

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA



**“ESTUDIO REAL DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES EN LA
PROVINCIA DE TRUJILLO EN LAS BANDAS MF Y VHF”**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: RADIODIFUSIÓN Y
COMUNICACIONES INALÁMBRICAS**

**INFORME DE TESIS PARA OBTENER EL
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO**

AUTORES:

Br. César Obed Zavaleta Castro

Br. Frank Carlos Peralta Lujan

ASESOR:

Ms. Filiberto Azabache Fernández

TRUJILLO – PERÚ

2016

PRESENTACION

Señores miembros del Jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Carrera Profesional de Ingeniería Electrónica para obtener el Título Profesional de Ingeniero Electrónico, se pone a vuestra disposición el presente Trabajo de Tesis titulado: **“ESTUDIO REAL DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES EN LA PROVINCIA DE TRUJILLO EN LAS BANDAS MF Y VHF”**

Este trabajo, es el resultado de la aplicación de los conocimientos adquiridos en la formación profesional en la Universidad, excusando anticipadamente de los posibles errores involuntarios cometidos en su desarrollo.

Trujillo, Enero del 2016

Br. Cesar Obed Zavaleta Castro

Br. Frank Carlos Peralta Luján

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Tesis

A Dios, porque a pesar de los errores que cometo cada día, me brinda su perdón y bendición. Porque me aferro a sus promesas y su pronto advenimiento.

A mis padres, que con su esfuerzo, sacrificio y ejemplo, son mi admiración y me impulsa a seguir mejorando como persona y profesional.

A mis amigos, colegas, compañeros y una personal especial, que estuvieron siempre dispuestos a apoyarme y confían en mi capacidad.

Br. Cesar Obed Zavaleta Castro

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo de Tesis

A Dios, que me brinda sabiduría, amor y fuerza.

A mis padres, y hermano que son la ayuda en mi vida, brindándome apoyo moral, ánimos para seguir adelante y por ser para mí un ejemplo de superación y esfuerzo

Br. Frank Carlos Peralta Luján

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por habernos dado energía y entusiasmo de poder llegar a nuestros planes de vida, plasmar nuestras ideas y por darnos salud en su infinito Amor.

A la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo, por ser la base de nuestra formación profesional e influenciar como ser humano en su totalidad.

A todos nuestros docentes universitarios de Ingeniería Electrónica, por brindarnos conocimientos y motivar la inquietud para seguir profundizando en nuestros intereses profesionales.

Los Autores de la Tesis

A mi Dios que me brinda vida y salud para salir a delante, y que con su diestra me cobija inmerecidamente.

A mis padres que con amor incondicional estuvieron a mi lado y me enseñaron a buscar triunfos en cada etapa de mi vida.

A profesores y compañeros, con los cuales tuve años de aprendizaje, desvelos, experiencias, alegrías y satisfacciones, Todos ellos que contribuyeron en mi formación.

Br. Cesar Obed Zavaleta Castro

A mis padres por haberme brindado lo mejor de ellos, su paciencia y haberme dado el mejor regalo de la educación. Por sus consejos, enseñanzas y apoyo que no son fáciles de olvidar en el camino de una vida.

A mi hermano que siempre me ha brindado su apoyo incondicional en momentos difíciles, cuyos consejos y enseñanzas, siempre los tendré presente.

Br. Frank Carlos Peralta Luján

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se centra en realizar un **ESTUDIO REAL DE LAS RADIACIONES NO IONIZANTES EN LA PROVINCIA DE TRUJILLO EN LAS BANDAS MF Y VHF.**

En el Primer Capítulo del presente trabajo, se aborda la problemática actual de las mediciones reales de Radiaciones no ionizantes en la ciudad de Trujillo, eje principal de la Región Norte, se exponen los objetivos y se plantea la hipótesis junto a sus variables.

En el Segundo Capítulo, se presenta el marco teórico base para realizar la presente investigación de manera sólida.

En el Tercer Capítulo, se procede con el desarrollo de la investigación mostrando los materiales y el método de investigación.

En el Cuarto Capítulo, se muestran los resultados obtenidos del desarrollo de la investigación de manera que en el Quinto Capítulo se discuten estos.

El Sexto Capítulo permite llegar a las Conclusiones luego de la investigación, mostrando la importancia de ella.

ABSTRACT

The present research work focuses on accomplishing a **REAL STUDY OF THE NON-IONIZING RADIATION AT TRUJILLO's PROVINCE IN THE BANDS MF And VHF**

In the First Chapter of the present, approaches the present-day problems of Non-Ionizing Radiation's real measurements at Trujillo's city, main shaft of the North Region, to exposes objectives and the hypothesis next to its variables.

In the Second Chapter, the Concepts are shown to develop an investigation of solid way.

In the Third Chapter, The investigation is development showing materials and the method of investigation.

In the Fourth Chapter, the results are consequence of the development of investigation so that in the Fifth Chapter the results are discussed.

The Sixth Chapter allows coming to the Findings right after investigation showing the importance of this.

ÍNDICE GENERAL

PRESENTACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	viii
INDICE GENERAL	ix
INDICE DE TABLAS	xii
INDICE DE ILUSTRACIONES	xiii
CAPITULO I. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1. EL PROBLEMA	2
1.1.Planteamiento del Problema	2
1.2.Formulación del Problema	5
1.2.1.Definición del Problema	5
1.2.2.Formulación del Problema	5
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	5
2.1.Objetivo General	5
2.2.Objetivos Específicos	5
3. FORMULACION DE LA HIPOTESIS	6
3.1.General	6
3.2.Variables	6
3.2.1.Variable Independiente	6
3.2.2.Variable Dependiente	6
4. ALCANCE	7
5. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	7
6. APORTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACION	7
CAPITULO II. MARCO TEORICO	8
1. ANTECEDENTES	9
1.1.Tesis 01	9
1.2.Tesis 02	10
1.3.Tesis 03	11
2. FUNDAMENTACIÓN TEORICA DE LA INVESTIGACION	12
2.1.Radiación	12
2.2.Radiaciones no Ionizantes	12

2.3.Servicios de Radiodifusión	13
2.3.1.Radiodifusión en Amplitud Modulada.....	13
2.3.2.Radiodifusión en Frecuencia Modulada	15
2.3.3.Radiodifusión en Televisión	17
2.4.Límites Permisibles en la Legislación Peruana	18
CAPITULO III. DESARROLLO DEL TRABAJO.....	20
1. MATERIALES Y METODOS.....	21
1.1.Población y Muestra.....	21
1.1.1.Población	21
1.1.2.Muestra	24
1.2.Método	25
1.2.1.Tipo de Investigación.....	25
1.2.2.Diseño de Investigación.....	25
1.3.Operacionalización de las variables	26
1.3.1.Variable Independiente.....	26
1.3.2. Variable Dependiente	27
1.4.Materiales de Investigación.....	28
1.5.Metodología.....	29
1.6.Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	30
1.6.1.Técnicas.....	30
1.6.2. Instrumentos	30
1.7.Técnicas de procesamiento y análisis de datos	30
CAPITULO IV.RESULTADOS.....	31
1. RADIODIFUSION EN AMPLITUD MODULADA (AM).....	32
2. RADIODIFUSION EN FRECUENCIA MODULADA (FM).....	32
3. RADIODIFUSION EN TELEVISION (TV).....	33
CAPITULO V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	34
1. DISCUSION DE RADIODIFUSION EN AM	35
1.1.Comparación CE teórico con LMP	35
1.2.Comparación CE teórico con LMP	35
1.3.Validación de CE teórico con medido	36
2. DISCUSION DE RADIODIFUSION EN FM.....	37
2.1.Comparación CE teórico con LMP	37
2.2.Comparación CE teórico con LMP	37
2.3.Validación de CE teórico con medido.....	38

