

**MEDICIONES DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE A TRAVÉS DE LA
HERRAMIENTA GEORADSCANER**

SANDRA MILENA PEÑA VEGA

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2010**

**MEDICIONES DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE A TRAVÉS DE LA
HERRAMIENTA GEORADSCANER**

SANDRA MILENA PEÑA VEGA

**Monografía presentada como requisito para optar al título de
Especialista en Telecomunicaciones**

DIRECTOR:

HOMERO ORTEGA BOADA

Engineering Sciences Electronics and Telecommunications, Ph.D

CODIRECTOR:

CÉSAR CAMILO RODRÍGUEZ SÁNCHEZ

Ingeniero Electrónico, MsC

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO MECÁNICAS
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA ELECTRÓNICA Y
TELECOMUNICACIONES
ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES
BUCARAMANGA
2010**



Dedicatoria

A la memoria de mi Abuela Alicia Silva que la recuerdo como la mujer fuerte y decidida, quien supo afrontar la vida con fortaleza y sabiduría.

A mi hija, porque quiero ser el ejemplo a seguir y quiero que esté convencida de lo importante que es la educación en la vida.

A mi mamá menchiz, sharito y Sheena, por su apoyo moral y económico.

A los que creyeron en mí, y a los que no creyeron, porque me retan a ser cada día mejor.

Agradecimientos

A Dios porque me ha dado inteligencia, sabiduría, fortaleza y valentía para culminar mis proyectos.

Al profesor Homero Ortega por la confianza que deposito en mí al recibirme y darme la oportunidad de trabajar en su grupo de investigación.

Al ingeniero César Camilo Rodríguez, que más que mi codirector, es mi amigo, me acompañó en todo el trabajo.

Al ingeniero Celso Andrés Forero, que me acompañó en mi trabajo y es mi amigo.

A todos los del Grupo de Investigación RadioGis, por su colaboración.

A la profesora Liliana Patricia Jaimes por ayudarme a ingresar en el Grupo de Investigación.

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	17
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO	19
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
1.2 OBJETIVOS.....	22
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	22
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
1.3 JUSTIFICACIÓN	23
2. MARCO TEORICO.....	24
2.1 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.....	24
2.1.1 Radiación en Campo Lejano y Campo Cercano	25
2.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE CAMPOS	26
2.2.1 Narda NBM-550.....	27
2.3 EFECTOS DE LOS CAMPOS EN LA SALUD	27
2.4 NORMATIVIDAD SOBRE NIVELES DE RADIACIÓN	29
2.4.1 Recomendaciones de la UIT – K52	30
2.4.2 Decreto 195 de la ley Colombiana.....	33
2.5 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL.....	34
3. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN LA MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN ..	35
3.1 NARDA NBM 550.....	35
3.1.1 Medidor de Banda Ancha Móvil	35
3.1.2 Características.....	36
3.1.3 DESCRIPCION DEL NARDA NBM – 550.....	36
3.2 GEORADSCANNER	39
3.2.1 DESCRIPCION DEL SISTEMA	39
3.3 GPS.....	45

3.3.1	Características técnicas.....	45
3.4	Internet Móvil.....	46
3.5	Portátil.....	46
3.5.1	Características.....	47
4.	PROCESOS Y CAMPAÑAS DE MEDICIÓN	48
4.1	Descripción del Proceso de Medición de Niveles de Radiación	48
4.2	Metodología de Medición	48
4.3	Identificar zona de medición	48
4.9	MONTAJE PARA REALIZAR LA MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE	50
4.10	SISTEMA MONTADO EN UN VEHÍCULO	51
4.11	Campañas de Medición	52
4.12	Selección Zonas a Medir.....	52
4.13	Descripción de las Mediciones	53
4.13.1	Fase 1.1 Universidad Industrial de Santander UIS	53
4.13.2	Fase 1.2. Medición UIS 20 de enero	56
4.13.3	Fase 2. Alto de los Padres.....	59
4.13.4	Fase 3. Aeropuerto.....	65
4.13.5	Fase 4. Mediciones Electrodomésticos	69
4.13.5.3	Fase 5. Medición de la Emisora Básica RCN	76
5.	CONCLUSIONES	80
	CITAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81

Lista de Figuras

Figura 1.	Radiación Ionizante o No Ionizante	25
Figura 2.	Campo Cercano	26
Figura 3.	Campo Lejano	26
Figura 4.	Zonas de Exposición	31
Figura 5.	Límites de referencia ICNIRP de campo eléctrico	32
Figura 6	Límites de referencia ICNIRP de intensidad de campo magnético	32
Figura 7.	Límites de exposición según el decreto 195 de 2005	34
Figura 8.	NARDA NBM 550	35
Figura 9.	NARDA NBM 550	36
Figura 10.	Sonda del NARDA	38
Figura 11.	Software del GeoRadScanner	39
Figura 12.	Medición de la Radiación alrededor del Aeropuerto	40
Figura 13.	Plan de Medición	41
Figura 14.	Configuración del Narda 550 y el GPS	42
Figura 15.	Ejecutar el Plan de Medición	42
Figura 16.	Ubicando el primer sitio de la estación	43
Figura 17.	Procesando datos	43
Figura 18.	Adquisición de datos	44
Figura 19.	Mapa del Geoportal googlemaps	44
Figura 20.	Fotografía del GPS	45
Figura 21.	USB Internet Móvil	46

Figura 22.	Portátil	46
Figura 23.	Montaje para la Medición de la Radiación	50
Figura 24.	Fotografía del Montaje para medir la Radiación	50
Figura 25.	Sistema Montado en un Vehículo	51
Figura 26.	Zonas donde se realizaron las mediciones de la Radiación	53
Figura 27.	Ubicación del Edificio de Eléctrica Antigua de la UIS desde Google Earth	53
Figura 28.	Ubicación cercana del Edificio de Eléctrica Antigua de la UIS	54
Figura 29.	Ubicación de los Puntos tomados alrededor del Edificio de Eléctrica Antigua de la UIS desde el Geoportal	54
Figura 30.	Rango de Valores medidos tomados desde el Geoportal	56
Figura 31.	Ubicación de las estaciones donde se realizaron las mediciones de la UIS	56
Figura 32.	Rango de los valores medidos en la UIS	58
Figura 33.	Ubicación de la casa donde se encuentra ubicada la Torre de la Antena	59
Figura 34.	Ubicación del punto exacto donde se encuentra la Antena	59
Figura 35.	Mapa Google Maps ubicando el Alto de los Padres desde el Geoportal.	60
Figura 36.	Mapa del Geoportal Google Maps mostrando las dos Torres en el Alto de los Padres.	60
Figura 37.	Fotografía de cada estación de medición con el NARDA NBM 550 en el Alto de los Padres.	62
Figura 38.	Ubicación de los puntos de cada estación con su respectivo	63

	rango de valores.	
Figura 39.	Vista de los puntos donde se midió la Radiación en el aeropuerto Palonegro de Bucaramanga	63
Figura 40.	Entrada Principal del Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga	64
Figura 41.	Fotografía de cada estación donde se realizó la Medición en el Aeropuerto Palonegro.	65
Figura 42.	Rango de Valores de cada estación	65
Figura 43.	Electrodomésticos	66
Figura 44.	Ubicación de la casa desde el Geoportal	67
Figura 45.	Ubicación de cada estación donde se realizó la medición de Un hogar	67
Figura 46.	Ubicación del rango de valores de cada estación donde se realizo la medición de un hogar de la ciudad	68
Figura 47.	Ubicación de la casa donde se realizo la medición Campo Magnético	69
Figura 48.	Ubicación del Rango de Valores de cada estación de la casa	71
Figura 49.	Ubicación de la Emisora Básica RCN en el mapa Google Earth	71
Figura 50.	Ubicación en el mapa googlemaps del Geoportal de la Antena de la Emisora Básica RCN	72
Figura 51.	Ubicación del rango de valores de cada estación donde se realizo la medición de la Emisora Básica RCN	75
Figura 52.	Fotografía de las estaciones donde se tomaron las Mediciones de la Antena de la Emisora Básica RCN	75

Figura 53.	Ubicación de la Antena de La Emisora Básica RCN cerca de un Colegio y Zona Residencial	76
Figura 54.	Ubicación de la Emisora Básica RCN en el mapa Google Earth	76
Figura 55.	Ubicación en el mapa googlemaps del Geoportal de la Antena de la Emisora Básica RCN	77
Figura 56.	Ubicación del rango de valores de cada estación donde Se realizo la medición de la Emisora Básica RCN	78
Figura 57.	Fotografía de las estaciones donde se tomaron las Mediciones de la Antena de la Emisora Básica RCN	78

Lista de Tablas

Tabla 1.	Tabla de Resultados del Edificio Eléctrica Antigua	55
Tabla 2.	Tabla de Resultados de Mediciones de la UIS	57
Tabla 3.	Tabla de Resultados de Mediciones en el Alto de los Padres	62
Tabla 4.	Tabla de Resultados Mediciones en el Aeropuerto	67
Tabla 5.	Tabla de Resultados Medición Campo Eléctrico Casa de Sandra	70
Tabla 6.	Tabla de Resultados Medición Campo Magnético Casa De Sandra	74
Tabla 7.	Tabla de Resultados Mediciones en la Emisora Básica RCN	77

GLOSARIO

Campo cercano: En el espacio, la radiación de campo electromagnético producido por un elemento radiante tiene dos delimitaciones, campo cercano y campo lejano, la característica más importante del campo cercano es que, en esta porción de espacio la relación entre la intensidad de campo eléctrico y la intensidad de campo magnético no son proporcionales, por lo que en esta porción del espacio la medición de estos valores se hará de forma independiente.

Campo lejano: En esta porción del espacio la relación entre la intensidad de campo eléctrico y la intensidad de campo magnético es lineal, (con una constante de proporcionalidad llamada permisividad del espacio).

En esta región es suficiente con una de las dos medidas para realizar el estudio. La frontera entre campo lejano y campo cercano se calcula de forma diferente dependiendo de la relación entre la longitud de onda y la longitud de la antena

GIS: Sistema de Información geográfico.

Es una integración organizada de hardware, software, datos geográficos y personal, diseñado para capturar, almacenar, manipular, analizar y desplegar en todas sus formas la información geográficamente referenciada con el fin de resolver problemas complejos de planificación y gestión.

También puede definirse como un modelo de una parte de la realidad referido a un sistema de coordenadas terrestre y construido para satisfacer unas necesidades concretas de información.

RESUMEN

TITULO

DISEÑO MEDICIONES DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE A TRAVÉS DE LA HERRAMIENTA GEORADSCNER*

AUTORES

SANDRA MILENA PEÑA VEGA **

PALABRAS CLAVES

Radiación electromagnética no ionizante, mediciones de campos, contaminación electromagnética, Niveles de exposición seguros, Georeferenciación, Posicionamiento, Gis, Espectro Electromagnético, UIT K-52, NARDA NBM 550, GPS, Google Maps.

CONTENIDO

El desarrollo de este trabajo consiste en las mediciones de la radiación No Ionizante a través del software GeoRadScanner y la selección de herramientas empleadas en la medición que se encuentran en el Grupo de Investigación RadioGis perteneciente a la escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones de la Universidad Industrial de Santander.

Para esto se realizó un análisis de los sitios donde se encuentra el mayor número de elementos radiantes como las Torres, antenas, antena radar, electrodomésticos, antenas de telefonía móvil, antenas de radiodifusión como las de A.M. y F.M., sistema trunking., y se tiene en cuenta el tipo de zona. El objetivo de todo el sistema en conjunto es realizar mediciones georeferenciadas de radiación no ionizante en banda ancha a lo largo de diferentes sitios o estaciones previamente seleccionadas, los resultados de las campañas de mediciones se tabulan, grafican y visualizan en mapas geográficos para su análisis y se envían on-line al servidor remoto de RadioGIS para ser consultados. Se utilizan dos instrumentos fundamentales de medición, un medidor de intensidad de campo de la marca NARDA con referencia NBM-550 y un receptor GPS genérico que se conectan a un computador portátil, los cuales son montados en un vehículo para desplazarlos a los sitios de interés y tomar las lecturas respectivas durante un tiempo de terminado, siguiendo una metodología de medición estándar.

*Monografía

**Facultad de Ingenierías FísicoMecánicas. Escuela de Ingenierías Eléctrica, Electrónica y de Telecomunicaciones.
Director: HOMERO ORTEGA BOADA Ph.D. of Engineering Sciences Electronics and Telecommunications

ABSTRACT

TITLE

DESIGN MEASUREMENTS OF IONIZING RADIATION NOT THROUGH THE TOOL
GEORADSCNER *

AUTHORS

VEGA PEÑA SANDRA MILENA **

KEYWORDS

Non-ionizing electromagnetic radiation, field measurements, electromagnetic pollution, safe exposure levels, georeferencing, positioning, Gis, Electromagnetic Spectrum, UIT K-52, NARDA NBM 550, GPS, Google Maps.

CONTENT

The development of this work consists in measurements of radiation through the Non-Ionizing GeoRadScanner software and selection of equipment used in the measurement found in the Research Group RADIOGIS belonging to the school of Electrical, Electronics and Telecommunications Industrial University of Santander.

For this, an analysis of sites where the greatest number of radiating elements such as towers, antennas, antenna, radar, household appliances, mobile antennas, satellite broadcasting such as AM and FM, trunking system., and takes into account the type of area. The aim of the whole system together is georeferenced measurements of non-ionizing radiation to broadband across different sites or stations selected in advance, the results of measurement campaigns are tabulated, plotted and displayed on maps for analysis and on-line are sent to the remote server RADIOGIS to be consulted. It uses two main instruments of measurement, a field strength meter of the mark with reference NARDA NBM-550 and a generic GPS receiver connected to a laptop, which are mounted on a vehicle to move them to sites of interest and take the respective readings during a time of completion, following a standard measurement methodology.

*Monograph

** Faculty of Engineering FísicoMecánicas. School of Electrical, Electronics and Telecommunications.
Director: HOMERO ORTEGA BOADA Ph.D. Sciences of Electronics and Telecommunications Engineering

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha venido estudiando los efectos de la radiación no ionizante sobre la salud de las personas, sus resultados son interpretados por la Comisión Internacional para la Protección de la Energía No Ionizante (ICNIRP) para establecer umbrales de radiación seguros [5].

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) formaliza estos umbrales en la recomendación UIT-T.K52 [7], la cual fue adaptada por el gobierno de Colombia en el Decreto 195 de 2005 [8],

La radiación electromagnética no ionizante debe ser controlada de forma eficiente y continua, es por esto que se hace necesario de sistemas que apoyen la monitorización de radiación electromagnética no ionizante para que esta labor se realice con una metodología óptima, buscando que se estandaricen los procesos de medición ajustados a las recomendaciones internacionales y normas nacionales [7], [8], [8], [15], [16], [18] dada las características estocásticas de esta variable física y teniendo en cuenta que medir niveles de radiación no ionizante es un trabajo exigente que requiere de una metodología técnica elaborada, cuando se desea obtener resultados con calidad.

Con base en estos planteamientos el grupo de Investigación RadioGIS de la UIS, en convenio con el grupo I2T de la Universidad ICESI de la ciudad de Cali, con el respaldo de Colciencias, la empresa de consultoría de telecomunicaciones TES América Andina Ltda. de Bogotá, la empresa INKCO Ltda. de Bucaramanga y la Dirección Territorial del Ministerio de Comunicaciones Seccional Bucaramanga, están trabajando conjuntamente en una solución práctica que permite apoyar la gestión del espectro radioeléctrico y el desarrollo de servicios de

telecomunicaciones de última generación con una visión orientada hacia la convergencia.

