

# **REPORTE METODO DE LA INGENIERÍA**

## **Buscador de zonas electromagnéticas en Colombia**

### **CONTEXTO PROBLEMÁTICO**

Desde el incremento de la tecnología y dispositivos electrónicos, además del uso necesario de éstos en nuestra vida diaria, se ha cuestionado sobre los posibles efectos nocivos de la exposición constante a ellos. De hecho, se han realizado una gran cantidad de investigaciones tratando de encontrar si la exposición a las ondas electromagnéticas que emiten los diferentes dispositivos electrónicos realmente generan un impacto negativo a la salud de las personas y en qué medida. Sin embargo, aún no se ha concluido que esto sea del todo cierto.

Un grupo de investigadores extranjeros y nacionales desean realizar estudios en puntos específicos en donde se concentre presencia de campos electromagnéticos para descubrir si hay alguna relación con enfermedades de la zona, pero resulta costoso ejecutar investigaciones en cada punto del país. Por eso se busca que dichas investigaciones se realicen en las zonas más prometedoras de manera eficiente y precisa.

### **IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA:**

El costo de realizar investigaciones en cada punto del país resultaría muy costoso

#### Requerimientos:

- Encontrar puntos específicos del país en donde haya presencia de campos electromagnéticos
- la búsqueda debe ser eficiente y precisa
- identificar las ciudades, zonas, etc. que presenten más concentración de campos electromagnéticos

### **RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN**

## Campos electromagnéticos:

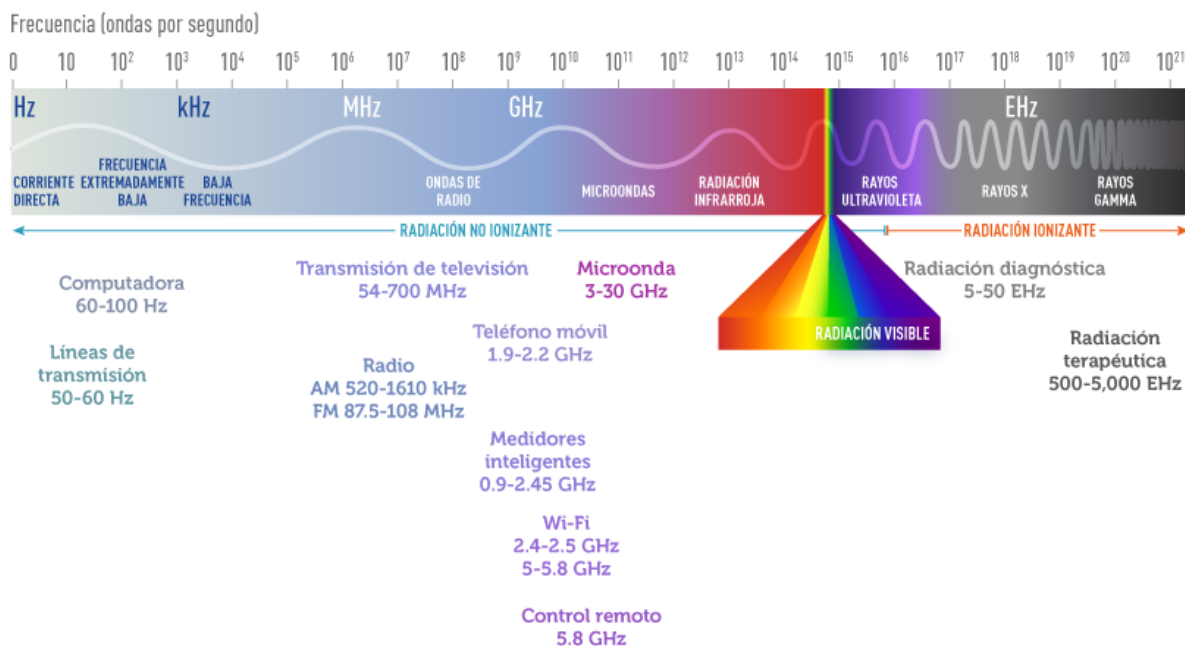
Los campos eléctricos y los magnéticos son áreas invisibles de energía (llamada también radiación) que se producen por la electricidad, que es el movimiento de electrones, o corriente, por un alambre.

