Ahlbom, C. M. Crespi, G. Draper, J. Hagihara, R. M. Lowenthal, G. Mezei, S. Oksuzyan, J. Schüz, J. Swanson, A. Tittarelli, M. Vinceti, and V. Wunsch Filho, "Pooled analysis of recent studies on magnetic fields and childhood leukaemia.," *Br. J. Cancer*, vol. 103, no. 7, pp. 1128–35, Sep. 2010.
- [15] A. A. H. P. Feizi and M. A. A. Arabi, "Acute childhood leukemias and exposure to magnetic fields generated by high voltage overhead power lines - a risk factor in Iran.," *Asian Pac. J. Cancer Prev.*, vol. 8, no. 1, pp. 69–72, Jan. 2007.