Según el análisis hecho por parte del grupo RadioGIS y a las experiencias previas, se desarrolló una solución preliminar (GeoRadScanner) [9], efectiva en campañas de mediciones de niveles de radiación no ionizante que implican la recolección georeferenciada de una cantidad elevada de datos de múltiples sitios de medición, con propiedades de escaneo, empleando equipos de última generación.

Por medio de esta herramienta se puede analizar detallada y eficientemente el comportamiento de los niveles de radiación de una amplia zona y con un nivel mínimo de errores graves introducidos por el operario; el sistema está ajustado a los lineamientos de la recomendación UIT-T K.52.

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el mundo en que nos encontramos las telecomunicaciones juegan un papel muy importante en la vida del ser humano. Cada vez éstas van desarrollando nuevas tecnologías, como lo son las comunicaciones inalámbricas, entre éstas tenemos la telefonía celular, el internet móvil, la televisión digital etc. Con el internet móvil podemos comunicarnos desde cualquier lugar del mundo, ya sea desde una playa, o desde la selva, o desde Europa ó África, teniendo comunicación sin necesidad de una red cableada, y con los celulares aquellos que nos permiten comunicarnos desde cualquier lugar, a cualquier instante, dándonos la posibilidad de movilizarnos con mayor libertad y que nos permiten comunicar con quien queremos, produjeron un cambio en la sociedad. Desde hace doce años la telefonía celular creció exponencialmente, estos dispositivos emiten potencias de 0.2 W A 0.6W y operan en un rango de frecuencias de 850 MHz y 1.9 GHz, aproximadamente se encuentran entre las bandas de UHF, y se encuentran entre las banda de microondas que se encuentran entre los 300MHz y 300 GHz.los desplazamientos de iones que provocan las RF inducen momentos de fuerza que originan calor. Algunos organismos son más sensibles al calor produciendo daños en los ojos como las cataratas, en las mujeres embarazadas, malformación en el feto y en los hombres infertilidad, y según estudios de la OMS pueden contribuir en el desarrollo del cáncer como la Leucemia.

Con la instalación de las antenas de telefonía móvil, antenas de radiodifusión como las de A.M. y F.M. produjeron cambios en la sociedad y en el entorno urbano.

Pero no son estas antenas las que pueden causar daños sino la cantidad de estos elementos radiantes los que pueden causar daños en la salud de las personas, y más a fondo los mismos equipos que se utilizan para tener comunicación como los celulares y los electrodomésticos que utilizamos diariamente como los hornos microondas, los router, el wi-fi etc.

Debido a esto RadioGis gracias a la financiación recibida de parte de la VIE (Vicerrectoría de Investigación y Extensión de la Universidad Industrial de Santander, código 8538, 8543), el DIFE (División de Investigación y extensión de la Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas de la Universidad Industrial de Santander, código 5542) y el Estado Colombiano (Departamento Colciencias y Sena) mediante el proyecto interdisciplinario con código 1102-454-21991 ha desarrollado la herramienta GeoRadScanner para facilitar el proceso de medición de radiación No Ionizante.

Pero la sola herramienta no es una respuesta a las inquietudes de la población sobre el efecto que tienen las ondas electromagnéticas en la población. Para darle valor a la herramienta se requiere usarla para determinar el estado de los niveles de radiación al menos en unos sectores críticos que puedan servir como muestra para justificar futuros estudios.

La solución de este problema requiere una revisión de la normatividad a nivel internacional, nacional y regional sobre el control de los niveles de radiación no ionizante.

Esta normatividad establece niveles y dosis que no deben ser superadas para no causar daño a la salud de las personas, pero también la necesidad de seguir una serie de procesos para realizar mediciones confiables.

Es importante obtener los niveles de radiación no sólo en sitios que representan especial interés por el número de elementos radiantes, sino también en las premisas de los usuarios en situaciones críticas, es decir, cuando el usuario al mismo tiempo está expuesto a elementos radiantes.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un conjunto de mediciones de niveles de radiación no ionizante en unos sitios que representen mayor interés por el número y características de elementos radiantes.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Revisar las normas para formular el tipo de mediciones que requieren ser realizadas de acuerdo a esas normas.
- Documentar los procesos necesarios para efectuar las mediciones de Radiación mediante el software GeoRadScanner.
- Realizar mediciones de Radiación Electromagnética No Ionizante en Banda Ancha en algunos sitios estratégicos y hacer un análisis de los resultados con respecto a las normas.

1.3 JUSTIFICACIÓN

A través de este proyecto el estudiante pretende afianzar los conocimientos obtenidos en la ESPECIALIZACIÓN EN TELECOMUNICACIONES de la UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER UIS.

El Grupo de Investigación RadioGIS es un grupo multidisciplinario interesado en el desarrollo de Servicios de Telecomunicación. Sus intereses se centran en las redes de telecomunicación, las tecnologías, los modelos de radio propagación, y la gestión del espectro radioeléctrico.

En los últimos años las Telecomunicaciones han tenido un gran desarrollo, y el aumento de las comunicaciones inalámbricas ha sido exponencial, y con ello también la instalación de las antenas de telefonía móvil, las de radiodifusión y televisión digital. Es por este motivo que la radiación debe ser controlada teniendo en cuenta la recomendación de la norma UIT K-52 para facilitar el cumplimiento por las instalaciones de las antenas de Telecomunicación de los límites de los niveles de radiación electromagnética, cuando existen personas que diariamente están expuestas a los campos electromagnéticos.

Debido a esto el Grupo de Investigación RadioGis de la UIS y con la financiación de COLCIENCIAS ha diseñado la herramienta GeoRadScanner para facilitar las mediciones de la radiación no ionizante, y esta monografía contribuye a darle el valor a la herramienta utilizándola en las mediciones de radiación no ionizante en los sitios de mayor cantidad de elementos radiantes.

Normalmente la población se preocupa por las antenas radiobase, mientras que este trabajo busca indagar lo que ocurre con los equipos de los usuarios y los electrodomésticos que diariamente utilizamos en nuestros hogares.

2. MARCO TEORICO

2.1 CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

La radiación electromagnética consiste de ondas de energía eléctrica y magnética moviéndose juntas a través del espacio a la velocidad de la luz.

El término “campo electromagnético” (CEM) se usa para indicar la presencia de radiación electromagnética. Las diferentes formas de radiación electromagnética son clasificadas por sus frecuencias.

Los CEM incluyen los campos eléctricos y magnéticos de las redes de energía (60 Hz en Colombia), la radio, la televisión, los teléfonos móviles y sus estaciones bases, radar y comunicaciones vía satélite.

Muchos aparatos domésticos también transmiten CEM, tal como los teléfonos inalámbricos y los juguetes a control remoto.

Los campos electromagnéticos pueden ser de dos tipos de acuerdo a sus frecuencias (Figura 1):

- **Radiación ionizante:** Es la radiación que está en el rango de frecuencias de 300GHz en adelante, es llamada ionizante porque es capaz de lograr que las moléculas se separen al introducir a los enlaces una energía mayor a la energía propia del enlace (este proceso es llamado ionización).
- **Radiación no ionizante:** Este tipo de radiación en el rango de frecuencias de 0 a 300GHz, (la frecuencia es proporcional a la energía) no tiene la energía suficiente para desprender los enlaces de las moléculas de la forma en que lo haría la radiación ionizante, sus efectos hasta ahora encontrados

son de tipo térmico, pero no se ha descartado que tenga efectos en las moléculas a largo plazo por lo que son objeto de estudio actualmente.

ESPECTRO ELECTROMAGNETICO

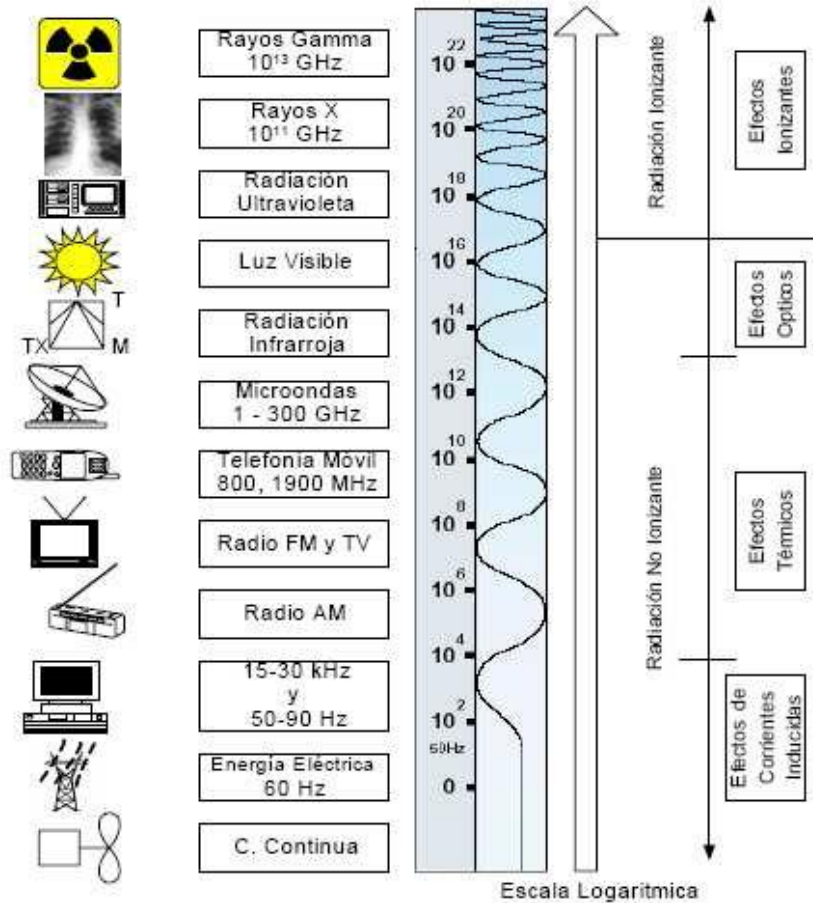


Figura 1. Radiación Ionizante o No Ionizante¹

2.1.1 Radiación en Campo Lejano y Campo Cercano

Esta distinción entre campos cercano (Figura 2) y lejano (Figura 3), es relevante en las medidas. En la región de campo cercano, la relación entre la intensidad de campo eléctrico (E [V/m]) y la intensidad de campo magnético (H [A/m]) no es constante, por lo que deben medirse por separado.

1. ¹ Tomado de la telefonía móvil y su salud – Ing. Victor Cruz Ornetta

Sin embargo, en la región de campo lejano basta con medir uno de esos dos parámetros, ya que, al ser la relación entre ambos una constante conocida, podemos calcular su valor a partir del otro.



Figura 2. Campo Cercano

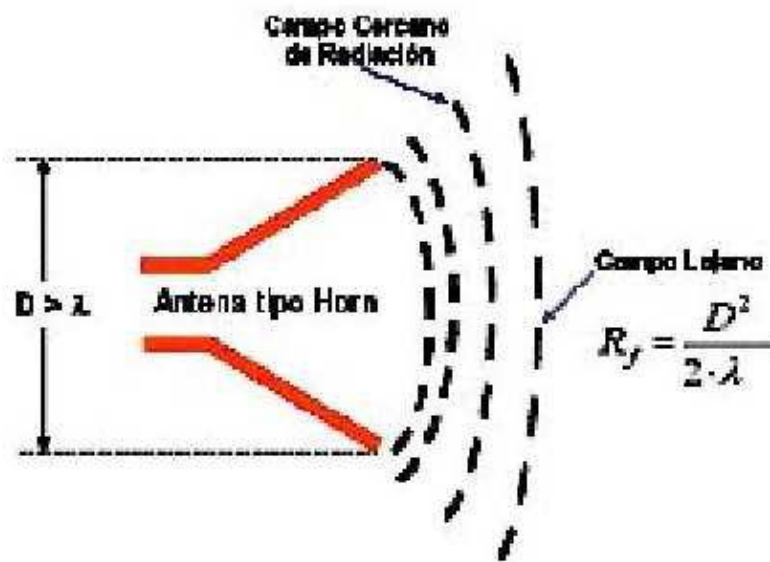


Figura 3. Campo Lejano

2.2 INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN DE CAMPOS

En el mercado actual, existen muchas clases de equipos, que difieren en propiedades como el tamaño, el precio, portabilidad, usabilidad, entre otras.

Estos criterios serán evaluados a continuación en este proyecto.

2.2.1 Narda NBM-550

En el mercado actual, se ha observado la gran demanda de estos equipos, empresas como TESamerica y entidades del Gobierno (Ministerio de Comunicaciones), han optado por implementar esta clase de medidores de campo ya que posee grandes cualidades como lo son portabilidad, precio y precisión en las medidas.

El NBM-550² es un equipo que se caracteriza por su gran desempeño en la medición de campos electromagnéticos en banda ancha presentes tanto en zonas industriales, como rurales.

2.3 EFECTOS DE LOS CAMPOS EN LA SALUD

La piel y los órganos del cuerpo, reaccionan de diferente forma ante la exposición de un campo magnético, sus reacciones dependen de la frecuencia del campo electromagnético a la cual está expuesta; estos rangos se clasifican así:

Campos de RF por encima de los 10 GHz. Estas radiaciones son absorbidas por la superficie de la piel y es muy poca la energía que llega a tejidos interiores.³

La exposición a estos campos de RF por encima de 10 GHz se mide fundamentalmente en términos de la intensidad de campo, medida como *densidad de potencia* en vatios por metro cuadrado (mili vatios e incluso micro vatios por metro cuadrado para campos más débiles).

² NARDA safety test solution

³ SOLUCIÓN DE ESCANEADO GEOREFERENCIADO DE NIVELES DE RADIACIÓN
| NO IONIZANTE BASADO EN NARDA NBM-520 (GeoRadScanner)

Para que a estas frecuencias tan elevadas dentro de la radiofrecuencia se produzcan efectos perjudiciales para la salud, como cataratas en el ojo o quemaduras cutáneas, se requieren densidades de potencia superiores a 1000 w/m^2 .

En los campos de RF entre 1MHz y 10 GHz, al contrario de lo que ocurre con las de frecuencia superior a 10 GHz, penetran en los tejidos expuestos, y producen un calentamiento de los mismos debido a la absorción energética de la señal.

La profundidad de penetración en el tejido depende de la frecuencia del campo y crece conforme decrece la frecuencia de la radiación. Dicha profundidad de penetración depende, así mismo, de las propiedades del tejido.

La absorción de energía de los campos de RF por parte de los tejidos se mide según la *tasa específica de absorción (SAR: Specific Absorption Rate)* en una masa de tejido dada. La unidad de dicha tasa son los vatios por kg. de masa.

Para que se produzcan efectos adversos para la salud en personas expuestas a radiaciones de estas frecuencias son necesarios valores del SAR superiores a 4 w/Kg .

Estos niveles de energía se encuentran a decenas de metros de potentes antenas transmisoras de FM ubicadas en altas torres, siendo dichas áreas inaccesibles.

La mayor parte de los efectos perjudiciales para la salud que pueden producirse por la exposición a campos de radiofrecuencia en este rango de frecuencias se asocian a calentamiento inducido, cuyo resultado es el aumento de la temperatura de un tejido, o del propio cuerpo superior a $1 \text{ }^\circ\text{C}$.

El calentamiento inducido, del mismo modo, puede afectar al desarrollo del feto.

Se sabe que para que se puedan producir malformaciones en el nacimiento, es necesario que la temperatura del feto aumente de 2°C a 3°C durante horas.

El calentamiento inducido por la radiación electromagnética de este rango de frecuencias puede, así mismo, afectar a la fertilidad en el hombre y favorecer la aparición de opacidades oculares (cataratas).

Campos de RF por debajo de 1 MHz. Este tipo de campos no producen calentamiento significativo, sino que inducen corrientes y campos eléctricos en tejidos, los cuales se miden en términos de *densidad de corriente* en amperios por metro cuadrado.

Se calcula que la intensidad de dichas corrientes es de unos 10 mA/m².