3. DISCUSION DE RADIODIFUSION EN TV	39
3.1.Comparación CE teórico con LMP	39
3.2.Comparación CE teórico con LMP	39
3.3.Validación de CE teórico con medido	40
CAPITULO VI. CONCLUSIONES	41
CAPITULO VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
ANEXOS	46
Anexo1. Lineamientos dados en DS N° 038-2003-MTC	47
Anexo2. Fórmulas para Reportes de cálculos	48
Anexo3. Fórmulas para Cuadro Comparativo	49

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rango FM	15
Tabla 2. Rango TV	17
Tabla 3. LMP para exposición ocupacional.	19
Tabla 4. LMP para exposición poblacionall	19
Tabla 5. Lista AM.	21
Tabla 6. Lista FM.	22
Tabla 7. Lista TV.....	23
Tabla 8. Muestra AM	24
Tabla 9. Muestra FM.	24
Tabla 10. Muestra TV.....	24
Tabla 11. Operacionalización de la variable independiente.	26
Tabla 12. Operacionalización de la variable dependiente	27
Tabla 13. CE teórico AM.	32
Tabla 14. CE teórico FM	32
Tabla 15. CE teórico TV.....	33
Tabla 16. % LMP teórico para AM	35
Tabla 17. % LMP medido para AM.....	35
Tabla 18. % LMP teórico para FM.....	37
Tabla 19. % LMP medido para FM.....	37
Tabla 20. % LMP teórico para TV.....	39
Tabla 21. % LMP medido para TV.....	39

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Figura N° 1. Frecuencias que componen el espectro radioeléctrico.....	13
Figura N° 2. Señal Modulada AM	14
Figura N° 3. Señal Modulada NBFM	16
Figura N° 4. Señal Modulada WBFM.....	16

CAPITULO I

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

1. EL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del Problema

La radiación electromagnética la encontramos en el entorno de nuestra vida cotidiana ya sea por la luz solar, electricidad, radio, televisión, telefonía móvil; hasta cuando nos tomamos una placa radiográfica estamos expuestos a un tipo de radiación electromagnética llamado rayos X.

Según Meliá (1991), “La radiación electromagnética puede ser considerada como una forma de energía, consistente en campos electromagnéticos, que se propagan mediante ondas, transportando cantidades discretas (cuántos o corpúsculos) de energía”¹

En el universo existen dos tipos de radiaciones: ionizante y no ionizante. Un ejemplo de radiación ionizante son los rayos X, que tienen la capacidad de romper vínculos químicos y pueden afectar la estructura molecular de una persona. Este efecto explica por qué en la realización de este tipo de pruebas médicas, se adoptan ciertas precauciones.

De otro lado, operando en un rango de frecuencias mucho menor, encontramos las radiaciones no ionizantes que emanan de las antenas de radio, televisión y celulares, que no tienen la suficiente energía para modificar las moléculas de las células vivas, pero tienen energía para generar calor.

Según OMS (2002): Organización Mundial de la Salud, en respuesta a la preocupación pública por los posibles efectos adversos a la salud que podrían producir las radiaciones electromagnéticas, ha señalado que el balance de la evidencia a la fecha, sugiere que la exposición a campos de radiofrecuencia de bajo nivel (como los emitidos por teléfonos móviles y sus estaciones) no causa efectos adversos a la salud.²

Complementa el ICNIRP (1998): Internacional Commission on non-ionizing Radiation Protection, en el caso de efectos potenciales de largo plazo por la exposición, tales como un incremento en el riesgo de cáncer, concluye que la información disponible es insuficiente para proporcionar una base para el establecimiento de restricciones a la exposición³.

¹ La tele detección en el seguimiento de los fenómenos naturales, pp51.

² “Establishing a dialogue on risk from electromagnetic field”, pp5.

³ “Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnético y electromagnéticos”, pp18

El Perú ha adoptado las recomendaciones internacionales, para que las Radiaciones No Ionizantes producidas por las antenas de radiocomunicaciones operen dentro de los márgenes considerados seguros (límites máximos permisibles/LMP) para que los posibles efectos en la salud, como los cambios térmicos sean compensados por el propio organismo humano sin mayor daño.

Según INICTEL: Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones, en la Provincia de Trujillo, estos límites máximos permisibles/LMP son calculados teóricamente y comparados con la norma dada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones dejando de lado un estudio de campo real de las Radiaciones No Ionizantes en las empresas de radiodifusión, siendo estas las de mayor potencia de emisión de radiación.

Literatura como el suplemento “RADIACIONES NO IONIZANTES Y LA SALUD” publicado por el INICTEL, en el artículo “Diagnostico Nacional de las Radiaciones No ionizantes de las Telecomunicaciones”, argumenta haber realizado mediciones a 140 estaciones base de los tres operadores móviles de nuestro país, en las bandas de 800 MHz y 1900 MHz.

En el artículo “Diagnostico Nacional de las Radiaciones No Ionizantes de las Redes de Energía Eléctrica”, del mismo suplemento, informan que se han realizado diversas evaluaciones de las Radiaciones No Ionizantes de los servicios y sistemas de energía eléctrica en nuestro país, siendo este estudio para la frecuencia de 60 Hz.

Concluyendo de ello, han sido evaluadas las bandas de 60 Hz, 800 MHz y 1900 MHz en la ciudad de Lima, es decir no existe un estudio real de Radiaciones no Ionizantes en la Provincia de Trujillo para las bandas de radiodifusión en MF, VHF y UHF⁴.

Por ello nuestra problemática queda definida en el estudio real de las Radiaciones No Ionizantes en las cercanías de las emisoras en estudio de la Provincia de Trujillo en las bandas AM, FM y TV

⁴ Radiaciones no ionizantes y la Salud.

Delimitación

Se realizará un estudio real de las Radiaciones no ionizantes de las radio estaciones dentro de la Provincia de Trujillo, en la frecuencia media/MF [540KHz a 1610KHz] relacionada con transmisión en AM, frecuencias muy altas/VHF [88 MHz a 108MHz] en relación con radiodifusión en FM y para algunos canales de televisión [47 MHz a 68MHz y 174 MHz a 230MHz] que transmiten actualmente con potencias iguales o superiores a 5 KW.