Un campo eléctrico es producido por el voltaje, el cual es la presión necesaria para empujar electrones por un alambre, semejante al agua que se empuja por un tubo. Al aumentar el voltaje, el campo eléctrico aumenta su fuerza. **Los campos eléctricos se miden en voltios por metro (V/m).**

Los campos magnéticos resultan del flujo de corriente por alambres o por aparatos eléctricos y adquieren mayor fuerza a medida que aumenta la corriente. La fuerza de los campos magnéticos disminuye con rapidez a medida que aumenta la distancia desde su fuente. Los campos magnéticos se miden en microteslas ( $\mu T$ , o millonésimo de una tesla).

Los campos eléctricos se producen independientemente de si un aparato está encendido o apagado, pero los campos magnéticos se producen solo cuando fluye la corriente y se necesita que el aparato esté encendido. Las líneas de transmisión producen campos magnéticos de manera continua porque la corriente siempre fluye por los mismos. Las paredes y otros objetos actúan como escudo o debilitan con facilidad los campos eléctricos; los campos magnéticos pueden traspasar edificios, organismos vivos y la mayoría de otros materiales.

## ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO



El espectro electromagnético representa todas las posibles frecuencias de energía electromagnética. Comprende desde longitudes de onda extremadamente largas (exposiciones a frecuencias extremadamente bajas como las de líneas de transmisión) hasta longitudes de onda extremadamente cortas (rayos X y rayos gamma) e incluye tanto la radiación ionizante como la no ionizante.

### **¿Por qué se estudian los campos electromagnéticos no ionizantes en relación con el cáncer?**

Las líneas de transmisión y los aparatos eléctricos que emiten campos electromagnéticos (CEM) no ionizantes están presentes en todas partes en la casa y en el lugar de trabajo. Por ejemplo, las redes locales inalámbricas están casi siempre encendidas y en forma creciente están en las casas, las escuelas y en muchos lugares públicos.

No se ha identificado ningún mecanismo por el que los CEM de FEB podrían causar cáncer. Al contrario de la radiación (ionizante) de alta energía, los CEM de la parte no ionizante del espectro electromagnético no pueden dañar al ADN o a las células directamente. Algunos científicos han especulado que los CEM de FEB podrían causar cáncer por otros mecanismos, como al reducir las concentraciones de la hormona melatonina. Existe cierta evidencia de que la melatonina podría suprimir la formación de algunos tumores.

Estudios de animales no han proporcionado indicaciones de que la exposición a CEM de FEB esté asociada con cáncer. Los pocos estudios de alta calidad en animales no han proporcionado evidencia de que Wi-Fi sea perjudicial para la salud.

Aunque no se sabe de un mecanismo por el que los CEM no ionizantes puedan dañar al ADN y causar cáncer, a un pequeño aumento del riesgo tendría importancia clínica dada la difusión de la exposición a estos campos.

### **¿Qué han indicado los estudios acerca de posibles asociaciones entre los CEM no ionizantes y el cáncer en niños?**

En numerosos estudios epidemiológicos y extensas revisiones de artículos científicos se ha evaluado la posible relación entre la exposición a los campos magnéticos no ionizantes y el riesgo de cáncer en niños. Los campos magnéticos son el componente de los CEM no ionizantes que generalmente se estudian en relación con sus posibles efectos para la salud. La mayor parte de las investigaciones se han centrado en la leucemia y en los tumores de encéfalo, los dos cánceres más comunes en niños. Algunos estudios han examinado la relación entre estos cánceres y el hecho de vivir cerca de líneas de transmisión, con campos magnéticos en el hogar y la exposición de los padres a altos niveles de campos magnéticos en el lugar de trabajo. No se ha encontrado evidencia consistente para una asociación entre cualquier fuente de CEM no ionizante y cáncer.