No obstante, dichos efectos bien no han sido confirmados por laboratorios de investigación, o bien sus consecuencias en la salud son desconocidas.

Estos estudios han concedido gran importancia al posible aumento en el riesgo de desarrollar un cáncer al ser expuesto a este tipo de radiaciones.

2.4 NORMATIVIDAD SOBRE NIVELES DE RADIACIÓN

La ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection) ha realizado muchas pruebas de exposición a campos electromagnéticos, las cuales son el resultado de la evaluación de un conjunto amplio de estudios realizados y que aun se realizan desde hace algunas décadas en todo el mundo (los cuales incluyen estudios epidemiológicos, estudios biológicos in vitro e in vivo, estudios en seres humanos, cálculos teóricos y estudios físicos y de ingeniería) han concluido que los límites de exposición localizada toman en consideración la capacidad termo regulatoria de la cabeza, considerando un máximo de 1° C de elevación de temperatura en sus tejidos más sensibles e incorporan un factor de seguridad que en el caso de la exposición del público en

general está en el orden de 50%; por lo tanto el SAR localizado en la cabeza recomendado por ICNIRP es de 2 W/kg promediado sobre una masa de tejido de 10 g (0.02 W absorbidos en cualquier masa de 10g de tejido en la cabeza).

Es por ello que las administraciones de telecomunicaciones, como la Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos de Norteamérica (FCC) ha adoptado las normas IEE-ANSI para la exposición a la radiación de RF de teléfonos móviles que recomienda como valor límite 1.6 W/ kg promediado sobre cualquier tejido de 1g. de masa (0.016 W absorbidos en cualquier masa de 10g).

La Autoridad de Comunicaciones Australiana (ACA) y el Ministerio de Asuntos Públicos y del Hogar y de Correos y Telecomunicaciones (MPHPT) del Japón han adoptado las recomendaciones ICNIRP.

La Oficina de la Autoridad de Telecomunicaciones de Hong-Kong ha recomendado aceptar las recomendaciones ICNIRP y las IEEE-ANSI como los LMPs de Hong-Kong.

2.4.1 Recomendaciones de la UIT – K52

La finalidad de esta recomendación es facilitar el cumplimiento por las instalaciones de Telecomunicaciones de los límites de seguridad cuando existe exposición de las personas a campos electromagnéticos (EMF). Presenta orientación general, un método de cálculo y un procedimiento de evaluación de las instalaciones.

El procedimiento de evaluación, basado en los límites de seguridad proporcionados por la ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection), ayuda a los usuarios a determinar la probabilidad de que las instala.



Figura 4. Zonas de Exposición⁴

Zona de Conformidad: En la zona de conformidad, la exposición potencial al EMF está por debajo de los límites aplicables a la exposición ocupacional/controlada y a la exposición no controlada del público en general.

Zona Ocupacional: En la zona ocupacional, la exposición potencial al EMF está por debajo de los límites aplicables a la exposición controlada/ocupacional, pero sobrepasa los límites aplicables a la exposición no controlada del público en general.

Zona de Rebasamiento: En la Zona de Rebasamiento la exposición potencial al EMF sobrepasa los límites aplicables a la exposición controlada/ocupacional y a la exposición no controlada del público en general.

En muchas instalaciones, la Zona de Rebasamiento y la Zona Ocupacional no son accesibles a las personas, y sólo son accesibles en circunstancias excepcionales, como cuando hay una persona de pie inmediatamente delante de la antena.

⁴ <http://190.34.186.22/telec/digidocs/UIT-K52.pdf> (Recomendacion K-52)

El procedimiento de evaluación de riesgos presentado en esta Recomendación se ocupa sobre todo de la exposición del público en general, y de los operarios en el ejercicio de sus actividades normales.

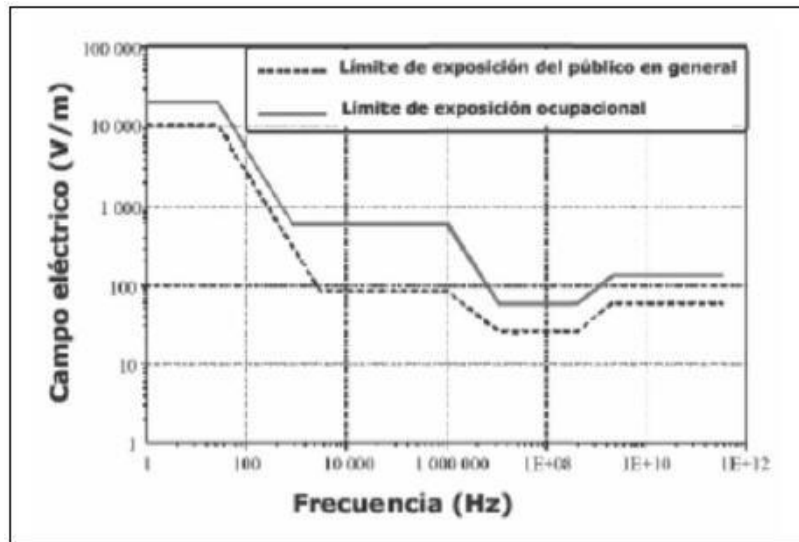


Figura 5. Límites de referencia ICNIRP de campo eléctrico⁵

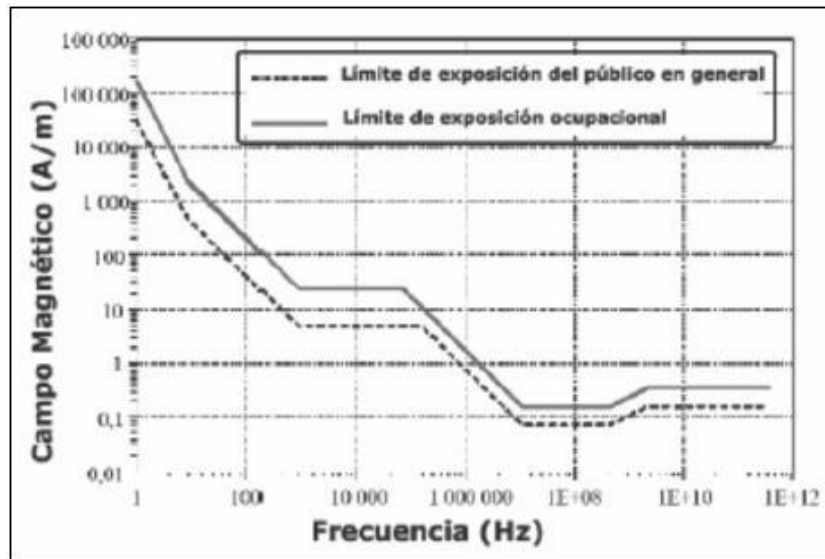


Figura 6 Límites de referencia ICNIRP de intensidad de campo magnético⁶

⁵ <http://190.34.186.22/telec/digidocs/UIT-K52.pdf> (Recomendación K-52)

2.4.2 Decreto 195 de la ley Colombiana

Con el Decreto 195 de 2005[12] se fijó una pauta legal a los requerimientos de unas mediciones de radiación no ionizante en Colombia en la que se estipulan los valores máximos permitidos de exposición a esta radiación basados en recomendaciones y normas adoptadas en otros países y se fija un plazo máximo de certificación de cumplimiento en estos aspectos, en este decreto se definen:

- Plazos de cumplimiento: Dos años contados a partir de la entrada en vigencia de la resolución.
- Mecanismos de vigilancia y control.
- Pautas para realizar mediciones.
- Requisitos únicos para instalaciones radioeléctricas.

2.4.2.4.1 Resolución 1645 del 2005.

El 20 de Julio de 2005 se expide la resolución No. 001645 por la cual se reglamenta el decreto 195 y se definen:

-Las fuentes inherentemente conformes:

- Telefonía Móvil Celular
- Servicios de Comunicación Personal – PCS
- Sistema de Acceso Troncalizado
- Sistema de Radiomensajes
- Sistema de Radiocomunicación Convencional Voz y/o Datos – HF,VHF y UHF.
- Proveedor de segmento espacial.

-El formato de declaración de Conformidad.

-Metodología de medición.

⁶ <http://190.34.186.22/telec/digidocs/UIT-K52.pdf> (Recomendación K-52)

2.4.2.2 Resolución 2643 del 2005.

El 4 de Noviembre de 2005 se expide la resolución No. 002643 por la cual se reglamenta el decreto 195 y se define el formulario Único de Inscripción para realizar mediciones de campos electromagnéticos.

Tipo de exposición	Gama de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico E (V/m)	Intensidad de campo magnético H (V/m)	Densidad de potencia de onda plana equivalente, S (W/m ²)
Ocupacional	0 - 65 KHz	610	24,4	
	0,065 - 1 MHz	610	1,6/f	
	1-10 MHz	610/f	1,6/f	
	10 - 400 MHz	61	0,16	10
	400 - 2.000 MHz	3 f ^{0,2}	0,008 f ^{0,2}	1/40
	2 - 300 GHz	137	0,36	50
Público en general	0 - 150 KHz	87	5	< 10 p>
	0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	
	1-10 MHz	87/f ^{0,2}	0,73/f	
	10 - 400 MHz	28	0,073	2
	400 - 2.000 MHz	1,375 f ^{0,2}	0,0037 f ^{0,2}	1/200
	2 - 300 GHz	61	0,16	10

Figura 7. Límites de exposición según el decreto 195 de 2005⁷

2.5 SISTEMAS DE POSICIONAMIENTO GLOBAL

EL GPS fue diseñado para estimar posición (latitud, longitud y elevación) en mar, tierra y aire; velocidad y tiempo; así como navegar de un sitio a otro.

En términos cuantitativos, esto se interpretó como un Sistema capaz de tener una raíz del error medio cuadrático en posición de 10m, en velocidad de 0.1m/s y en tiempo de 100 nanosegundos.

⁷ http://www.asocel.org.co/pdf/decreto_195_de_2005.pdf

3. INSTRUMENTOS Y HERRAMIENTAS UTILIZADOS EN LA MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN

3.1 NARDA NBM 550



Figura 8. NARDA NBM 550⁸

3.1.1 Medidor de Banda Ancha Móvil

Hace mediciones extremadamente precisa de la radiación no ionizante en Banda Ancha des 100 Khz hasta 60 Ghz. Equipado con sondas para la medición de la intensidad de campo eléctrico y magnético, que cubre todas las frecuencias de onda larga a la radiación de microondas.

Las sondas de frecuencia de respuesta plana (“sondas planas”), así como las llamadas sondas de forma que evalúan la intensidad de campo sobre la base de una norma de seguridad humana están disponibles.

Estas sondas se calibran por separado desde el medidor de campo, e incluyen una memoria no volátil que contiene los parámetros de la sonda y los datos de calibración. Por lo tanto, se puede utilizar con cualquier dispositivo en el NBM – 500 de la familia sin perder ninguno de la exactitud de calibración.

⁸ www.narda.com

3.1.2 Características

- ✓ Intensidades de campo de medición para cumplir con las normas generales de seguridad.
- ✓ El establecimiento de zonas de seguridad.
- ✓ Medición y seguimiento de la intensidad del campo alrededor de la radiodifusión y equipos de radar de intensidades de campo de medición de repetidores de telefonía móvil y los sistemas de comunicación por satélite para demostrar el cumplimiento con los valores de los límites de seguridad estándar.
- ✓ Intensidades de campo de medición en el entorno industrial, como los plásticos equipos de soldadura, calefacción RF, templando y equipos de secado.
- ✓ Medidas para proteger a los usuarios de equipos de diatermia y otros dispositivos médicos que generan radiación de alta frecuencia de la intensidad de campo de medición en las células y las cámaras de absorción para demostrar la compatibilidad electromagnética (EMC).

3.1.3 DESCRIPCION DEL NARDA NBM – 550

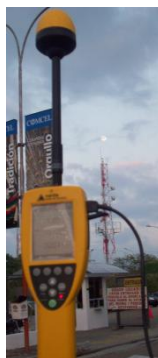


Figura 9. NARDA NBM 550

3.1.3.1 PANTALLA

- ✓ Backlit LCD monocromo, legible, incluso en plena luz del día
- ✓ Interfaz gráfica de usuario (GUI) con idiomas seleccionables

3.1.3.2 OPERACIÓN

- ✓ Simple de usar botón 9 del teclado
- ✓ Mantener pulsada la tecla suave botón de "congelación" pantalla de medición durante las lecturas
- ✓ Definido por el usuario configuraciones pueden ser guardadas para las necesidades de la encuesta repetitivo
- ✓ Teclado se puede bloquear para evitar entradas inadvertidas
- ✓ El usuario puede seleccionar "Auto-off" para salvar la vida de la batería

3.1.3.3 Lecturas mostradas

- ✓ 5 Tipos de resultados pueden ser visualizados - real, mínimo, máximo, media media y máxima
- ✓ Modo historia - la historia de la memoria funciona de forma continua en la de fondo, lo que le permite mostrar las lecturas anteriores en cualquier momento, hasta 8 horas
- ✓ Unidades seleccionables - V / m, A / m, W / m ² , mW / cm ² y "% de la norma" utilizando las sondas de respuesta en forma de frecuencia
- ✓ Las normas y guías almacenados en la memoria del Banco Nacional se permite que al mismo tiempo mostrar las lecturas en% de un "estándar", si frecuencia se conoce

- ✓ Memoria de datos de hasta 5000 mediciones

3.1.3.4 FUNCIONES PROMEDIADO

- ✓ Tiempo promedio - 4 segundos a 30 minutos, en intervalos de 2 segundos
- ✓ Ordenación del promedio - discreto o continuo

3.1.3.5 Alarma audible

- ✓ Variable de ajuste del umbral de alarma
- ✓ Indicación acústica de aumentar o disminuir la intensidad de campo

3.1.3.6 SONDA INTERFACE



Figura 10. Sonda del NARDA

- ✓ Detección automática del tipo de sonda y la calibración de la información
- ✓ Veces completamente automático y variable de ajuste del intervalo de cero
- ✓ De entrada óptica adicional para la separación de la sonda de metro

3.1.3.7 CONTROL REMOTO

- ✓ Conexión a PC mediante interfaz USB u óptica
- ✓ Entrada del disparador externo para iniciar las lecturas que deben tomarse
- ✓ NBM-software TS permite a las mediciones de control remoto
- ✓ Capturas de pantalla pueden ser descargados a la PC

3.2 GEORADSCANNER

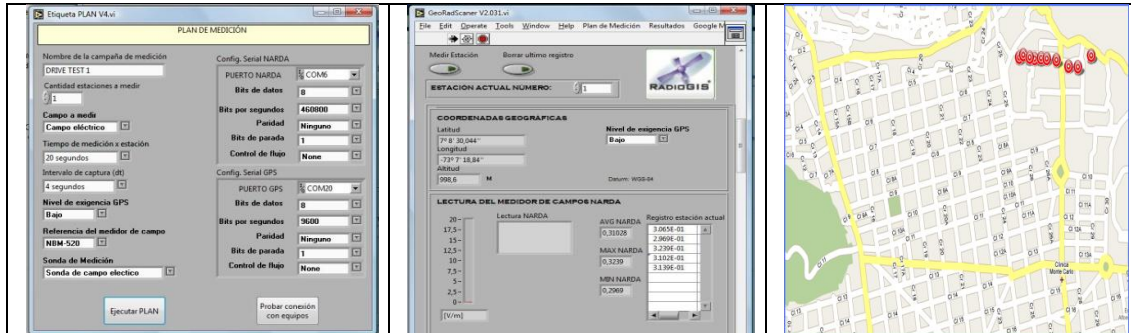


Figura 11. Software del GeoRadScanner

3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

GeoRadScanner está diseñado de forma modular, con el propósito de optimizar el proceso de desarrollo de la herramienta y la depuración continua de errores.