Características de la realidad

- La falta de estudios reales de Radiaciones No Ionizantes en las estaciones radiodifusoras en las frecuencias MF y VHF de la Provincia de Trujillo.

Análisis de las Características

- Según el suplemento “RADIACIONES NO IONIZANTES Y LA SALUD” publicado por el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL), en el artículo “Diagnostico Nacional de las Radiaciones No ionizantes de las Telecomunicaciones”, argumenta haber realizado mediciones a 140 estaciones base de los tres operadores móviles de nuestro país, en las bandas de 800 MHz y 1900 MHz.
- En el artículo “Diagnostico Nacional de las Radiaciones No Ionizantes de las Redes de Energía Eléctrica”, del mismo suplemento, informan que se han realizado diversas evaluaciones de las Radiaciones No Ionizantes de los servicios y sistemas de energía eléctrica en nuestro país, siendo este estudio para 60 Hz.
- Concluyendo de ello que no se han realizado estudios de campo para las bandas de MF y VHF.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Definición del problema

El presente trabajo se orienta a realizar un estudio real de Radiaciones No Ionizantes en la cercanía de las emisoras en estudio de la ciudad de Trujillo en las bandas MF (540K a 1610 kHz) y VHF (MHz a 68MHz; 88MHz a 108MHz y 174MHz a 230MHz) que transmiten actualmente con potencias iguales o superiores a 5 KW.

1.2.2. Formulación del Problema

¿Cuáles son los niveles reales de Radiaciones No Ionizantes en las cercanías de las emisoras en estudio de la Provincia de Trujillo para las estaciones de radiodifusión en AM, FM y TV?

2. OBJETIVOS DE ESTUDIO

2.1. Objetivo General

Realizar un estudio real de las Radiaciones No Ionizantes a las radio estaciones seleccionadas de la Provincia de Trujillo para las estaciones de radiodifusión AM, FM y TV.

2.2. Objetivos Específicos

- Efectuar mediciones de las intensidades de campo eléctrico en la Provincia de Trujillo para las estaciones de radiodifusión AM, FM y TV.
- Comparar las medidas realizadas con los límites máximos permisibles normados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

3. FORMULACION DE HIPOTESIS

3.1. General:

Las mediciones directas de la intensidad de campo eléctrico para las estaciones de radiodifusión en AM, FM y TV en las cercanías de estas permitirán un estudio real sobre Radiaciones No Ionizantes en la Provincia de Trujillo.

3.2. Variables:

3.2.1. Variable Independiente

Mediciones directas de intensidad de campo eléctrico

Indicador de la variable independiente:

- Número de emisoras de radiodifusión por banda en estudio.
- Frecuencia de las emisoras de radiodifusión.
- Potencia licitadas de las emisoras de radiodifusión.
- Intensidad de Campo Eléctrico

3.2.2. Variable Dependiente

El estudio real sobre Radiaciones No Ionizantes en la ciudad de Trujillo

Indicador de la variable dependiente

- Límites máximos permisibles de intensidad de campo eléctrico en Radiaciones No Ionizantes para exposición poblacional
- Intensidades de campo eléctrico.
- Las diferencias entre mediciones teóricas y reales

4. ALCANCE

Se realizará un Estudio real de Radiaciones No Ionizantes en las bandas MF (540K a 1610 kHz) y VHF (MHz a 68MHz; 88MHz a 108MHz y 174MHz a 230MHz) que transmiten con potencias iguales o superiores a 5 KW, a fin de verificar que dichos valores se encuentren dentro del rango de los Límites Máximos Permisibles (LMP).

5. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

Si bien se tiene documentación sobre mediciones de estaciones base en las bandas de 800 MHz y 1900MHz, además de los sistemas de energía eléctrica de 60 Hz, en la provincia Trujillo, no se cuenta con antecedentes de haberse realizado mediciones reales de radiaciones no ionizantes para las bandas de AM, FM y TV.

6. APORTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACION

- ***En lo Tecnológico:***

Documentar los niveles reales de los parámetros de radiaciones no ionizantes en la provincia de Trujillo, para las estaciones de radiodifusión en AM, FM y TV.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

1. ANTECEDENTES

En pesquisa bibliográfica se han encontrado como antecedentes trabajos de investigación en relación y aporte:

1.1 Tesis 01

Título: *“Análisis de Mediciones de Radiaciones No Ionizantes en ambientes interiores y exteriores en predios de la ESPOL”*

Escuela Superior Politécnica del Litoral
Facultad de ingeniería en Electricidad y Computación
Guayaquil – Ecuador

Autor: Wilson Alejandro Díaz García
Felipe Walkir Proaño Salvatierra

Año: 2010

Aportes:

La tesis consultada nos permitió conocer el uso de los instrumentos de medición de campo eléctrico (V/m) y densidad de potencia (W/m²) como es el caso del NARDA SRM 3000 y su instalación con un antena Isotrópica, utilizando su opción ANALIZADOR DE ESPECTROS.

1.2 Tesis 02

Título: “Software Aplicativo para el Análisis Predictivo del Comportamiento de los Niveles de Campo Eléctrico y la Distribución de Potencia producida por las Estaciones de Telefonía Móvil”

Universidad Católica de Santa María
Facultad de Ciencias e Ingeniería Físicas y Formales
Programa Profesional de Ingeniería Electrónica
Arequipa, Perú

Autor: Br. Gallegos Paz, Arturo Fernando

Año: 2009

Aportes:

Nos brinda una Metodología para mediciones en Emplazamientos Fijos tomando en cuenta las normas nacionales. También muestra lo importante de tener información exacta sobre las estaciones en estudio como el patrón de radiación, frecuencia de las antenas y la potencia de dicha estación para predicciones cercanas a lo real; así mismo muestra lo importante de considerar el usar el analizador de espectros con el nivel de error adecuado, pues influenciará en las mediciones reales. Finalmente brinda la manera estadística de cómo realizar una adecuada comparación de los cocientes de exposición predichos con los medidos.

1.3 Tesis 03

Título: “Predicción del Espectro de Emisiones Electromagnéticas desde Tarjetas de Circuito Impreso para Sistemas Digitales”

Instituto Politécnico Nacional
Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
Unidad profesional “Adolfo López Mateos”
Sección de Estudios de posgrado e Investigación
México

Autor: Rodrigo Jiménez López

Año: 2002

Aportes:

Este trabajo nos permite saber, qué variables se deben de tener a consideración cuando se realizan pruebas experimentales reales, así, todas estas plasmarlas en la fórmula correspondiente.

2. FUNDAMENTACION TEORICA DE LA INVESTIGACION

2.1 Radiación

Según el Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones (INICTEL): la radiación es una forma de energía en movimiento que está presente en nuestro mundo de forma natural o artificial.

Agrega también que, en cada momento de nuestras vidas estamos expuestos a diversas formas de radiación de las cuales la principal es la energía solar electromagnética que incluye las ondas infrarrojas, la luz visible y las ondas ultravioletas.