**Exposición de las líneas de transmisión.** Si bien un estudio realizado en 1979 indicó una posible relación entre el hecho de vivir cerca de líneas de transmisión y la leucemia en niños, estudios más recientes han mostrado una mezcla de resultados. La mayoría de estos estudios no encontraron una asociación o

encontraron una sola para aquellos niños que vivían en casas con grados muy elevados de campos magnéticos, los cuales están presentes en pocas residencias.

Varios estudios han analizado los datos combinados de muchos estudios de exposición a líneas de transmisión y leucemia en niños:

- Un análisis en conjunto de nueve estudios reportó un aumento doble del riesgo de leucemia infantil en niños con exposiciones de 0,4  $\mu$ T o mayores. Menos de 1% de los niños en los estudios experimentaron este grado de exposición.
- Un metanálisis de 15 estudios observó un aumento de 1,7 de leucemia infantil en niños con exposición de 0,3  $\mu$ T o mayor. Un poco más de 3% de los niños en los estudios experimentaron este grado de exposición.
- Más recientemente, un análisis en conjunto de siete estudios publicados después del año 2000 reportó un aumento de 1,4 de leucemia infantil en niños con exposiciones de 0,3  $\mu$ T o mayores. Sin embargo, menos de la mitad de 1% de los niños en los estudios experimentaron este grado de exposición.

Para los dos estudios en conjunto y el metanálisis, el número de niños expuestos más era demasiado pequeño como para proveer cálculos estables de la relación entre dosis y respuesta. Esto significa que los resultados podrían interpretarse para reflejar aumentos lineales del riesgo, un efecto umbral a 0,3 o 0,4  $\mu$ T, o sin aumento significativo.

No está clara la interpretación del resultado de un riesgo mayor de leucemia infantil entre niños con las exposiciones más altas (al menos 0,3  $\mu$ T).

**Exposición de aparatos eléctricos.** Otra forma como los niños podrían exponerse a los campos magnéticos es por los aparatos electrodomésticos. Si bien los campos magnéticos cerca de muchos de los aparatos electrodomésticos son mayores que los que se encuentran en las cercanías de las líneas de transmisión, los electrodomésticos aportan menos a la exposición total de la persona a los campos magnéticos porque la mayoría de estos aparatos se usan solo por períodos cortos de tiempo. Y moverse una distancia corta de la mayoría de los aparatos eléctricos reduce la exposición dramáticamente. Una vez más, los estudios no han hallado una evidencia firme de una relación entre el uso de aparatos electrodomésticos y el riesgo de leucemia en la niñez.

**Exposición a Wi-Fi.** En vista del uso extendido de Wi-Fi en las escuelas, la UK Health Protection Agency (que ahora es parte de Public Health England) ha efectuado los estudios más grandes y más completos de medición para evaluar las exposiciones de niños a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia de redes inalámbricas de computadoras. Esta dependencia concluyó que las exposiciones de radiofrecuencia estaban muy abajo de los niveles máximos recomendados y que “no había razón para que no se siguiera usando Wi-Fi en las escuelas y en otros lugares”.

Una revisión de la literatura publicada concluyó que los pocos estudios de alta calidad hasta la fecha no proveen evidencia de efectos biológicos por exposiciones a Wi-Fi.

**Exposición a estaciones base de teléfonos celulares.** Pocos estudios han examinado el riesgo de cáncer en niños que viven cerca de estaciones base de teléfonos celulares o de transmisoras de radio o televisión. Ninguno de los estudios que calcularon las exposiciones a un nivel individual encontró un riesgo mayor de tumores en niños .

**Exposición de los padres y el riesgo en los niños.** Varios estudios han examinado la posible asociación entre la exposición materna o paterna a altos niveles de campos magnéticos antes de la concepción o durante el embarazo y el riesgo de cáncer en sus futuros hijos. Los resultados hasta la fecha han sido contradictorios. Esta cuestión necesita evaluación ulterior.