El objetivo del sistema es realizar mediciones georeferenciadas de radiación no ionizante en banda ancha (medición de inmisión) a lo largo de diferentes sitios o estaciones previamente seleccionados, los resultados de las campañas de mediciones se tabulan, grafican y visualizan en mapas para su posterior análisis.

Es una herramienta intuitiva para su utilización, útil para campañas de mediciones donde la cantidad de sitios a medir es considerablemente alta y los tiempos de medición también, tiene la capacidad de exportar los resultados de las mediciones para ser reutilizados.

Utiliza dos instrumentos fundamentales de medición, un medidor de intensidad de campo de la marca NARDA con referencia NBM-550 y un receptor GPS genérico, los cuales con montados en un vehículo para desplazarlos a los sitios de interés (estaciones) y tomar las lecturas respectivas durante un tiempo de terminado.⁹

⁹ RODRIGUEZ, Cesar. MUÑOZ, Sergio.



Figura 12. Medición de la Radiación alrededor del Aeropuerto

3.2.2. Características del GeoRadScanner

PLAN DE MEDICIÓN ¹⁰

- **Nombre de la Campaña:** Es el nombre que se le da al sitio donde se va a realizar la medición de la radiación.
- **Cantidad de Estaciones a medir:** El número de puntos o (estaciones) donde se van a realizar las mediciones.
- **Campo a medir:** Es el campo que se va a medir en cada uno de los puntos, ya sea el campo eléctrico, magnético.
- **Tiempo de Medición por Estación:** Es el tiempo que se toma el equipo para hacer el cálculo de la potencia promedio, mientras mayor tiempo se demore es mejor la medición. Teniendo en cuenta las normas UIT k-52 el tiempo de medición es de 6 minutos por estación.
- **Intervalo de Captura:** Es el tiempo de 4 segundos, significa que cada 4 segundos se recibirá un valor de radiación instantánea la cual será almacenada para calcular la radiación promedio y radiación final, mientras más pequeño sea este número más fiable es la medición.

¹⁰ RODRIGUEZ, Cesar. MUÑOZ, Sergio.

- **Nivel de exigencia GPS:** Es la precisión de las coordenadas que se obtienen en cada estación. Mientras más alto sea el nivel mayor tiempo tarde al GPS en tomar las coordenadas. (30 segundos) Nivel Alto.
- **Referencia del Medidor de Campo:** Donde se escoge la referencia del equipo el cual se realizara la campaña.
- **Sonda de Medición:** Donde se especifica la antena que se va a utilizar para medir la intensidad de campos NARDA.

Menú de Resultados

Aquí encontramos dos opciones:

- Ver Resultados
- Guardar Resultados

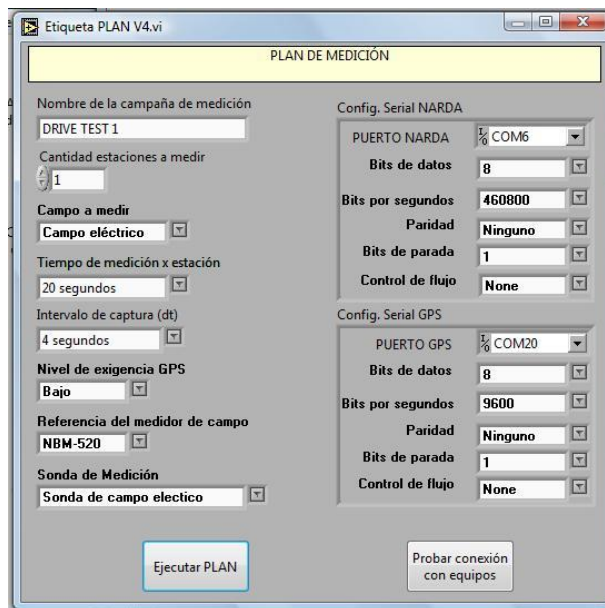


Figura 13. Plan de Medición

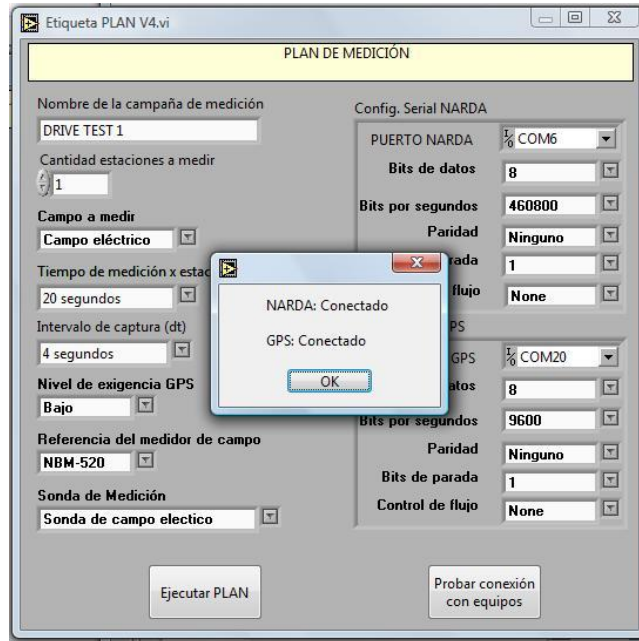


Figura 14. Configuración del Narda 550 y el GPS

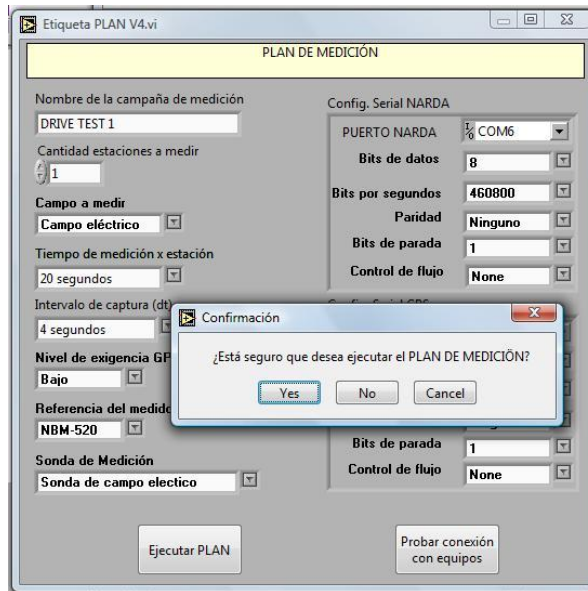


Figura 15. Ejecutar el Plan de Medición

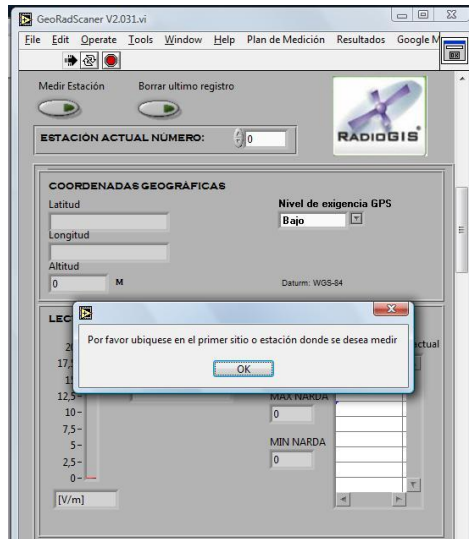


Figura 16. Ubicando el primer sitio de la estación

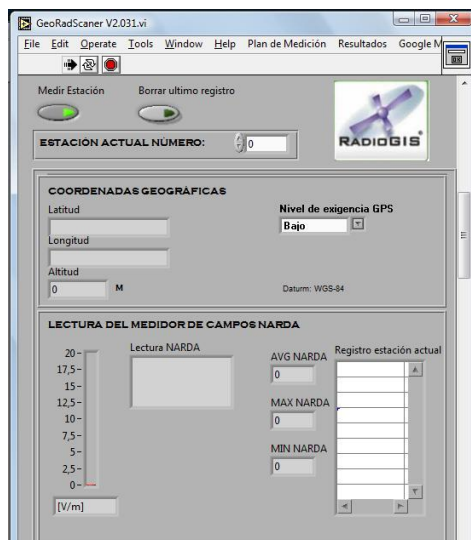


Figura 17. Procesando datos

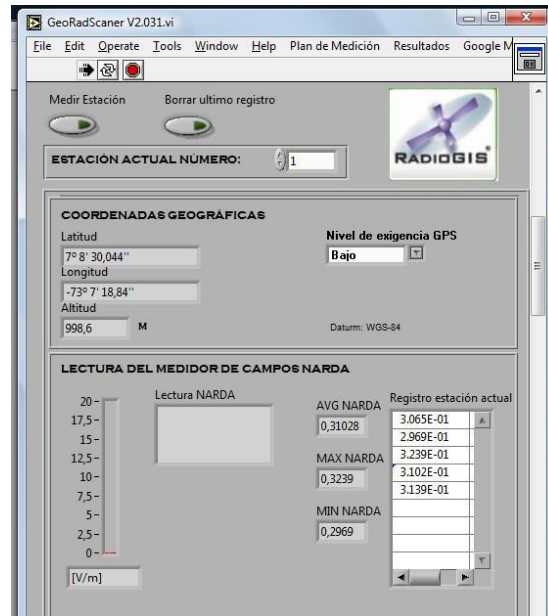


Figura 18. Adquisición de datos

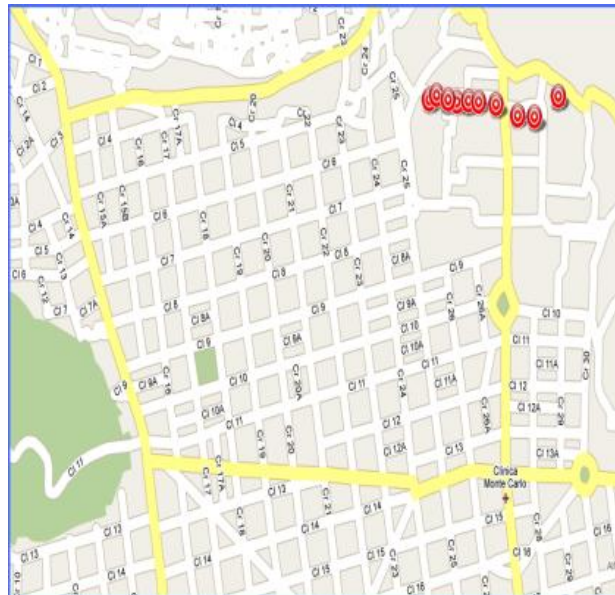


Figura 19. Mapa del Geoportal googlemaps

3.3 GPS



Figura 20. Fotografía del GPS

El **GPS (Global Positioning System: sistema de posicionamiento mundial)**

Es un Sistema de Posición Global que permite determinar el punto de posición de una persona, vehículo, objeto o lugar.

El protocolo que emplea el GPS para comunicarse es el NMEA.

El sistema funciona con 24 satélites sincronizados que cubre toda la tierra.

El dispositivo envía una solicitud y al menos es respondida por 4 satélites para que la posición sea correcta.

3.3.1 Características técnicas

El Sistema Global de Navegación por Satélite lo componen:

Sistema de satélites:

Estaciones terrestres

Terminales receptores

3.4 Internet Móvil



Figura 21. USB Internet Móvil

Se podrá acceder a datos en tiempo real como estado del clima, tráfico, localización **de lugares y servicios** de música y video¹¹

Estos dispositivos están especialmente diseñados para los usuarios que quieran conectarse a Internet, tanto en casa como fuera de ella, a velocidades que inclusive pueden llegar hasta los 14Kbps.¹²

El módem USB 3.5G es la solución que te permite (sea cual sea tu modelo de computador) conectarte a Internet de una manera sencilla e inmediata. Conecta el modem en el puerto USB del computador y se instalará de forma automática, luego de esto aparecerá el gestor de conexiones para que te conectes.

3.5 Portátil



Figura 22. Portátil

Es un Computador portable, para llevar cuando estamos fuera de casa o de la oficina o vamos dentro de un vehículo.

¹¹ <http://www.citytv.com.co/videos/60284/caracteristicas-del-internet-movil-del-futuro>

¹² <http://www.tigo.com.co/seccion/internet-movil-tigo>

3.5.1 Características

- ✓ Procesador
- ✓ Disco Duro
- ✓ Memoria Ram
- ✓ Unidad Óptica de DVD
- ✓ Tarjeta Wireless WI-FI
- ✓ Pantalla LCD de 16"
- ✓ Sistema Operativo Windows
- ✓ Lector de Tarjetas

4. PROCESOS Y CAMPAÑAS DE MEDICIÓN

En este capítulo se van a describir las metodologías empleadas en las campañas de mediciones.

4.1 Descripción del Proceso de Medición de Niveles de Radiación

Para medir el nivel de Radiación hay que ubicarse en los puntos donde hay mayor número de elementos radiantes como Torres, Antenas que presten múltiples servicios de A.M., F.M. Televisión, para operadores de celular etc.

4.2 Metodología de Medición

La Metodología empleada cumple con los criterios de la recomendación internacional UIT –K52 y el decreto 195 de 2005 definido en las leyes y estatutos colombianos, y las recomendaciones de los funcionarios de los ingenieros del Ministerio de Comunicaciones y también de los ingenieros de la empresa TES de América Andina Ltda DE Bogotá.

4.3 Identificar zona de medición: Es importante identificar los principales elementos que aportan a la radiación electromagnética, como antenas, repetidoras, sistemas Wifi, amplificadores de RF, torres de comunicaciones y cualquier otro dispositivo que este visible.

4.4 Seleccionar los equipos y sondas indicadas: Teniendo en cuenta el tipo de servicios de radiofrecuencia presentes en el sector seleccionado para medir, escoger los equipos de medición y sondas adecuadas, por ejemplo, si en los

alrededores hay antenas de microondas, seleccionar el medidor de campos (NARDA) con la sonda que va hasta 60Ghz.

4.5 Definir Plan de Medición: Corresponde a una planeación de la campaña de medición que se va a realizar, en ésta se define:

- Cantidad de puntos o estaciones a medir
- Tiempo de captura de datos por estación (6 minutos por norma)
- Intervalo de tiempo de captura entre muestra y muestra (dt).
- Tipo de campo a medir (eléctrico, magnético, densidad de potencia)
- Instrumento y sonda a utilizar.

4.6 Ejecutar la campaña de medición: Consiste en la ejecución del plan de medición definido, es indispensable instalar los equipos en un vehículo para facilitar el desplazamiento y ofrecer comodidad.

En esta fase de la metodología el ingeniero de campo debe ubicarse en cada estación o punto de interés, la separación entre sitios debe ajustarse al método de Lee (ver referencia [3]); luego de ubicarse en cada sitio se da la orden de captura de datos de los instrumentos, tanto el GPS como el medidor de campos, durante el tiempo preestablecido en el plan de medición.

Es importante que el vehículo este en reposo total, para no alterar la medición. Además, es necesario verificar que los datos capturados sea lógicos y concordantes (valores positivos, rango aceptable), si esto no ocurre, se debe repetir la medición en el punto actual.

4.7 Verificar los resultados: Luego de finalizar la captura de datos en la fase anterior, se realiza un análisis global de los resultados obtenidos para verificar la confiabilidad de los datos de la campaña de medición, se examina los datos

tabulados, se analiza la grafica de radiación por estación y se examina los puntos de radiación en un mapa geográfico (googleMaps).