También las podemos encontrar en aplicaciones tan comunes como la electricidad, la radio y la televisión son fuentes de radiaciones. Cuando disfrutamos del sol en un día de playa nos exponemos a la radiación ultravioleta y cuando nos tomamos una placa radiográfica estamos expuestos a los rayos X. La radiación de los sistemas de comunicaciones móviles es de naturaleza electromagnética.

2.2 Radiaciones No Ionizantes

En el decreto supremo N° 038-2003-MTC define como Radiaciones No Ionizantes a aquella radiación que no produce ionización en la materia, es decir, cuando atraviesa los tejidos vivos, no tiene la suficiente energía para dañar el ADN en forma directa.

Así también, Víctor Manuel Cabaleiro Portela menciona que La energía de las radiaciones no Ionizantes es proporcional a la frecuencia de las mismas. A su vez, la longitud de onda es igual a la velocidad de la luz dividida por la frecuencia. De tal manera que, según aumenta la frecuencia de la radiación, aumenta su energía y disminuye su longitud de onda, aumentando con ello su peligrosidad.

En la FIGURA N° 1, se ilustra los tipos de radiaciones en función del espectro radioeléctrico.



Figura N°1: Frecuencias que componen el espectro radioeléctrico

2.3 Servicios de Radiodifusión

2.3.1. Radiodifusión en Amplitud Modulada (AM)

Propagación

La modulación en amplitud es usada por los servicios de radiodifusión (535-1705KHz) la cual pertenece a la banda de radiofrecuencia de Frecuencias medias (0.3MHz a 3MHz) por lo que su propagación debido a la atenuación se limita a la Onda terrestre ($f < 2\text{MHz}$) durante el día y a la Espacial (Capa F principalmente) durante la noche.

Su cobertura por Onda Superficial bordea los 80-160 Km según la frecuencia, la potencia emitida, la conductividad del terreno y el nivel de ruido de la zona de recepción. Tiene dos zonas, una zona primaria donde hay una correcta captación de lo emitido durante el día y noche, y una zona secundaria la cual sufre distorsión nocturna por la presencia de otras frecuencias y desvanecimientos al combinarse con la onda ionosférica presente para entonces.

Mientras que su cobertura por Onda espacial es anulada durante el día por la capa D ionosférica pero durante la noche al desaparecer dicha capa esta onda permite alcanzar distancias hasta de 1500Km.

Modulación

Al ingresar al modulador una señal de información con frecuencia máxima de 5KHz, pues el ancho de banda permitido es de 10KHz por radioemisora, junto a la señal de portadora, con amplitud constante y frecuencia alta dentro del rango se obtiene la modulación por amplitud.

Estas modulaciones pueden ser de diversos tipos como con banda lateral única con portadora suprimida (SSB-SC) aunque el más usado es el doble banda lateral con portadora suprimida (DSB-SC)

V_p : Amplitud de la portadora

V_m : Amplitud de la señal

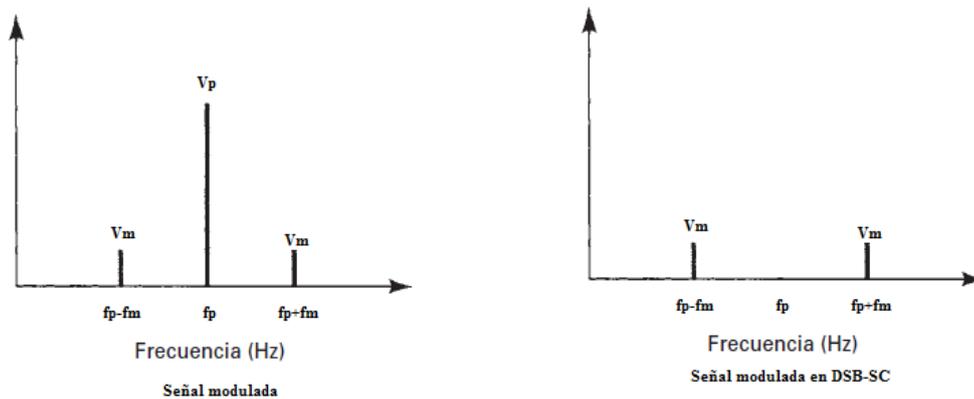


Figura N°2: Señal Modulada AM

En cuanto a los transmisores de radiodifusión en AM están en el orden de KW como 5KW ó 10KW y las antenas normalmente son de media onda o de un cuarto de onda donde la torre es un elemento radiante con patrones de propagación omnidireccionales.

2.3.2. Radiodifusión en Frecuencia Modulada (FM)

Propagación

La Radiodifusión FM comercial comprende 88-108 MHz por lo que pertenece a la banda de radio frecuencia muy altas (VHF) con lo que su propagación es esencialmente a través de línea de vista (LOS) pues la onda superficial es inútil incluso para cortas distancias y al superar la frecuencia crítica las ondas ionosféricas no participan tampoco. Al propagarse por LOS se requiere no encontrar obstáculos entre el transmisor y receptor para que las atenuaciones no lleguen a anularla.

Tabla 1. Rango FM

Banda	Rango de Frecuencias	Canales
II	88-108 MHz	FM Comercial

Modulación

La señal moduladora tiene una frecuencia máxima de 15KHz la cual modula a la señal de portadora de manera que se obtiene la señal modulada. La señal aquí va en la frecuencia a diferencia del AM, en amplitud. Se logró variar la frecuencia de una portadora de amplitud constante en proporción directa a la amplitud de la señal moduladora, con una rapidez igual a la frecuencia de la señal moduladora. Su índice está definido como

$$B = \Delta f / f_m = k_i * V_m / f_m \quad ; \text{ donde}$$

Δf , desviación, es limitado por los organismos para los transmisores de banda comercial FM a 75KHz

K_i (Hz/V) es la constante de sensibilidad a la desviación del modulador.

La Modulación FM de banda angosta (NBFM) se da cuando el índice cumple la relación: $B \leq 0.3$. Esta modulación se parece a la AM: $BW = 2 \cdot f_m$

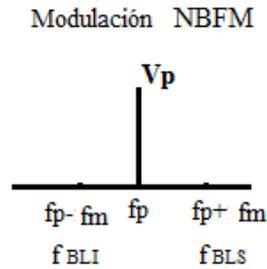


Figura N°3: Señal Modulada NBFM

Mientras que la Modulación FM de banda ancha (WBFM) se da cuando el índice cumple la relación: $0.3 < B$, para lo cual se usa asegura el 90% al 98% de la información más significativa en la Regla de Carson:

$$BW = 2 \cdot (B + 1) \cdot f_m$$

$$BW = 2 \cdot (\Delta f + f_m)$$

$$BW \text{ máximo} = 2(75 + 15) = 180 \text{ KHz}$$

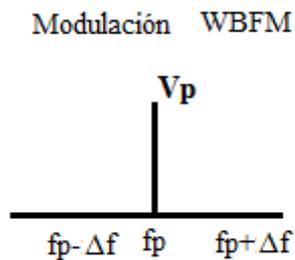


Figura N°4: Señal Modulada WBFM

2.3.3. Radiodifusión en Televisión (TV)

Propagación

Las estaciones de Radiodifusión por televisión usan las bandas de VHF y UHF, las cuales tienen similar propagación a través de LOS al ser nulas la onda superficial y la onda ionosférica. En VHF están delimitados los canales 2, 3, 4 (47-68MHz) en su banda I y del 5 al 12 (174-230MHz) en su banda III; mientras que en UHF se encuentran en su banda IV los canales del 21 al 37 (470-606MHz) y su banda V con los canales del 39 al 69 (606-862MHz)