**Exposición y supervivencia al cáncer.** Unos pocos estudios han investigado si la exposición a los campos magnéticos está relacionada con el pronóstico o la supervivencia de niños con leucemia. Varios estudios retrospectivos pequeños de esta cuestión han ofrecido resultados incongruentes. Un análisis que combinó datos prospectivos de más de 3000 niños con leucemia linfocítica aguda de ocho países mostró que la exposición a campos magnéticos de frecuencia extremadamente baja no estaba asociada con su supervivencia o riesgo de recurrencia.

## **FRAMEWORK GMAP**

GMap.NET es excelente y potente, gratuito, multiplataforma, control de código abierto .NET. Habilita el enrutamiento de uso, la geocodificación, las direcciones y los mapas de Google, Yahoo !, Bing, OpenStreetMap, ArcGIS, Pergo, SigPac, Yendux, Mapy.cz, Maps.lt, iKarte.lv, NearMap, HereMap, CloudMade, WikiMapia, MapQuest en Windows Forms & Presentation, Admite almacenamiento en caché y ejecución en Windows Forms, Presentation & Mobile.

## **BÚSQUEDA DE SOLUCIONES CREATIVAS**

Lluvia de ideas:

1. distribuir detectores de ondas electromagnéticas en las principales ciudades del país.
2. realizar un estudio estadístico con datos ya recolectados sobre el tema en cuestión.
3. crear un programa el cual mediante una base de datos cargada, distribuya los puntos de concentración de ondas electromagnéticas en un mapa del país.
4. realizar una encuesta que registre el número de dispositivos electromagnéticos de los hogares en las principales ciudades del país

## **TRANSICIÓN DE LA FORMULACIÓN DE IDEAS A LOS DISEÑOS PRELIMINARES**

### Descarte de ideas:

- distribuir detectores de ondas electromagnéticas en las principales ciudades del país.

Se descarta esta opción pues dichos detectores en realidad ya se encuentran instaladas en diferentes partes del país y su información recolectada está disponible para el uso público. Sería totalmente innecesario instalar unas nuevas.

- realizar un estudio estadístico con datos ya recolectados sobre el tema en cuestión.

Se acepta esta opción ya que un estudio estadístico preliminar ayudaría a encontrar los lugares más probables en donde la investigación pueda dar más frutos

- crear un programa el cual, mediante una base de datos cargada, distribuya los puntos de concentración de ondas electromagnéticas en un mapa del país.

Se acepta esta opción pues hace la tarea de descubrir las zonas más prometedoras mucho más fácil, eficiente e incluso eficaz, con la ayuda de tecnología relacionada con los mapas y geolocalización (framework GMap)

- realizar una encuesta que registre el número de dispositivos electromagnéticos de los hogares en las principales ciudades del país

Se descarta esta opción porque resultaría muy tardado la recolección de información suficiente, además que ésta podría no ser del todo funcional o completa para el estudio que se pretende hacer

### **EVALUACIÓN Y SELECCIÓN DE LA MEJOR SOLUCIÓN**

- Criterio A: Eficiencia
  - alta:6
  - media:3
  - baja:1
- Criterio B: Eficacia<sup>i1</sup>
  - alta: 3
  - media: 2
  - baja: 1
- Criterio C: Precisión
  - alta: 5
  - media: 3
  - baja: 1
- Criterio D: Efectividad
  - alta: 4
  - media: 2
  - baja: 1

alternativas/criterios	A	B	C	D	Total
programa	6	3	5	4	18
estudio estadístico	3	2	5	4	14

#### REFERENCIAS:

- World health organization. Campos electromagnéticos (CEM). <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index1.html>
- Medline plus. Campos electromagnéticos. <https://medlineplus.gov/spanish/electromagneticfields.html>
- Instituto nacional del cancer. Campos electromagnéticos y cáncer. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/causas-prevencion/riesgo/radiacion/hoja-informativa-campos-electromagneticos>
- Nuget. GMap.NET.Windows. <https://www.nuget.org/packages/GMap.NET.Windows>

---

<sup>i</sup> z