4.8 Guardar los resultados: Se almacenan los datos para posteriores análisis.

4.9 MONTAJE PARA REALIZAR LA MEDICIÓN DE LA RADIACIÓN NO IONIZANTE



Figura 23. Montaje para la Medición de la Radiación

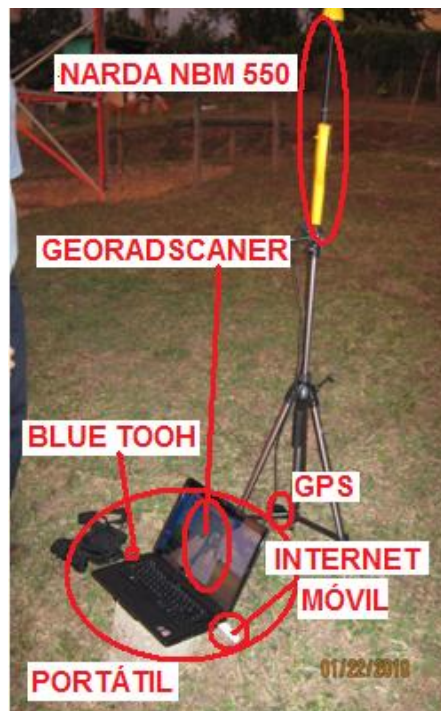


Figura 24. Fotografía del Montaje para medir la Radiación

4.10 SISTEMA MONTADO EN UN VEHÍCULO



Figura 25. Sistema Montado en un Vehículo

4.11 Campañas de Medición

4.11.1 Revisión de las normas colombianas e internacionales para la selección del tipo de medición en la Ciudad de Bucaramanga.

Según las normas referenciadas en [2] ,[6] Y [16] existen dos tipos de mediciones, medición en Banda Ancha y Medición en Banda Estrecha.

Medición en Banda Ancha: en las mediciones en Banda Ancha se registran valores de campos electromagnéticos, considerando el efecto combinado de todas las componentes frecuenciales que se encuentran dentro de un amplio ancho de banda especificado¹³.

Medición en Banda Angosta: Conjunto de elementos que permite medir de forma selectiva en frecuencia, el cual permite conocer la magnitud de la variable electromagnética medida (intensidad de campo eléctrico, magnético o densidad de potencia), debida a una componente frecuencial o a una banda muy estrecha de frecuencia¹³

4.12 Selección Zonas a Medir

Los criterios para la selección de las zonas donde se realizarán las campañas de mediciones son:

- Cantidad y distribución de antenas alrededor de la zona.
- Tipo de zona: residencial, industrial, comercial, escolar, hospitalaria, etc.
- Densidad poblacional.

¹³ Según el Título 1 del Artículo 3 del decreto 195 de 2005 de Colombia

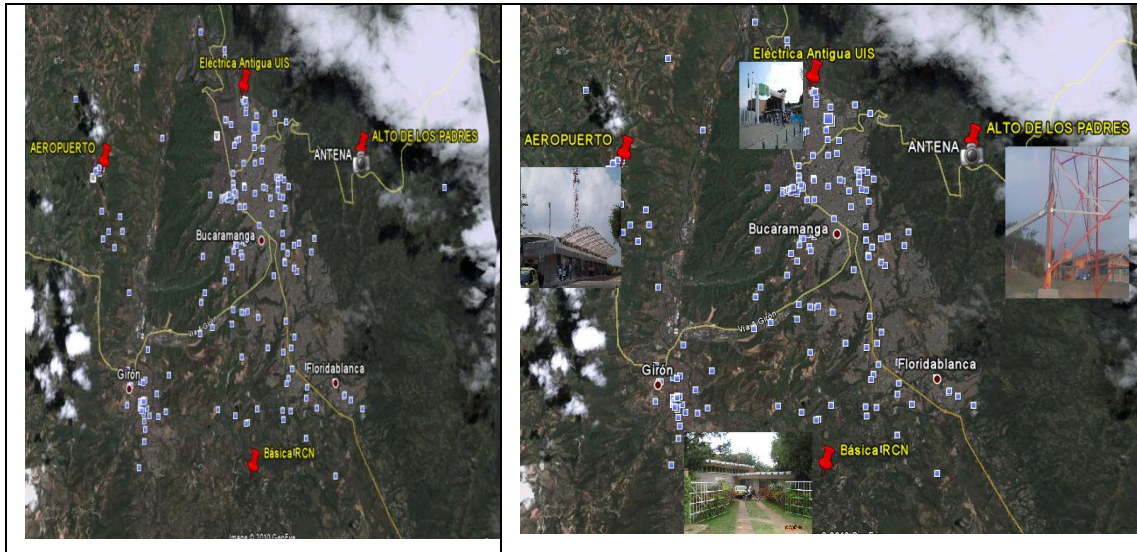


Figura 26. Zonas donde se realizaron las mediciones de la Radiación

4.13 Descripción de las Mediciones

4.13.1 Fase 1.1 Universidad Industrial de Santander UIS



Figura 27. Ubicación de Centros de Estudios que se encuentran cerca de Antenas Móviles

La zona Norte de Bucaramanga se muestra en la figura 27. donde se aprecian las principales torres de telefonía celular y los principales centros educativos que operan; esta zona es de tipo residencial y escolar, allí se encuentran la Universidad

Industrial de Santander, el colegio Santander, el Colegio Tecnológico, Universitaria de Investigación y Desarrollo UDI, la Universidad Santo Tomás, el Colegio Bethlemitas y el estadio de fútbol de la ciudad, entre otros.

Las mediciones de radiación electromagnética no ionizante se realizaron en el campus universitario de la UIS, para caracterizar una porción de la zona norte, teniendo en cuenta el volumen de estudiantes que circulan diariamente por las instalaciones; el objetivo de estas pruebas es verificar los niveles de radiación a los que se exponen los habitantes y estudiantes del sector.

4.13.1.1 **Objetivo de la Medición:** Probar y ajustar los equipos para hacer las mediciones dentro de una zona más extensa de la UIS.



Figura 28. Ubicación del Edificio de Eléctrica Antigua de la UIS desde Google Earth

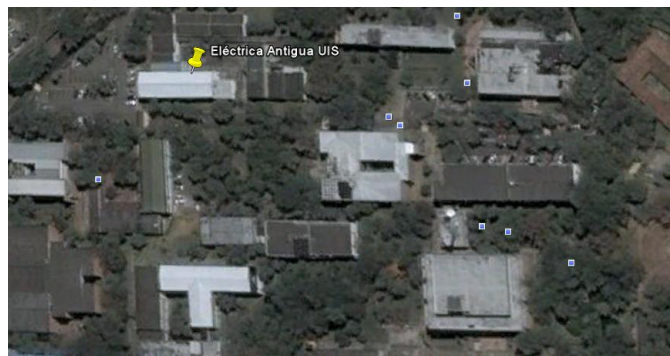


Figura 29. Ubicación cercana del Edificio de Eléctrica Antigua de la UIS

4.13.1.2 Plan de Medición

Nombre de la campana de medición:	ELECTRICA 16 ENERO
Fecha y hora de inicio de la medición:	2010-01-16 13:36:46
Fecha y hora de finalización de la medición:	2010-01-16 13:46:23
Referencia del medidor de Campos utilizado:	NBM-550
Sonda de medición empleada:	Campo eléctrico
Cantidad de estaciones:	5
Tiempo de medición por estación:	1 minuto
dt:	4 segundos

4.13.1.3 Resultados

TABLA DE RESULTADOS [V/m]

# Estación	Latitud	Longitud	Altura	Vr AVG	Vr MAX	Vr MIN
1.000.000	7.141.694	-73.122.304	1.008.666.667	0.123600	0.197100	0.053840
2.000.000	7.141.646	-73.122.129	985.866.667	0.133700	0.188100	0.086810
3.000.000	7.141.707	-73.122.021	991.800.000	0.139136	0.191100	0.053840
4.000.000	7.141.696	-73.121.909	990.200.000	0.190373	0.286900	0.122800
5.000.000	7.141.671	-73.121.720	991.433.333	0.209700	0.431500	0.117900

Tabla 1. Tabla de Resultados del Edificio Eléctrica Antigua

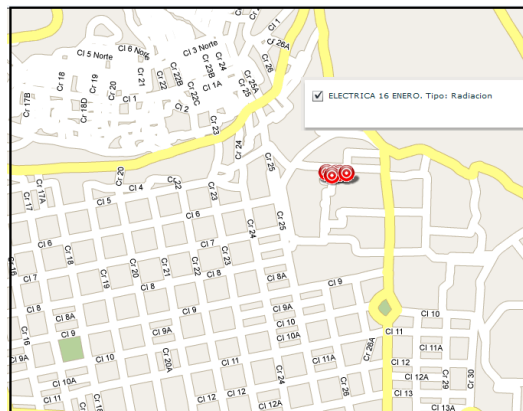


Figura 30. Ubicación de los Puntos tomados alrededor del Edificio de Eléctrica Antigua de la UIS desde el Geoportal

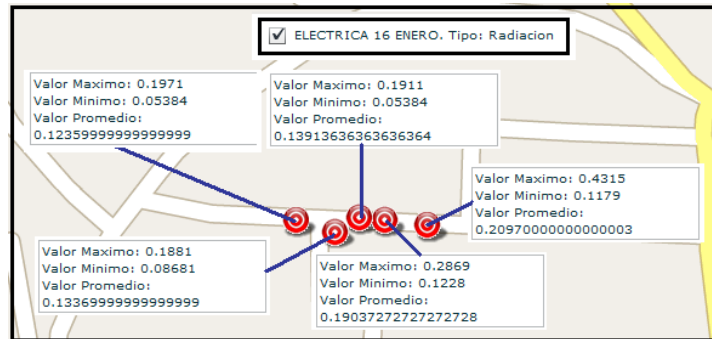


Figura 31. Rango de Valores medidos tomados desde el Geoportal

4.13.1.4 Análisis:

De los 5 puntos que se midieron en los alrededores del edificio de Eléctrica Antigua de la UIS se observa que los valores promedio oscilan entre 0.1336 y 0.2097.

También se observa que los valores máximos oscilan entre 0.1881 y 0.4315, dónde el valor máximo se registra en la quinta estación y los valores mínimos oscilan entre 0.0538 y 0.1228, dónde el valor mínimo se registra en la primera y tercera estación.

Al observar estos valores podemos ver que cumplen con la norma k-52, donde el límite para el tipo de exposición ocupacional es una intensidad de campo eléctrico es de 61[V/m], y para el tipo ocupacional es de una intensidad de campo eléctrico de 28 [V/m].

4.13.2 Fase 1.2. Medición UIS 20 de enero

4.13.2.1 Objetivo de la Medición: Verificar y analizar la radiación de este centro educativo público donde hay equipos de transmisión y recepción como (computadores, celulares, sistema trunking, internet, wi-fi) y el movimiento de personas es constante.

4.13.2.2 Plan de Medición:

Nombre de la campana de medición:	Medición UIS 20 de enero
Fecha y hora de inicio de la medición:	2010-01-20 19:20:25
Fecha y hora de finalización de la medición:	2010-01-20 20:17:27
Referencia del medidor de Campos utilizado:	NBM-550
Sonda de medición empleada:	Campo eléctrico
Cantidad de estaciones:	10
Tiempo de medición por estación:	4 minutos
dt:	4 segundos

4.13.2.3 Resultados

TABLA DE RESULTADOS

# Estación	Latitud	Longitud	Altura	Vr AVG	Vr MAX	Vr MIN
1.000.000	7.141.762	-73.122.857	987.200.000	0.355606	0.438800	0.331000
2.000.000	7.141.855	-73.122.650	992.633.333	0.287252	0.362000	0.261600
3.000.000	7.141.747	-73.122.311	990.600.000	0.309156	0.331000	0.276700
4.000.000	7.141.732	-73.122.056	1.001.333.333	0.368127	0.384600	0.313000
5.000.000	7.141.721	-73.121.702	994.400.000	0.321571	0.345600	0.300700
6.000.000	7.141.731	-73.121.409	1.000.900.000	0.173393	0.322200	0.053840
7.000.000	7.141.664	-73.120.875	1.012.133.333	0.272263	0.313000	0.238400
8.000.000	7.141.479	-73.120.262	1.013.766.667	0.361998	0.423300	0.058970
9.000.000	7.141.424	-73.119.730	1.007.400.000	0.221402	0.256000	0.181800
10.000.000	7.141.806	-73.119.056	1.002.433.333	0.493692	0.510900	0.464500

Tabla 2. Tabla de Resultados de Mediciones de la UIS

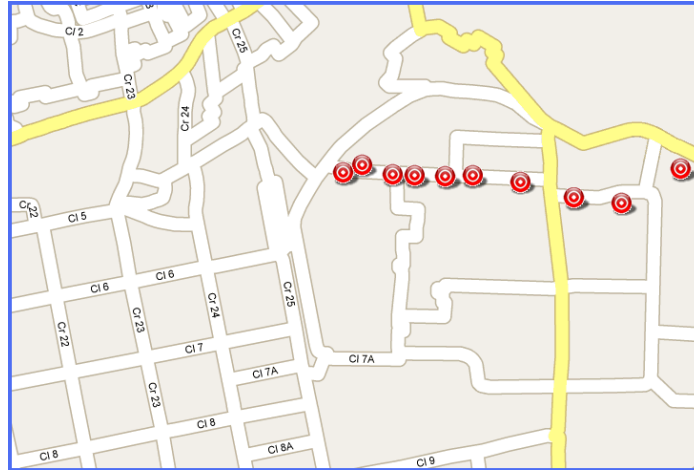


Figura 32. Ubicación de las estaciones donde se realizaron las mediciones de la UIS

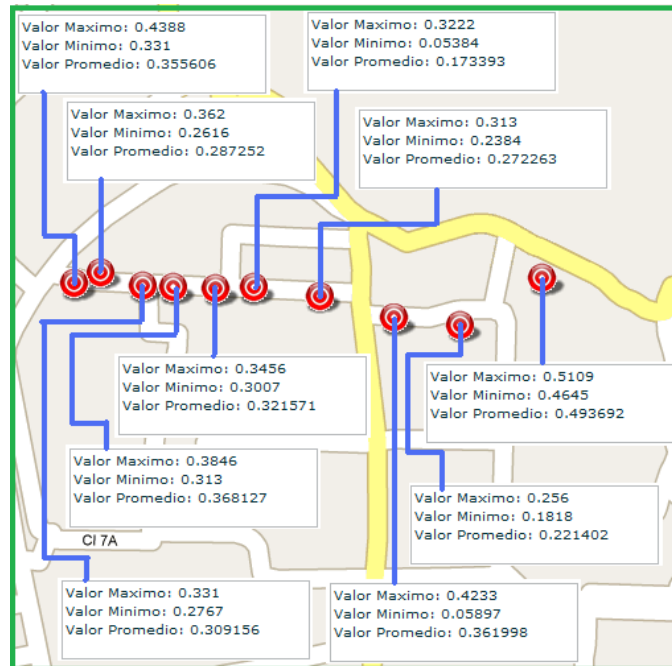


Figura 33. Rango de los valores medidos en la UIS

4.13.2.4 Análisis:

De esta fase podemos observar que el valor promedio de las 10 estaciones va desde 0.1733 hasta 0.4936, pero si miramos los valores máximos se puede observar que van desde 0.2560 hasta 0.5109, y el valor máximo lo registró en la décima estación con un valor de 0.5109; por otra parte los valores mínimos van desde 0.0538 hasta 0.4645.

También podemos observar que el valor mínimo lo registro en la estación sexta con un valor de 0.0538 [v/m].

De acuerdo a los límites de referencia del ICNIRP (Valores Eficaces sin Perturbaciones), teniendo en cuenta que la Intensidad de Campo Eléctrico es de 61 [v/m] en el tipo de exposición ocupacional y en el tipo de exposición público general el límite es una intensidad de Campo Eléctrico de 28 [v/m], podemos decir que este centro educativo cumple con la norma k-52.