Table 2. Rango TV

BANDA	RANGO DE FRECUENCIAS	CANALES
I	47-68 MHz	2,3,4 VHF
III	174-230 MHz	5 al 12 VHF
IV	470-606 MHz	21 al 37 UHF
V	606-862 MHz	39 al 69 UHF

Modulación

Video: El video se modula con Modulación de amplitud con portadora suprimida de dos soportadoras en cuadratura. Por lo que cumple la siguiente relación:

$$BW = 2 * fm$$

Audio: El audio se modula en FM por lo que cumple la relación mostrada a continuación.

$$BW = 2(\Delta f + fm)$$
$$BW_{\text{máx}} = 2(25 + 15) = 80 \text{ KHz}$$

2.4 Límites Permisibles en la Legislación Peruana

El decreto supremo N° 038-2003-MTC, indica que los Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes en Telecomunicaciones son un instrumento de gestión ambiental prioritario para prevenir y controlar la contaminación generada por actividades comprendidas en el subsector telecomunicaciones, sobre la base de una estrategia destinada a proteger la salud, mejorar la competitividad del país y promover el desarrollo sostenible.

En el artículo N° 4, del mismo decreto supremo, encontramos que: Los solicitantes de concesión o autorización para prestar servicios de telecomunicaciones que utilicen espectro radioeléctrico, están obligados a adjuntar a su solicitud un Estudio teórico de radiaciones no ionizantes por cada estación radioeléctrica a instalar, de acuerdo a los lineamientos que para tal fin dicte el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Además, los Estudios teóricos de radiaciones no ionizantes, estarán autorizados por persona natural o persona jurídica previamente inscrita ante el Registro que para tal efecto habilitará la Dirección General de Gestión de Telecomunicaciones. En la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T K.52, menciona que la Exposición Controlada/Ocupacional se da con respecto a los campos de RF cuando las personas están expuestas como consecuencia de su ocupación y están completamente conscientes del potencial para exposición y pueden ejercer el control sobre el mismo. Los límites de Exposición Ocupacional también se aplican cuando sus niveles están sobre los límites poblacionales, con tal que la persona expuesta esté enteramente consciente del potencial de exposición y pueda ejercer el control abandonando el área o por algún medio conveniente.

En la recomendación de la Unión Internacional de Telecomunicaciones UIT-T K.52, se refiere a la exposición poblacional o no controlada que se aplica para el público en general cuando las personas expuestas como consecuencia de su ocupación podrían no estar conscientes del potencial de la exposición o no puedan ejercer control sobre dicha exposición.

Por lo tanto, el público en general siempre cae bajo esta categoría cuando la exposición no está relacionada con la ocupación.

En el artículo N° 3, del decreto supremo N° 038-2003-MTC se aprueban los Límites Máximos Permisibles de Radiaciones No Ionizantes, los valores establecidos como niveles de referencias por la Comisión Internacional de Protección en Radiaciones No Ionizantes – ICNIRP, tal como se muestra en la Tabla 3 para exposición ocupacional y en la Tabla 4 para exposición poblacional.

Tabla 3. LMP para exposición ocupacional

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 - 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 - 2000 MHz	$3f^{0.5}$	$0.008f^{0.5}$	f/40
2 - 300 GHz	137	0.36	50

Fuente: Decreto supremo N° 038-2003-MTC

Tabla4. LMP para exposición poblacional

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 - 65 kHz	87	5	-
0.065 - 1 MHz	87	0.73/f	-
1-10 MHz	$87/f^{0.5}$	0.73/f	-
10 - 400 MHz	28	-	-
400 - 2000 MHz	$1.375f^{0.5}$	$0.0037f^{0.5}$	f/200
2 - 300 GHz	61	0.16	10

Fuente: Decreto supremo N° 038-2003-MTC

CAPÍTULO III

DESARROLLO DEL TRABAJO

1. MATERIALES Y METODOS

1.1. Población y Muestra

1.1.1. Población

Tabla 5. Lista AM

Frecuencia (KHz)	Pot (Kw)	EMPRESA
540	1	RADIO SAN ANTONIO DE TRUJILLO S.R.LTDA.
580	1	RADIO EL SOL DE TRUJILLO S.R.L.
600	1	CONDORI HUANCACHOQUE, ANTONIO
650	1	EMPRESA COMERCIAL DE RADIODIFUSION REGIONAL DEL NORTE S .R.L.
720	25	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERÚ - IRTP
790	10	SOCIEDAD RADIODIFUSORA COMERCIAL S.A. "SORACOSA"
810	1	ASOCIACION CULTURAL APOCALIPTICA "LA VOZ DE PIEDRA ANGU LAR"
830	5	UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
880	2	COMPAÑIA DE TELECOMUNICACIONES SINTONIA S.A. (CONTELSIN SA)
1120	1.5	RADIO DINAMICA E.I.R.L.
1160	0.3	CIA. RADIODIFUSION S.A.
1210	1	RADIO UNIVERSO S.A.
1290	1	CORPORACION DE RADIO Y TELEVISION SONORAMA E.I.R.LTDA.
1330	1	MINISTERIO MUNDIAL ASOCIADOS - DR. ALBERTO SANTANA
1390	3	ASOCIACION NCN
1450	1	RADIODIFUSION SAN JUAN S.A.
1500	0.5	EMPRESA DE RADIODIFUSION COMERCIAL J.C.L. POTENCIAL E.I.R.L
1540	2	RADIO MUNDIAL AM-FM-ONDA CORTA-ONDA MEDIA Y TV E.I.R.L.
1590	1	AGRO RADIO S.R.L.
4800	0.25	CORPORACION DE RADIO Y TELEVISION SONORAMA E.I.R.LTDA.