4.13.3 Fase 2. Alto de los Padres

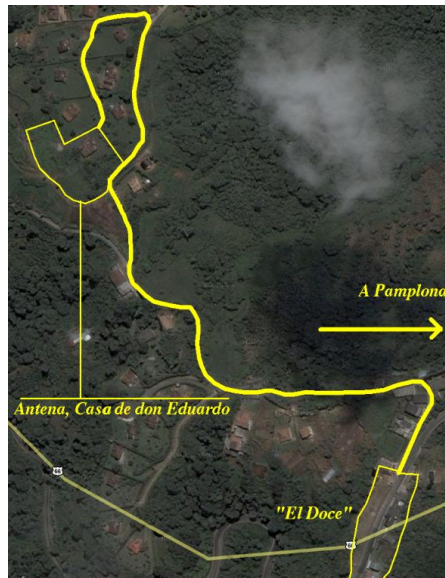


Figura 34. Ubicación de la casa donde se encuentra ubicada la Torre de la Antena



Figura 35. Ubicación del punto exacto donde se encuentra la Antena

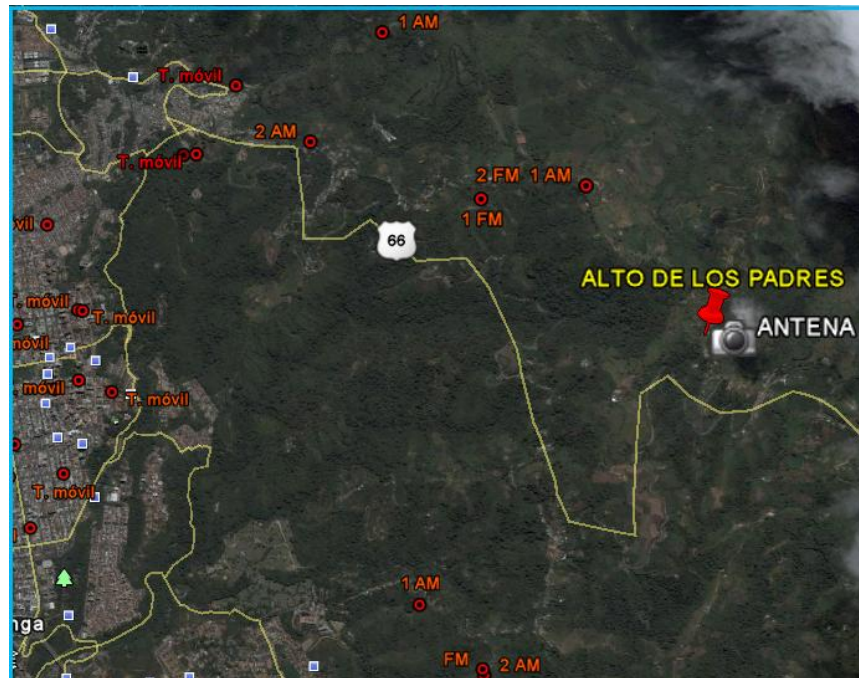


Figura 36. Ubicación de las Antenas alrededor de Alto de los Padres

La figura 6, muestra la zona del Alto de los Padres de tipo residencial en el oriente de la ciudad vía a Cúcuta, en el kilómetro 20, en este sector es importante analizar la radiación electromagnética porque es un punto de alta concentración de señales microondas al ubicarse estratégicamente con línea de vista directa con toda la

ciudad y su área metropolitana (Floridablanca, Piedecuesta, Girón), y con el municipio de Barrancabermeja.

En esta zona existen múltiples enlaces de microondas a varias gamas de frecuencia, hay un promedio de 60 antenas (antenas HF que van desde 200 vatios has 5 Kilovatios, antenas VHF de 25 vatios, antenas UHF de 25 vatios, antenas microondas que van desde 2.3 Ghz hasta 24 Ghz y antenas de Metrolínea de 8 a 9 Ghz); además en las cercanías del sector se encuentran las antenas de transmisión de varios sistemas de radio fusión AM y FM.

4.13.3.1 Objetivo de la Medición: Censar y medir la radiación que hay en este punto de conexión de antenas, ya que aquí es donde se encuentran la mayoría de las antenas de la ciudad de Bucaramanga.

En esta zona hay un promedio de 60 antenas y seguirá el aumento de estas, la torre posee 5 antenas HF que van desde 200 wattios has 5 Kilo wattios, 6 antenas VHF de 25 wattios, 5 antenas UHF de 25 wattios, antenas microondas que van desde 2.3 Ghz hasta 24 Ghz y 400mV, 5 antenas licenciadas, 2 antenas de televisión y antena de Metrolínea de 8 a 9 Ghz.

4.13.3.2 Plan de Medición:

Nombre de la campana de medición:	Medición alto de los padres
Fecha y hora de inicio de la medición:	2010-01-22 17:43:36
Fecha y hora de finalización de la medición:	2010-01-22 19:24:34
Referencia del medidor de Campos utilizado:	NBM-550
Sonda de medición empleada:	Campo eléctrico
Cantidad de estaciones:	10
Tiempo de medición por estación:	6 minutos

dt: 4 segundos

4.13.3.3 Resultados

TABLA DE RESULTADOS

# Estación	Latitud	Longitud	Altura	Vr AVG	Vr MAX	Vr MIN
1.000.000	7.120.690	-73.076.997	1.737.800.000	0.564811	0.915000	0.121500
2.000.000	7.120.690	-73.076.990	1.737.100.000	0.656050	0.936300	0.000000
3.000.000	7.120.687	-73.076.992	1.736.500.000	0.787806	1.143.000	0.221900
4.000.000	7.120.672	-73.076.987	1.735.700.000	0.577286	1.067.000	0.099240
5.000.000	7.120.718	-73.076.900	1.732.925.000	0.484411	1.155.000	0.070170
6.000.000	7.120.694	-73.076.765	1.733.012.500	0.444051	1.174.000	0.070170
7.000.000	7.120.789	-73.076.651	1.735.237.500	0.287236	0.607700	0.000000
8.000.000	7.120.813	-73.076.643	1.728.675.000	0.461182	0.806300	0.000000
9.000.000	7.120.674	-73.076.644	1.739.675.000	0.400849	1.993.000	0.000000
10.000.000	7.120.690	-73.076.598	1.735.562.500	0.459210	0.749300	0.000000

Tabla 3. Tabla de Resultados de Mediciones en el Alto de los Padres



Figura 37. Mapa Google Maps ubicando el Alto de los Padres desde el Geoportal.



Figura 38. Mapa del Geoportail Google Maps mostrando las dos Torres en el Alto de los Padres.

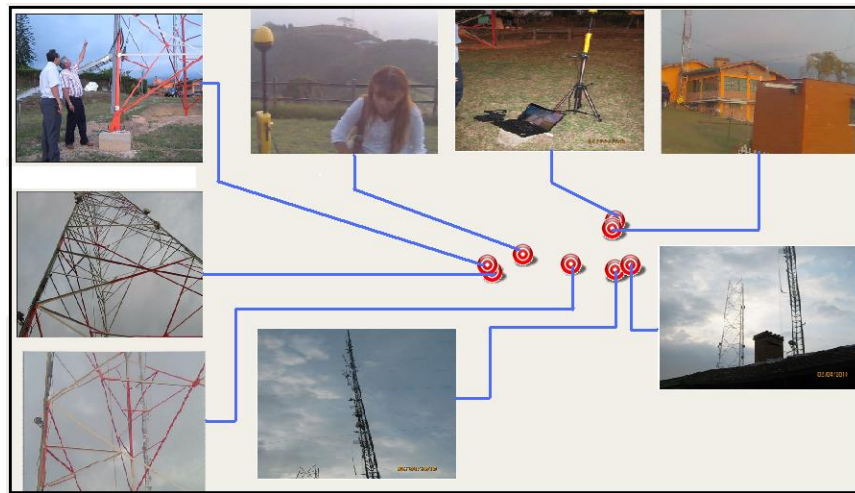


Figura 39. Fotografía de cada estación de medición con el NARDA NBM 550 en el Alto de los Padres.

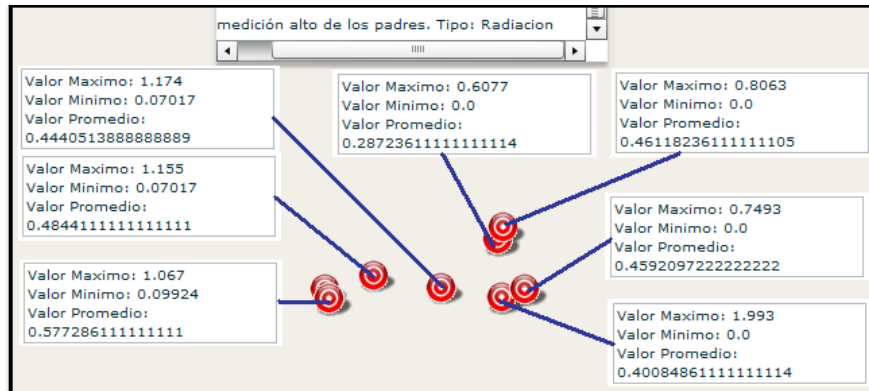


Figura 40. Ubicación de los puntos de cada estación con su respectivo rango de valores.

4.13.3.4 Análisis:

En esta parte por ser una zona abierta se hicieron las mediciones con una antena que va desde 100 Mhz a 60 Ghz, con un nivel de exigencia bajo en el GPS, con un medidor de Campo NBM -520 y podemos ver que los valores máximo van desde 0.6077 [v/m] hasta 1.9930 [v/m], en este rango el valor máximo se registro en la novena estación, y el rango de valores mínimos van desde 0.0000 [v/m] hasta 0.2219 [v/m], dónde en cinco de las diez estaciones se registraron valores de 0.0000 [V/m], y observando los valores promedios de la medición vemos que van desde 0.2872 [v/m] hasta 0.7878 [v/m], las estaciones siete, ocho, nueve y diez se realizaron dentro de la casa que queda cerca de la torre donde se encuentran 60 antenas de todos los tipos (microondas, HF, VHF, UHF, de televisión, licenciadas y libres).

Según los límites de referencia ICNIRP (Valores Eficaces sin Perturbaciones), el límite de la Intensidad de Campo Eléctrico es de 61 [v/m] en el tipo de exposición ocupacional y de 28 [v/m] en el tipo de exposición ocupacional, podemos ver que se cumple con la norma k-52.

4.13.4 Fase 3. Aeropuerto

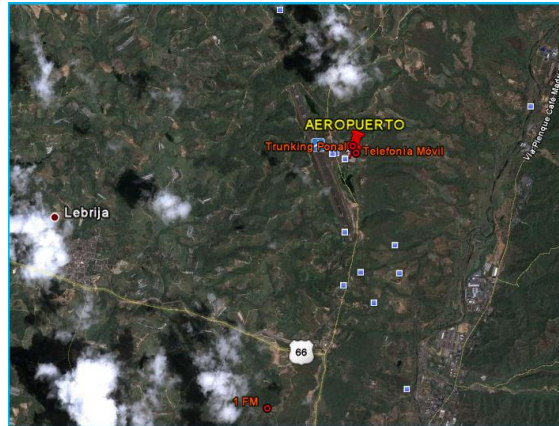


Figura 41. Ubicación de las Torres de Telefonía Móvil y TRunking



Figura 42. Vista de los puntos donde se midió la Radiación en el aeropuerto Palonegro de Bucaramanga.



Figura 43. Entrada Principal del Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga

4.13.4.1 Objetivo de la Medición: Medir la Radiación de la Torre de Control, las antenas ubicadas alrededor de esta zona.

4.13.4.2 Plan de Medición:

Nombre de la campana de medición:	AEROPUERTO 28-01
Fecha y hora de inicio de la medición:	2010-01-28 16:44:52
Fecha y hora de finalización de la medición:	2010-01-28 18:15:25
Referencia del medidor de Campos utilizado:	NBM-550
Sonda de medición empleada:	Campo eléctrico
Cantidad de estaciones:	10
Tiempo de medición por estación:	6 minutos
dt:	4 segundos

4.13.4.3 Resultados

TABLA DE RESULTADOS

# Estación	Latitud	Longitud	Altura	Vr AVG	Vr MAX	Vr MIN
1.000.000	7.129.363	-73.182.111	1.216.833.333	0.493993	0.639300	0.262600
2.000.000	7.129.246	-73.182.004	1.210.133.333	1.674.819	1.986.000	1.254.000
3.000.000	7.128.868	-73.181.291	1.214.733.333	0.955849	1.057.000	0.839200
4.000.000	7.128.643	-73.181.146	1.201.600.000	1.257.153	1.391.000	1.127.000
5.000.000	7.128.696	-73.181.896	1.203.100.000	0.567197	0.972500	0.470700
6.000.000	7.127.985	-73.181.385	1.203.300.000	0.915018	1.029.000	0.815400
7.000.000	7.127.808	-73.180.379	1.197.475.000	1.860.236	2.092.000	1.699.000
8.000.000	7.128.133	-73.181.347	1.203.200.000	1.840.361	1.914.000	1.571.000
9.000.000	7.128.121	-73.181.030	1.203.800.000	2.290.486	2.399.000	2.168.000
10.000.000	7.128.139	-73.180.285	1.205.700.000	3.624.139	3.854.000	3.391.000

Tabla 4. Mediciones en el Aeropuerto

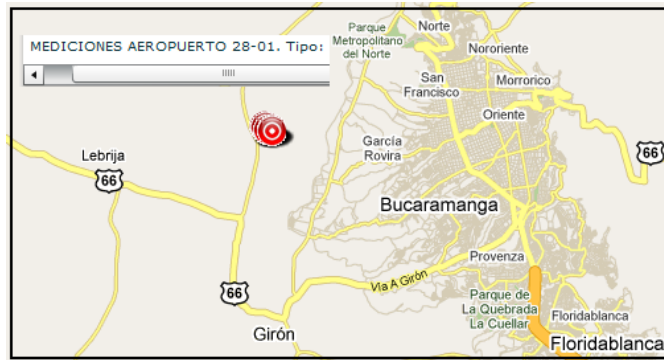


Figura 44. Entrada Principal del Aeropuerto Palonegro de Bucaramanga

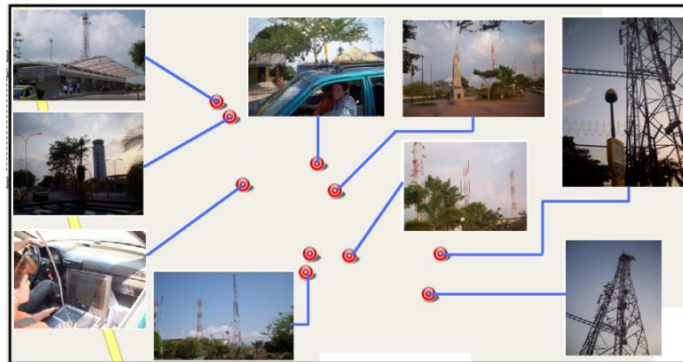


Figura 45. Fotografía de cada estación donde se realizó la Medición en el Aeropuerto Palonegro.

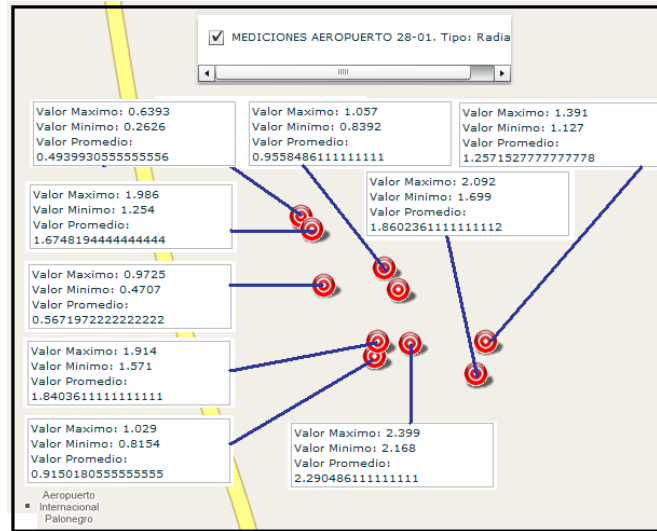


Figura 46. Rango de Valores de cada estación

4.13.4.4 Análisis:

En esta zona del aeropuerto se realizaron las mediciones tomando 10 puntos de sus alrededores, en cada estación el tiempo de medición fue de 6 minutos de acuerdo a la norma k- 52, y teniendo en cuenta la tabla de resultados podemos observar que los valores máximos van desde 0.6393 [v/m] hasta 3.8540 [v/m], dónde el valor máximo se registro en la décima estación con un valor de 3.8540 [v/m], y en el rango de valores mínimos vemos que oscilan entre 0.2626 [v/m] hasta 3.3910 [v/m], dónde el menor valor mínimo se registro en la primera estación, con un valor de 0.2626 [v/m] y los valores promedios van desde 0.4939 [v/m] hasta 3.6241 [v/m].

Pero de acuerdo a los límites de referencia de ICNIRP (Valores eficaces sin perturbaciones), se puede apreciar que a pesar del aeropuerto PALONEGRO de Bucaramanga ser un lugar donde se encuentra la torre de control de los aviones y la ubicación de varias antenas de múltiples sistemas de radiodifusión, además que se cuenta con el sistema trunking, es un sitio que cumple con la norma k-52.

4.13.5 Fase 4. Mediciones Electrodomésticos

 <p>Ilustración 1. Televisor Plasma</p>	 <p>Ilustración 2. LCD</p>
 <p>Ilustración 3. Computador de Escritorio</p>	 <p>Ilustración 4. Portátil</p>
 <p>Ilustración 5. Horno Microondas</p>	 <p>Ilustración 6. Teléfono Inalámbrico</p>
 <p>Ilustración 7. WI-FI</p>	 <p>Ilustración 8. Teléfono Celular</p>

Figura 47. Electrodomésticos

4.13.5.1 Fase 4.1. MEDICIONES EN EL HOGAR

4.13.5.1.1 Objetivo de la Medición: Medir el Campo Eléctrico de los Electrodomésticos que utilizamos a diario en nuestros hogares.

4.13.5.1.2 Fase 4.1. MEDICIONES EN EL HOGAR

4.13.5.1.3 Plan de Medición:

Nombre de la campana de medición: MEDICIÓN HOGAR 29-01
 Fecha y hora de inicio de la medición: 2010-01-29 15:30:26
 Fecha y hora de finalización de la medición: 2010-01-29 16:31:18
 Referencia del medidor de Campos utilizado: NBM-550
 Sonda de medición empleada: Campo eléctrico
 Cantidad de estaciones: 5
 Tiempo de medición por estación: 6 minutos
 dt: 4 segundos

14.3.5.1.4 Resultados

TABLA DE RESULTADOS

# Estación	Latitud	Longitud	Altura	Vr AVG	Vr MAX	Vr MIN
1.000.000	7.068.752	-73.104.803	874.933.333	10.154.236	17.620.000	0.345600
2.000.000	7.068.657	-73.104.787	869.900.000	1.160.039	14.290.000	0.393500
3.000.000	7.068.706	-73.104.872	875.333.333	0.509422	0.615000	0.380700
4.000.000	7.068.679	-73.104.797	881.333.333	1.173.861	2.275.000	0.528200
5.000.000	7.068.702	-73.104.874	883.233.333	1.215.250	3.680.000	0.889000

Tabla 5. Medición Campo Eléctrico En un hogar

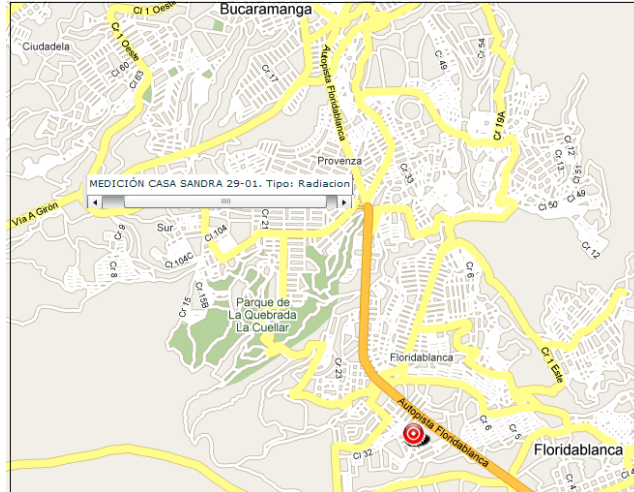


Figura 48. Ubicación de la casa desde el Geoportal

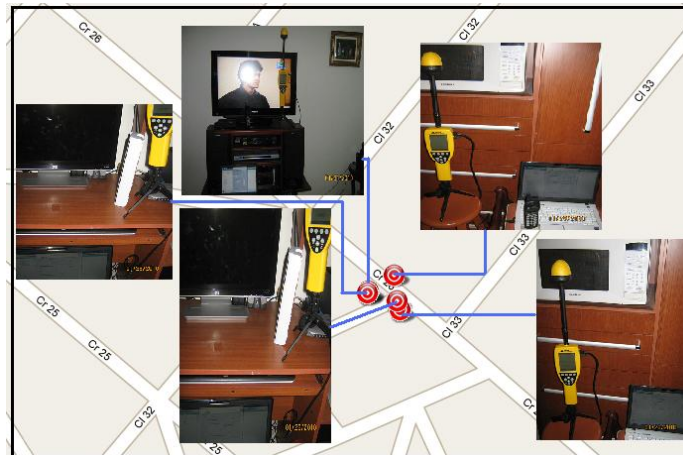


Figura 49. Ubicación de cada estación donde se realizó la medición de un Hogar

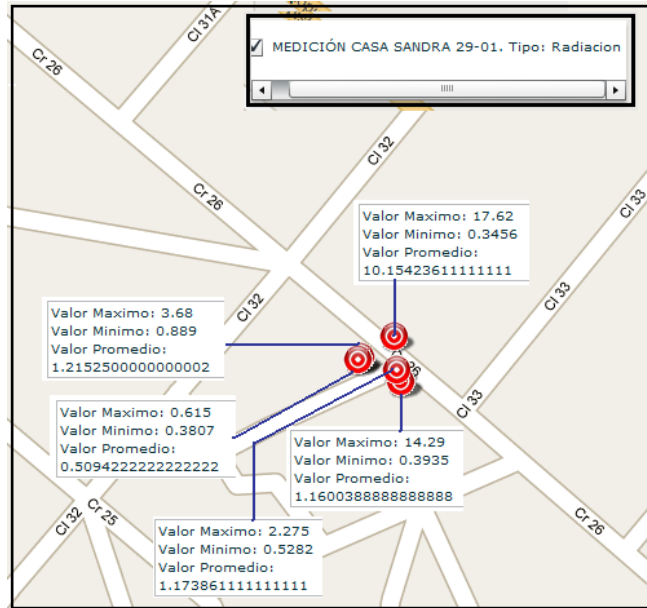


Figura 50. Ubicación del rango de valores de cada estación donde se realizó la medición de un Hogar

4.13.5.1.4 Análisis:

En esta fase la campaña de medición se hizo en una vivienda residencial donde las personas debido a la tecnología utilizan una serie de electrodomésticos que se le han ido convirtiendo en una necesidad y un apoyo en los oficios de rutina entre estos elementos tenemos: El horno microondas, el teléfono inalámbrico, el router del WI-FI, los televisores CRT, los televisores LCD, los computadores, los celulares, por esta razón el grupo radiogis de la UIS decide medir la radiación que generan estos equipos haciendo pruebas para empezar con un solo elemento de estos encendido, luego, tomando pruebas con dos elementos encendidos al mismo tiempo y así sucesivamente para analizar los valores que registran cada uno de ellos.

En la columna de los valores máximos vemos que estos van desde 0.6150 [v/m] hasta 17.6200 [v/m], donde el mayor valor se registro en la primera estación con 17.6200 [v/m].

En esta estación se tomo como prueba la radiación de un horno microondas encendido, un teléfono inalámbrico con llamada al aire y el WI-FI, todo funcionando al mismo tiempo, donde podemos apreciar según el rango de valores de esta estación que es donde se registra un valor de 17.62 [v/m], siendo este el valor más alto de todas las estaciones tomadas en la casa.

En la segunda estación se tomo como prueba el Horno microondas encendido con el WI-FI, y como podemos observar en la tabla 5. que se obtiene un valor de 14.29 [v/m], teniendo en cuenta este resultado y comparándolo con el anterior se observa que al apagar uno de los elementos en este caso el teléfono inalámbrico la radiación va a ser menor.

El tercer valor máximo lo tenemos en la quinta estación donde se tomo como prueba para la medición un televisor LCD, un equipo de sonido y un teléfono inalámbrico, registrando un valor de 3.68 [v/m].

En la cuarta estación se tomo como prueba el router del Wi-fi y el teléfono inalámbrico donde se registro un valor máximo 2.27 [v/m].

La tercera estación se coloco el Narda 550 cerca del router del Wi-fi donde registro un valor de 0.6150 [v/m].

Pero si examinamos el rango de valores mínimos vemos que están 0.3456 [v/m] y 0.8890 [v/m], donde el menor valor se registra en la primera estación con 0.3456 [v/m].

En el rango de los valores promedios estos van desde 0.5094 [v/m] y 10.15 [v/m]. Estos valores en cada estación varían de acuerdo a la cantidad y el tipo de equipos encendidos, ya que no estamos midiendo siempre el mismo elemento.

4.13.5.2 Fase 4.2. Medición de Electrodomésticos

4.13.5.2.1 Objetivo de la Medición: Medir el Campo Magnético de los Electrodomésticos que tenemos y utilizamos a diario en nuestros hogares.

4.13.5.2.2 Plan de Medición

Nombre de la campana de medición:	Medición Hogar 31-01
Fecha y hora de inicio de la medición:	2010-01-31 19:52:02
Fecha y hora de finalización de la medición:	2010-01-31 20:49:11
Referencia del medidor de Campos utilizado:	NBM-550
Sonda de medición empleada:	Campo eléctrico
Cantidad de estaciones:	5
Tiempo de medición por estación:	6 minutos
dt:	4 segundos

4.13.5.2.3 Resultados

TABLA DE RESULTADOS

# Estación	Latitud	Longitud	Altura	Vr AVG	Vr MAX	Vr MIN
1.000.000	7.068.594	-73.104.827	873.600.000	0.009172	0.012930	0.002230
2.000.000	7.068.633	-73.104.830	877.933.333	0.008251	0.031230	0.002468
3.000.000	7.068.523	-73.104.791	898.266.667	0.007852	0.061890	0.000981
4.000.000	7.068.559	-73.104.763	893.666.667	0.003495	0.012140	0.001498
5.000.000	7.068.566	-73.104.795	884.533.333	0.004462	0.046240	0.000725

Tabla 6. Medición Campo Magnético EN UN Hogar de la Ciudad

En esta parte de esta fase podemos observar que al medir el campo magnético los valores son respectivamente pequeños, si observamos la tabla 6. Vemos que los valores máximos van desde 0.618890 [A.m] hasta 0.012140 [A.m], donde el mayor valor se obtuvo en la tercera estación donde se tomaron 3 electrodomésticos el Horno Microondas, el teléfono inalámbrico y el WI-FI.

El segundo valor máximo se registro en la quinta estación donde se tomo como prueba de medición El Horno Microondas con el Wi-fi encendido

En el rango de valores mínimos podemos ver que van desde 0.000725 [A.m] hasta 0.002230 [A.m], dónde el menor valor se registro en la quinta estación donde se tomo como prueba el equipo de sonido encendido registrando un valor en el Narda 550 de 0.000725 [A.m].

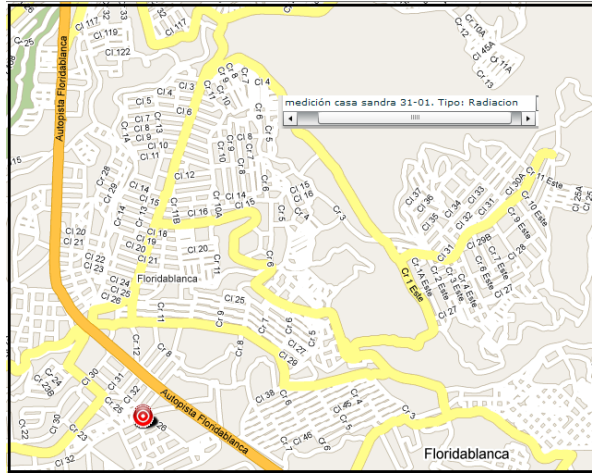


Figura 51. Ubicación de la casa donde se realizo la medición Campo Magnético.

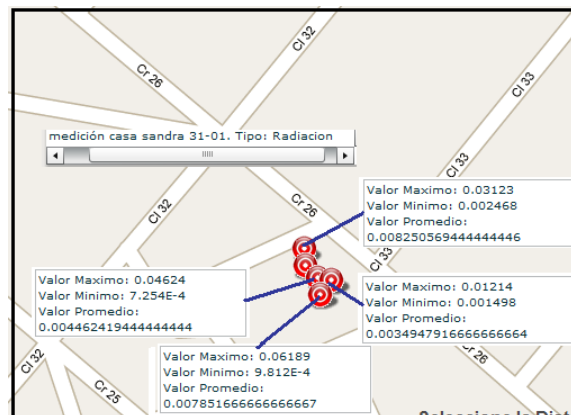


Figura 52. Ubicación del Rango de Valores de cada estación de la casa

4.13.5.2.4 Análisis:

En esta segunda parte de la fase 4 tuvimos en cuenta la medición del campo magnético que se presenta en los electrodomésticos del hogar.