Fuente: Plan de Frecuencias. MTC

Tabla 6. Lista FM

Frecuencia (MHz)	Pot (Kw)	EMPRESA
88.5	3	RADIO NOR PERU S.R.L.
89.1	2	CORPORACION RADIAL DEL PERU S.A.C.
90.3	1.5	EMISORAS DEL PACIFICO S.A.
90.9	1	SOCIEDAD RADIODIFUSORA COMERCIAL S.A. "SORACOSA"
91.5	1	RADIO RENOVACION CRISTIANA 3.16 E.I.R.L.
92.1	1	STEREO DIPLOMAT RADIO E.I.R.L.
92.7	3	RADIO LA KARIBEÑA S.A.C.
93.1	0.1	HILARIO DIAZ WILLARD VICTOR
93.5	1	RADIO "Z" ROCK & POP S.A.C.
94.1	5	ASOCIACION RADIO MARIA
95.3	5	CORPORACION RADIAL DEL PERU S.A.C.
96.1	2	96.1 FM.STEREO TRUJILLO S.A.C.
96.9	1	RADIO MUNDIAL AM-FM-ONDA CORTA-ONDA MEDIA Y TV E.I.R.L.
97.5	1	RADIO SAN LUIS S.A.C.
97.9	0.05	MINCHOLA VDA DE RODRIGUEZ, VIRGINIA
98.3	1	RADIO STAR S.A.
98.7	0.1	RADIO DIFUSION COMERCIAL SONORA FM "RADIO OLIMPICO" E.I.R.L.
99.1	1	"RADIO FM DOBLE 9-99.1 ESPLENDOR E.I.R.L."
99.9	1	EMPRESA RADIODIFUSORA EL PORVENIR E.I.R.L.
100.5	2	RADIO HIT S.A.C.
101.1	5	RADIO PANAMERICANA S.A.
101.9	1	RADIO DIFUSION COMERCIAL SONORA FM "RADIO OLIMPICO" E.I.R.L.

Frecuencia (MHz)	Pot (Kw)	EMPRESA
102.7	2	EMPRESA RADIODIFUSORA COMERCIAL DELTA 2000 S.R.L.
103.3	1	RADIO TRIUNFO E.I.R.L.
104.1	1	RADIO FM MARAVILLOSA S.A.C.
105.1	1	NOR PERUANA DE TELECOMUNICACIONES S.A.
105.7	2	RADIO INTEGRIDAD S.A.C.
106.1	0.25	HILARIO DIAZ WILLARD VICTOR
106.5	2	CORPORACION RADIAL DEL PERU S.A.C.
107.5	1	PRODUCCIONES ASTURIAS S.A.C.

Fuente: Plan de Frecuencias. MTC

Tabla 7. Lista TV

Canal	F Video (MHz)	F Audio (MHz)	Pot Video (KW)	Empresa
2	55.25	59.75	2	PANAMERICANA TELEVISION S.A.
4	67.25	71.75	5	EMPRESA RADIODIFUSORA 1160 S.A.
6	83.25	87.75	5	COMPAÑÍA PERUANA DE RADIODIFUSIÓN S.A.
8	181.25	185.75	5	ANDINA DE RADIODIFUSION S.A.C.
8	181.25	185.75	0.05	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU-IRTP
10	193.25	197.75	10	COMPAÑÍA LATINOAMERICANA DE RADIODIFUSION S.A.
12	205.25	209.75	5	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU-IRTP

Fuente: Plan de Frecuencias. MTC

1.1.2. Muestra

Tabla 8. Muestra AM

Frecuencia (KHz)	Pot (Kw)	EMPRESA
720	25	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERÚ – IRTP
790	10	SOCIEDAD RADIODIFUSORA COMERCIAL S.A. "SORACOSA"

Fuente: Plan de frecuencias.MTC

Tabla II – 9. Muestra FM

Frecuencia (MHz)	Pot (Kw)	EMPRESA
95.3	5	CORPORACION RADIAL DEL PERU S.A.C.
101.1	5	RADIO PANAMERICANA S.A.

Fuente: Plan de frecuencias.MTC

Tabla II – 10. Muestra TV

Canal	Empresa	F Video (MHz)	F Audio (MHz)	Pot Video (KW)
6	COMPAÑIA PERUANA DE RADIO DIFUSIÓN S.A.	83.25	87.75	5
10	COMPAÑIA LATINOAMERICANA DE RADIODIFUSION S.A.	193.25	197.75	10
12	INSTITUTO NACIONAL DE RADIO Y TELEVISION DEL PERU-IRTP	205.25	209.75	5

Fuente: Plan de Frecuencias MTC

1.2. Método

1.2.1 Tipo de Investigación

Aplicada

1.2.2 Diseño de Investigación

O1----- X -----O2

En donde:

O1 : Calculo únicamente teóricos realizados de Intensidad de Campo Eléctrico.

X : Medición real de las Intensidades de Campo Eléctrico.

O2 : Comparación de los cálculos teóricos con las medidas reales hechas para Campo Eléctrico.

1.3. Operacionalización de las variables

1.3.1 Variable Independiente

Tabla 11. Operacionalización de la variable independiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDAD DE MEDIDA
Mediciones directas de Intensidad de Campo Eléctrico	Proceso que consiste en adquirir valores en V/m en las estaciones de radiodifusión a través de un equipo electrónico.		Número de emisoras de radiodifusión por banda en estudio.	Plan Nacional de Asignación de Frecuencias	_____	Número adimensional
			Frecuencia de las emisoras de radiodifusión.	Plan Nacional de Asignación de Frecuencias	_____	KHz, MHz
			Potencia licitadas de las emisoras de radiodifusión.	Plan Nacional de Asignación de Frecuencias	_____	Kw
			Intensidad de Campo Eléctrico	Reporte de mediciones	_____	dBuV/m

Fuente: Elaboración Propia.

1.3.2 Variable Dependiente

Tabla 12. Operacionalización de la variable dependiente

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADORES	INSTRUMENTO	FORMULA	UNIDAD DE MEDIDA
El estudio real sobre Radiaciones No Ionizantes en la ciudad de Trujillo.	Acción de efectuar cálculos teóricos para la obtención de magnitudes de intensidad de campo eléctrico, y su comparación con las medidas realizadas de las estaciones de radiodifusión de la ciudad de Trujillo.	Mediante la aplicación de fórmulas indicadas en el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC se obtiene los Límites Máximos permisibles de la intensidad de campo eléctrico, intensidad de campo magnético, densidad de potencia y distancias máximas permisibles para exposiciones ocupacional y poblacional.	Límites máximos permisibles de intensidad de campo eléctrico en Radiaciones No Ionizantes para exposición poblacional	Lineamientos dados en el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC	Véase Anexo 01	V/m
			Intensidades de campo eléctrico	Reporte de cálculos	Véase Anexo 02	V/m, A/m, W/m ²
			Las diferencias entre mediciones teóricas y reales	Cuadro comparativo	Véase Anexo 03	dBuV/m

Fuente: Elaboración propia

1.4. Materiales de Investigación

Plan Nacional	Información de Emisoras de radiodifusión en Trujillo a estudiar
Decreto Supremo N° 038-2003-MTC	<ul style="list-style-type: none"> • Distancias mínimas permisibles Exposición Poblacional. • Distancias mínimas permisibles Exposición Ocupacional • Límites máximos permisibles de Intensidad de Campo Eléctrico para Exposición Poblacional. • Límites máximos permisibles de Intensidad de Campo Eléctrico para Exposición Ocupacional. • Límites máximos permisibles de Intensidad de Campo Magnético para Exposición Poblacional. • Límites máximos permisibles de Intensidad de Campo Magnético para Exposición Ocupacional. • Límites máximos permisibles de Densidad de Potencia para Exposición Poblacional. • Límites máximos permisibles de Densidad de Potencia para Exposición Ocupacional.
Reporte de mediciones	Potencias de recepción de las plantas radiodifusoras estudiadas
Cuadro comparativo	<ul style="list-style-type: none"> • Intensidad de Campo Eléctrico a través de mediciones reales, con la intensidad de campo Eléctrico teórica de recepción. • Intensidad de Campo Eléctrico a través de mediciones reales, con límites máximos permisibles de Intensidad de Campo Eléctrico para exposición poblacional.

1.5. Metodología

- El Plan Nacional es empleado para obtener la muestra con la información necesaria como ubicación de la planta, frecuencia y potencia de transmisión, de las Emisoras de radiodifusión de Trujillo.
- Mediante el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC se obtiene la distancia mínimas permisibles y los Límites Máximos Permisibles de intensidad de Campo Eléctrico, intensidad de Campo Magnético y Densidad de Potencia para Exposición Poblacional.
- Se obtiene teóricamente el valor del Campo Eléctrico y el porcentaje del Nivel de Emisión Calculado respecto al Límites Máximos Permisibles poblacional para cada Emisora de radiodifusión estudiada.
- Elaboración propia del Reporte de mediciones reales de Campo Eléctrico.
- Se construye Cuadros comparativos para los valores de Intensidad de Campo Eléctrico a través de las mediciones reales con la teórica; y otro para estos primeros valores con los límites máximos permisibles de Campo Eléctrico para exposición poblacional.

1.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

1.6.1 Técnicas

- Calculo teórico de radiaciones no ionizantes de las estaciones muestreadas
- Mediciones de Intensidad de Campo Eléctrico.

1.6.2 Instrumentos

- Plan Nacional de Asignación de Frecuencias
- Reporte de cálculos
- Reporte de mediciones
- Lineamientos dados en el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC
- Cuadro comparativo

1.7. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- Mediciones
- Cuadros comparativos

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

1. RADIODIFUSION DE AMPLITUD MODULADA (AM)

En el trabajo de campo se realizaron las mediciones reales de radiaciones no ionizantes de las muestras mencionadas para las diferentes emisoras de radiodifusión en AM. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 13. CE teórico AM

Frecuencia (KHz)	Pot Vid (Kw)	CE poblacional (V/m) teórica	CE poblacional (debut/m) teórica	CE poblacional (dBuV/m) medidas reales	Dis. pob (m)
720	25	17.88	145.1	135.1	17.31
790	10	11.82	141.4	131.2	11.47

2. RADIODIFUSION EN FRECUENCIA MODULADA (FM)

Con el equipamiento se realizaron las mediciones reales de radiaciones no ionizantes de las muestras mencionadas para las diferentes emisoras de radiodifusión en FM. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 14. CE teórico FM

Frecuencia (MHz)	Pot Vid (Kw)	CE poblacional (V/m) teórica	CE poblacional (dBuV/m) teórica	CE poblacional (dBuV/m) medidas reales	Dis pob (m)
95.3	5	8.89	139	135.7	51.43
101.1	5	11.20	140.9	137.8	51.43

3. RADIODIFUSION EN TELEVISION (TV)

Finalmente en campo con el equipamiento se realizaron las mediciones reales de radiaciones no ionizantes de las muestras mencionadas para las diferentes emisoras de radiodifusión en TV. Se obtuvo lo siguiente:

Tabla 15. CE teórico TV

Canal	Frecuencia Vi (MHz)	Pot Vid(Kw)	CE poblacional (V/m) teórica	CE poblacional (dBuV/m) teórica	CE poblacional (dBuV/m) medidas reales	Dis pob (m)
6	83.25	5	18.62	145.4	137.40	2.73
10	193.25	10	22.88	147.2	140.10	3.86
12	205.25	5	16.08	144.1	130.50	2.73

CAPÍTULO V
DISCUSION DE LOS
RESULTADOS

1. DISCUSION DE RADIODIFUSION EN AM

1.1 Comparación CE teórico con LMP

Se observa que ninguno supera los límites máximos permisibles, aunque se encuentran porcentajes altos.

Tabla 16. % LMP teórico para AM

Frecuencia (KHz)	Pot (Kw)	CE poblacional Teórica (dBuV/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (V/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (dBuV/m)	% del Nivel de Emisión Calculado respecto al LMP Poblacional
720	25	145.1	87	158.8	91%
790	10	141.4	87	158.8	89%

1.2 Comparación CE medido con LMP

Ninguno supera los límites máximos permisibles, con porcentajes mucho más bajos que los obtenidos con los datos teóricos.

Tabla 17. % LMP medido para AM

Frecuencia (KHz)	Pot (Kw)	CE poblacional real (dBuV/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (V/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (dBuV/m)	% del Nivel de Emisión Calculado respecto al LMP Poblacional
720	25	138.2	87	158.8	87%
790	10	135.1	87	158.8	85%

1.3 Validación de CE teórico con medido

Comparación Campo Eléctrico de mediciones reales con Campo eléctrico teórico

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	136.65	143.25
Varianza	4.805	6.845
Observaciones	2	2
Coefficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	-22	
P(T<=t) una cola	0.014458 679	
Valor crítico de t (una cola)	6.313751 515	
P(T<=t) dos colas	0.028917 358	
Valor crítico de t (dos colas)	12.70620 474	

T crítico calculado < t tabulado	-22 < 12.70620474
P una o dos colas	0.03 < 0.05

Se obtiene que, los datos reales son válidos con respecto a los teóricos para las estaciones de AM estudiadas

2. DISCUSION DE RADIODIFUSION EN FM

2.1. Comparación CE teórico con LMP

Se observa que ninguno supera los límites máximos permisibles.

Tabla 18. % LMP medido para FM

Frecuencia (MHz)	Pot (Kw)	CE poblacional (dBuV/m) teórica	Límite Máximo Permisible Poblacional (V/m)	Límite Máximo Permisible Poblacional (dBuV/m)	%del Nivel de Emisión Cálculado respecto al LMP Poblacional
95.3	5	139	28	149	95%
101.1	5	140.9	28	149	95%

2.2.Comparación CE medido con LMP

Se observa que ninguno supera los límites máximos permisibles con porcentajes menores que con los cálculos teóricos

Tabla 19. % LMP medido para FM

Frecuencia (MHz)	Pot (Kw)	CE poblacional real (dBuV/m)	Límite Máximo Permisible Poblacional (V/m)	Límite Máximo Permisible Poblacional (dBuV/m)	% del Nivel de Emisión Cálculado respecto al LMP Poblacional
95.3	5	135.7	28	149	91%
101.1	5	137.8	28	149	92%

2.3. Validación de CE teórico con medido

Comparación Campo Eléctrico de mediciones reales con Campo eléctrico teórico

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	Variable 1	Variable 2
Media	136.75	139.95
Varianza	2.205	1.805
Observaciones	2	2
Coefficiente de correlación de Pearson	1	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	1	
Estadístico t	-32	
P(T<=t) una cola	0.009943948	
Valor crítico de t (una cola)	6.313751515	
P(T<=t) dos colas	0.019887896	
Valor crítico de t (dos colas)	12.70620474	

tcrítico calculado < t tabulado	-32 < 12.70620474
P una o dos colas	0.019887896 < 0.05

Se puede indicar que los datos reales son válidos con respecto a los teóricos para las estaciones de FM estudiadas

3. DISCUSION DE RADIODIFUSION EN TV

3.1 Comparación CE con LMP

Se muestra que ninguno supera los límites máximos permisibles.