4.13.5.3 Fase 5. Medición de la Emisora Básica RCN

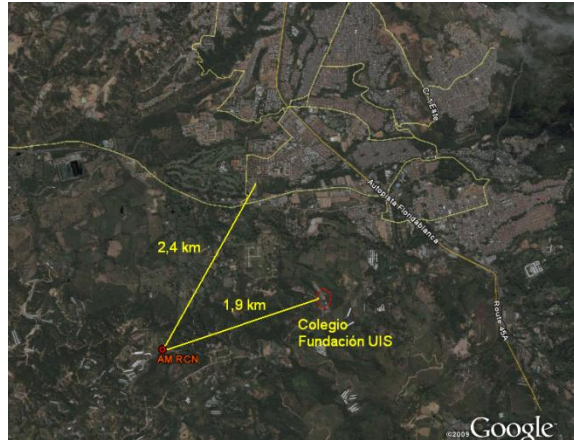


Figura 53. Ubicación de la Antena de La Emisora Básica RCN cerca de un Colegio y Zona Residencial



Figura 54. Ubicación de la Emisora Básica RCN en el mapa Google Earth

4.13.5.3.1 Objetivos de la Medición: Medir la Radiación que genera la antena que emite las señales de la emisora.

4.13.5.3.2 Plan de Medición:

Nombre de la campana de medición:	medición básica RCN
Fecha y hora de inicio de la medición:	2010-02-09 17:14:01
Fecha y hora de finalización de la medición:	2010-02-09 18:25:41

Referencia del medidor de Campos utilizado: NBM-550
 Sonda de medición empleada: Campo eléctrico
 Cantidad de estaciones: 10
 Tiempo de medición por estación: 6 minutos
 dt: 4 segundos

4.13.5.3.3 Resultados

TABLA DE RESULTADOS

# Estación	Latitud	Longitud	Altura	Vr AVG	Vr MAX	Vr MIN
1.000.000	7.045.247	-73.117.817	908.533.333	13.910.556	23.130.000	13.500.000
2.000.000	7.045.048	-73.117.651	906.933.333	16.174.028	26.120.000	15.710.000
3.000.000	7.044.717	-73.117.068	906.066.667	16.556.389	17.220.000	14.900.000
4.000.000	7.044.630	-73.116.688	906.600.000	14.841.250	15.070.000	14.630.000
5.000.000	7.044.384	-73.116.189	908.566.667	15.509.861	15.740.000	14.570.000
6.000.000	7.044.158	-73.115.804	907.366.667	8.241.639	8.337.000	8.097.000
7.000.000	7.044.207	-73.115.362	909.933.333	9.378.903	9.555.000	9.186.000
8.000.000	7.044.103	-73.114.952	906.466.667	8.003.028	8.203.000	7.418.000
9.000.000	7.044.137	-73.114.533	906.066.667	2.954.708	3.033.000	2.868.000
10.000.000	7.044.281	-73.114.152	907.833.333	4.895.319	5.044.000	3.389.000

Tabla 7. Mediciones en la Emisora Básica RCN

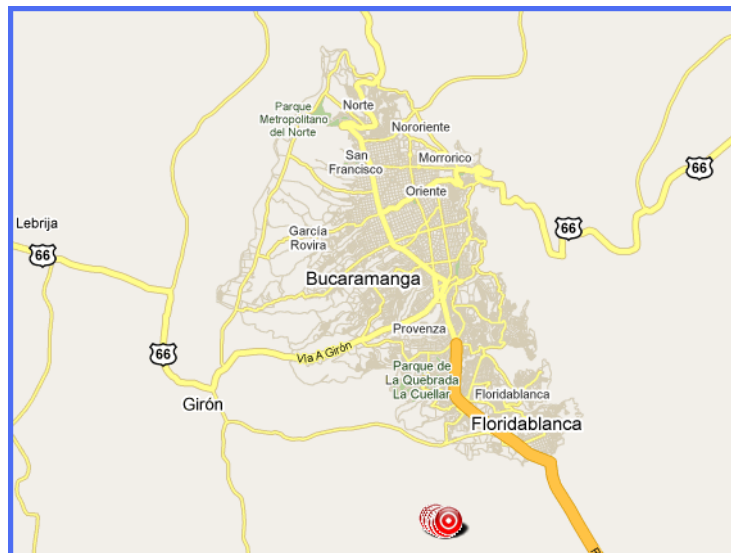


Figura 55. Ubicación en el mapa googlemaps del Geoportal de la Antena de la Emisora Básica RCN

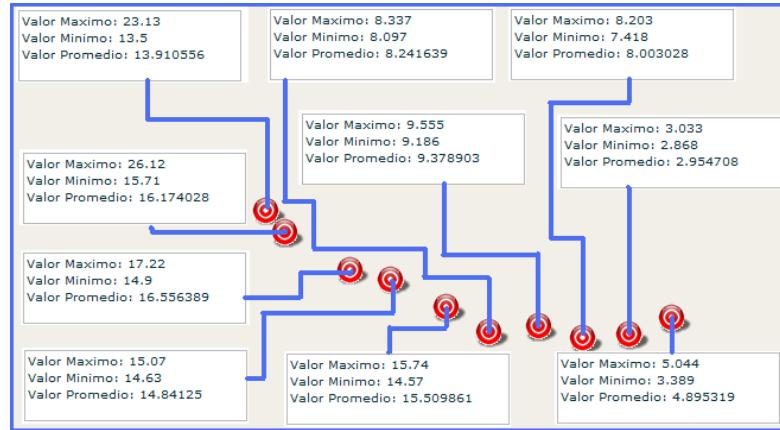


Figura 56. Ubicación del rango de valores de cada estación donde se realizo la medición de la Emisora Básica RCN

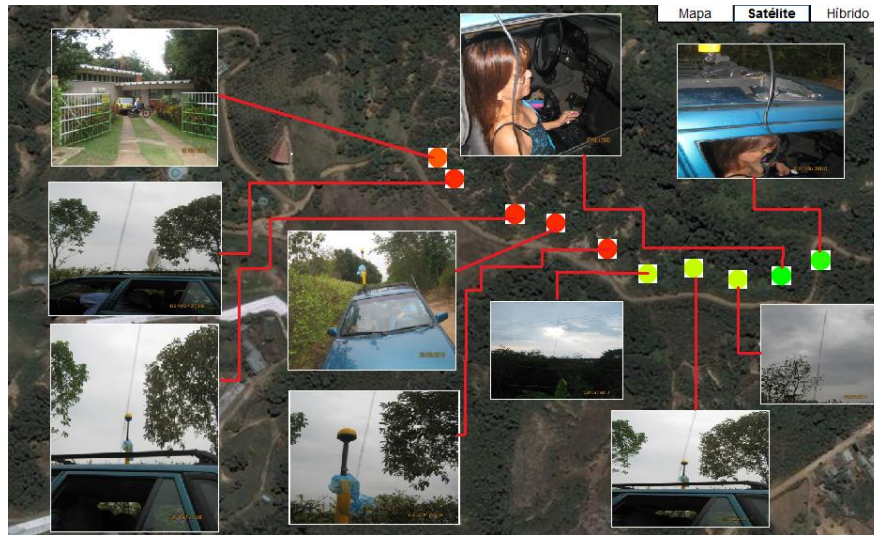


Figura 57. Fotografía de las estaciones donde se tomaron las Mediciones de la Antena de la Emisora Básica RCN

4.13.5.3.4 Análisis

En esta zona se encuentra una antena de transmisión AM de la empresa RCN, en el sur de la ciudad, la cual opera a 800 khz y tiene una potencia de 100 KW, con la principal característica que se encuentra en las cercanías de un colegio municipal “Fundación UIS” a menos de 2 kilómetros de distancia y a 3 kilómetros del casco urbano. La ley establece que ninguna antena de este tipo se debe instalar.....Ver referencia [6]

5. CONCLUSIONES

Se realizaron un conjunto de mediciones de radiación no ionizante en banda ancha en algunos sectores representativos de la ciudad de Bucaramanga, los resultados probaron que no existen violaciones al decreto 195 de 2005 de Colombia, ya que los valores de radiación no sobrepasan los límites que establece la recomendación internacional UIT-T K.52. Los mayores valores se registraron en la emisora RCN AM ubicada en Ruitoque Bajo, en una zona no urbana, le sigue el sector del Aeropuerto, Alto de los Padres y por último el sector de la UIS en la zona norte.

Los resultados positivos de estas mediciones de radiación sobre un sector urbano no deben ser un indicativo generalizado para decir que las antenas de los sistemas de telefonía móvil celular, elementos mayoritarios en los cascos urbanos, son fuentes inherentemente conformes y por tal no se les deba hacer un seguimiento a las emisiones de radiación emitidas; porque es necesario considerar los horarios picos de llamadas celulares y los lugares de mayor congestión de usuarios, además la potencia isotrópica radiada (PIRE) por cada antena, no debe ser superior a 2 vatios, tal como lo establece la recomendación UIT-T K.52.

Se desarrolló y probó una metodología automatizada para realizar mediciones de radiación electromagnética no ionizante en banda ancha en zonas urbanas ajustada a la recomendación UIT-T K.52 y al decreto 195 de 2005 de Colombia; utilizando el servicio de Telecomunicaciones para la medición y registro remoto on-line de la radiación que ofrece la plataforma tecnología de RadioGIS.

El equipo de medición de intensidades de campo es una herramienta indispensable para monitorear la radiación no ionizante, que combinado con un receptor GPS ofrece la capacidad de georeferenciación útil al momento de examinar los resultados de las mediciones y si además se integra a un Sistema de Información Geográfico

permite obtener mapas de radiación no ionizante sobre grandes extensiones y posibilidades inmensas de análisis.

CITAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]. RODRIGUEZ, Cesar. MUÑOZ, Sergio. ORTEGA, Homero “A geo-referenced measurement tool of Non-ionizing Electromagnetic radiation Levels”. IEEE Latin American Conference on Communications 2009 LATINCOM. ISBN: 978-958-99032-1-6. Universidad Industrial de Santander. Grupo de Investigación en radiocomunicaciones RadioGIS, Medellín, 2009
- [2]. UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, Recomendación UIT-T K.52. Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, Febrero de 2000
- [3]. MINISTERIO DE COMUNICACIONES DE COLOMBIA. Decreto 195 de 2005 por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se define metodología para la medición y se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas, Colombia. pp 8.
- [4]. Geoportal de servicios RadioGIS { online } Disponible en Internet: <http://200.21.228.30:8080/geoportal201/>
- [6]_Simon R,Saunders
- [5]. ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic field (up to 300 GHz).
- [6]. COMISIÓN REGULADORA DE COMUNICACIONES (CRT). Colombia. Informe consolidado de la cantidad de abonados del servicio de telefonía móvil celular en Colombia. <http://www.siust.gov.co/siust/>. [Citado 10 enero 2009]
- [7]. UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, Recomendación UIT-T K.52. Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, Febrero de 2000.
- [8]. MINISTERIO DE COMUNICACIONES DE COLOMBIA. Decreto 195 de 2005 por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se define metodología para la medición y se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas,

Colombia.

- [9]. RODRIGUEZ S., Cesar, MUÑOZ S., Sergio, ORTEGA B., Homero; Solución de escaneo georeferenciado de niveles de radiación no ionizante basado en NARDA NBM-520 (GeoRadScanner), [Tesis de pregrado]; Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga-Colombia, febrero de 2009.
- [10]. NARDA Safety Test Solutions. Manual EMR-300. Alemania: 2000. Disponible en internet: URL:<http://www.narda-sts.us>
- [11]. Proyecto de investigación aprobado y financiado por Colciencias denominado: Desarrollo de una herramienta basada en GIS, para el apoyo a la gestión de espectro radio y el control de niveles de radiación electromagnética.
- [12]. LARMAN, Craig. ¿Applying UML and Patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and iterative development¿. Prentice Hall PTR, 2005.
- [13]. RUMBAUGH, James, et al. ¿Modelado y diseño orientado a objetos. Metodología OMT¿. Prentice Hall, 1996.
- [14]. Proyecto de investigación aprobado y financiado por Colciencias denominado: Medición de radiación electromagnética no ionizante como un servicio de telecomunicaciones.
- [15]. COMISIÓN Nacional de Comunicaciones – CNC Argentina. Resolución 3690/2004 (Boletín Oficial N°30.524 , 10/11/04)
- [16]. COMISIÓN Nacional de Telecomunicaciones República Bolivariana de Venezuela - CONATEL. Condiciones De Seguridad Ante Las Emisiones De Radiofrecuencias Producidas Por Estaciones Radioeléctricas Fijas En El Rango De 3 KHz A 300 GHz, Caracas, Julio de 2003.
- [17]. NMEA 0183 Protocol. 2001.
- [18]. COUNCIL RECOMMENDATION. Limitation of Exposure of the General Public to Electromagnetic Fields (0 Hz to 300 GHz). En : Official Journal of the European Communities (jul. 1999); p. L199/59-70.
- [19]. GARCÍA, A. P., ORTEGA, H., NAVARRO, A. and RODRÍGUEZ, H.. Effect of Terrain on Electromagnetic Propagation in Urban Environments on the Andean Region, Using the COST 231- Walfisch-Ikegami Model and GIS Planning Tools. En : TWELFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ANTENNAS AND PROPAGATION (ICAP 2003), University of Exeter, (2003 : Exeter-UK). 6 p. ISBN 0 85296 752 7, ISSN 0537-9989.



- [20]. GARCÍA A., A. Paolo et al. Efectos del terreno en la propagación electromagnética en entornos urbanos sobre la región andina, usando el modelo COST231-Walfisch-Ikegami y herramientas de planificación basadas en GIS. En :I2TS'2002 - International Information Technology Symposium (2002 : Florianopolis-Brasil). ISBN 85-89264-01-7.
- [21]. SASTOQUE G., Eduard and MANTILLA P., Oscar. EspecVIEW Herramienta portátil para monitoreo, georeferenciación y análisis del espectro radio eléctrico [tesis de pregrado]; Universitaria de investigación y desarrollo - UDI, Bucaramanga, convenio Universidad del Valle. 2005

BIBLIOGRAFIA

COMISIÓN Nacional de Comunicaciones – CNC Argentina. Resolución 3690/2004 (Boletín Oficial N°30.524 , 10/11/04)

COMISIÓN Nacional de Telecomunicaciones República Bolivariana de Venezuela - CONATEL. Condiciones De Seguridad Ante Las Emisiones De Radiofrecuencias Producidas Por Estaciones Radioeléctricas Fijas En El Rango De 3 KHz A 300 GHz, Caracas, Julio de 20

COUNCIL RECOMMENDATION. Limitation of Exposure of the General Public to Electromagnetic Fields (0 Hz to 300 GHz). En : Official Journal of the European Communities (jul. 1999); p. L199/59-70.

COMISIÓN REGULADORA DE COMUNICACIONES (CRT). Colombia. Informe consolidado de la cantidad de abonados del servicio de telefonía móvil celular en Colombia. <http://www.siest.gov.co/siest/>. [Citado 10 enero 2009]

GARCÍA A., A. Paolo et al. Efectos del terreno en la propagación electromagnética en entornos urbanos sobre la región andina, usando el modelo COST231-Walfisch-Ikegami y herramientas de planificación basadas en GIS. En : I2TS'2002 - International Information Technology Symposium (2002 : Florianopolis-Brasil). ISBN 85-89264-01-7.

GARCÍA, A. P., ORTEGA, H., NAVARRO, A. and RODRÍGUEZ, H.. Effect of Terrain on Electromagnetic Propagation in Urban Environments on the Andean Region, Using the COST 231- Walfisch-Ikegami Model and GIS Planning Tools. En : TWELFTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON ANTENNAS AND PROPAGATION (ICAP 2003), University of Exeter, (2003 : Exeter-UK). 6 p. ISBN 0 85296 752 7, ISSN 0537-9989.

ICNIRP, Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic and electromagnetic field (up to 300 GHz).

LARMAN, Craig. ¿Applying UML and Patterns: an introduction to object-oriented analysis and design and iterative development¿. Prentice Hall PTR, 2005.

MINISTERIO DE COMUNICACIONES DE COLOMBIA. Decreto 195 de 2005 por el cual se adoptan límites de exposición de las personas a campos electromagnéticos, se define metodología para la medición y se adecuan procedimientos para la instalación de estaciones radioeléctricas, Colombia. pp 8.

NARDA Safety Test Solutions. Manual EMR-300. Alemania: 2000. Disponible en internet: URL:<http://www.narda-sts.us>

NMEA 0183 Protocol. 2001.

Proyecto de investigación aprobado y financiado por Colciencias denominado: Desarrollo de una herramienta basada en GIS, para el apoyo a la gestión de espectro radio y el control de niveles de radiación electromagnética.

Proyecto de investigación aprobado y financiado por Colciencias denominado: Medición de radiación electromagnética no ionizante como un servicio de telecomunicaciones.

RODRIGUEZ, Cesar. MUÑOZ, Sergio. ORTEGA, Homero “A geo-referenced measurement tool of Non-ionizing Electromagnetic radiation Levels”. IEEE Latin American Conference on Communications 2009 LATINCOM. ISBN: 978-958-99032-1-6. Universidad Industrial de Santander. Grupo de Investigación en radiocomunicaciones RadioGIS, Medellín, 2009

RUMBAUGH, James, et al. ¿Modelado y diseño orientado a objetos. Metodología OMT¿. Prentice Hall, 1996.

SASTOQUE G., Eduard and MANTILLA P., Oscar. SpecVIEW Herramienta portátil para monitoreo, georeferenciación y análisis del espectro radio eléctrico [tesis de pregrado]; Universitaria de investigación y desarrollo - UDI, Bucaramanga, convenio Universidad del Valle. 2005

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES, Recomendación UIT-T K.52. Orientación sobre el cumplimiento de los límites de exposición de las personas a los campos electromagnéticos, Febrero de 2000.



UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
ESCUELA DE INGENIERÍAS ELÉCTRICA, ELECTRÓNICA Y DE TELECOMUNICACIONES
Perfecta Combinación entre Energía e Intelecto