Tabla 20. % LMP medido para TV

Frecuencia Vi (MHz)	Pot Vid (Kw)	CE poblacional teórico (dBuV/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (V/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (dBuV/m)	%del Nivel de Emisión Calculado respecto al LMP Poblacional
83.25	5	145.40	28	149	98%
193.25	10	147.20	28	149	99%
205.25	5	144.10	28	149	97%

3.2 Comparación CE con LMP

Ninguno supera los límites máximos permisibles con porcentajes menores que lo obtenido con los teóricos.

Tabla 21. % LMP medido para TV

Frecuencia Vi (MHz)	Pot Vid (Kw)	CE Poblacional real (dBuV/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (V/m)	Límite Máximo Permissible Poblacional (dBuV/m)	%del Nivel de Emisión Calculado respecto al LMP Poblacional
83.25	5	137.40	28	149	92%
193.25	10	140.10	28	149	94%
205.25	5	130.50	28	149	88%

3.3 Validación de CE con el medido

Comparación Campo Eléctrico de mediciones reales con Campo eléctrico teórico

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 \neq \mu_2$$

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	<i>Variable 1</i>	<i>Variable 2</i>
Media	136	145.5666667
Varianza	24.51	2.423333333
Observaciones	3	3
Coefficiente de correlación de Pearson	0.94266505	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	2	
Estadístico t	-4.704918033	
P(T<=t) una cola	0.021163624	
Valor crítico de t (una cola)	2.91998558	
P(T<=t) dos colas	0.042327248	
Valor crítico de t (dos colas)	4.30265273	

crítico calculado < t tabulado	-4.704918033 < 4.30265273
P una o dos colas	0.042327248 < 0.05

Finalmente se acepta que los datos reales son válidos con respecto a los teóricos para las estaciones de Tv estudiadas

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES

- Con las mediciones de Campo Eléctrico en las cercanías de las radioemisoras AM,FM y TV en las se pudo realizar un estudio real sobre Radiaciones no ionizantes
- Se comprobó que el Campo Eléctrico en las en las cercanías de las radioemisoras en AM, FM y TV en estudio están bajo los límites permisibles dados por el MTC
- El estudio teórico resulta ser útil por su aproximación útil con los resultados reales para estudios de Radiaciones no ionizantes.

CAPÍTULO VIII
REFERENCIAS
BIBLIOGRAFICAS

LIBROS

Meliá (1991)	<ul style="list-style-type: none">▪ JOAQUÍN MELIÁ MIRALLES. <i>La tele detección en el seguimiento de los fenómenos naturales</i>. Universidad de Valencia. 1991
--------------	--

DOCUMENTOS INTERNACIONALES

OMS(2002)	<ul style="list-style-type: none">▪ Organización Mundial de la Salud. <i>“Establishing a dialogue on risk from electromagnetic field”</i>. GENEVA, Switzerland. 2002
ICNIRP(1998)	<ul style="list-style-type: none">▪ Internacional Commision on non-ionizing Radiation Protection. <i>“Recomendaciones para limitar la exposición a campos eléctricos, magnético y electromagnéticos”</i>, 1998.

DOCUMENTOS NACIONALES

D01	<ul style="list-style-type: none">▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones Decreto Supremo N° 038-2003-MTC
D02	<ul style="list-style-type: none">▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones Estaciones de Radiodifusión Sonora a Nivel Nacional 2014
D03	<ul style="list-style-type: none">▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones Estaciones de Radiodifusión por Televisión a Nivel Nacional 2014
D04	<ul style="list-style-type: none">▪ Norma Técnica Lineamientos para el Desarrollo de los Estudios Teóricos de Radiaciones No Ionizantes Resolución Ministerial N° 612-2004 MTC/03
PNAF (2006)	<ul style="list-style-type: none">▪ Ministerio de Transportes y Comunicaciones Plan Nacional de Asignación de Frecuencias

INTERNET

MTC	Ministerio de Transportes y Comunicaciones. <i>Servicios de Radiodifusión.</i> <a href="http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/concesion/radiodifusion/fo
rcar.htm">http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/concesion/radiodifusion/fo rcar.htm Consultado el 04 Noviembre a 20:00h, 2014
INICTEL	Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones. UNI. <i>Radiaciones no ionizantes y la Salud. Antenas de Telecomunicaciones y Redes de Energía Eléctrica.</i> <a href="http://rni.iniceluni.edu.pe/suplementoperuano/SUPLEMENTO_PERU
ANO.pdf">http://rni.iniceluni.edu.pe/suplementoperuano/SUPLEMENTO_PERU ANO.pdf Consultado el 09 Noviembre a 12:00h, 2014

ANEXOS

Anexo 1. Lineamientos dados en el Decreto Supremo N° 038-2003-MTC

Para exposición poblacional:

Rango de frecuencias	Intensidad de campo eléctrico (V/m)	Intensidad de campo magnético (A/m)	Densidad de Potencia (W/m ²)
9 - 150 KHz	87	5	-
0,15 - 1 MHz	87	0,73/f	-
1-10 MHz	87/f ^{0,5}	0,73/f	-
10-400 MHz	28	0,073	2
400-2000 MHz	1,375 f ^{0,5}	0,0037 f ^{0,5}	f / 200
2 - 300 GHz	61	0,16	10

Anexo 2. Fórmulas para Reporte de cálculos

Pire $\text{pire} = \text{pt} \times \text{gt}$

Intensidad de campo eléctrico

$$E = (30 \times \text{pire})^{0.5}$$

Densidad de potencia

$$S = \frac{\text{pire} \times 0.64}{\pi \times r^2}$$

$$S = E \times H$$

pire: Potencia isotópica radiada equivalente

Pt (w): Potencia de transmisión

gt: Ganancia máxima de la antena

E: Intensidad de Campo Eléctrico

S: Densidad de potencia

H: Intensidad de Campo Magnético

r: distancia(m)

f: Frecuencia (MHz)

Anexo 03. Fórmulas para Cuadro comparativo

<p>Intensidad de Campo eléctrico como límite máximo permisible (V/m)</p>	<p>Intensidad de Campo eléctrico medido (V/m)</p>	<p>% del Nivel real con respecto al límite máximo permisible</p>
<p>Véase Anexo 01</p>	<p>Valor Medido</p>	$\left \frac{\text{Intensidad de campo eléctrico medido (V/m)}}{\text{Intensidad de campo eléctrico como Imp (V/m)}} \right \times 100$