



**UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE
MANABÍ**



*CENTRO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO, INVESTIGACIÓN, RELACIONES Y
COOPERACIÓN INTERNACIONAL (CEPIRCI)*

MAESTRIA EN GESTIÓN AMBIENTAL

TESIS DE GRADO

Previo a la obtención del Grado de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

TEMA:

**“DETERMINACIÓN DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL POR CAMPOS
ELECTROMAGNÉTICOS (CEM) DE BAJA FRECUENCIA
PRODUCIDOS POR LAS LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN A 69 KV EN
EL EJE MANTA-MONTECRISTI Y POTENCIALES RIESGOS A LA
SALUD PÚBLICA, EN EL PERÍODO JULIO A DICIEMBRE DEL 2013”**

AUTOR:

ING. EDWIN BERNARDO PONCE MINAYA, MBA

TUTOR:

ING. KLEBER CORONEL PINEDA, MAP

MANTA-MANABI-ECUADOR

2014

TESIS DE GRADO:

“DETERMINACIÓN DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL POR CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (CEM) DE BAJA FRECUENCIA PRODUCIDOS POR LAS LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN A 69 KV EN EL EJE MANTA-MONTECRISTI Y POTENCIALES RIESGOS A LA SALUD PÚBLICA, EN EL PERÍODO JULIO A DICIEMBRE DEL 2013”

Sometida a consideración de tribunal de revisión y sustentación del CEPIRCI de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, como requisito previo a la obtención del grado de:

MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

APROBADO POR TRIBUNAL:

Presidente del Tribunal _____

Miembro del Tribunal _____

Miembro del Tribunal _____

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor de Tesis certifico haber dirigido y revisado el documento de la Investigación sobre el tema: **“DETERMINACIÓN DE LA AFECTACIÓN AMBIENTAL POR CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (CEM) DE BAJA FRECUENCIA PRODUCIDOS POR LAS LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN A 69 KV EN EL EJE MANTA-MONTECRISTI Y POTENCIALES RIESGOS A LA SALUD PÚBLICA, EN EL PERÍODO JULIO A DICIEMBRE DEL 2013”**, desarrollado por el Ing. Edwin Bernardo Ponce Minaya; por tanto, doy fe que fue desarrollado bajo las normas técnicas para la elaboración de una investigación, de cuyo análisis se desprende una amplia concepción teórica y práctica, con carácter de originalidad propia de un trabajo académico universitario.

El documento contiene los elementos necesarios aplicables al caso investigado y demuestra un apropiado conocimiento del tema, el cual se lo expone con solvencia, cumpliendo con elementos técnicos y metodológicos exigidos por la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Me permito dar a conocer la culminación de este trabajo investigativo, con mi aprobación y responsabilidad correspondiente.

Considero que el mencionado trabajo investigativo cumple con los requisitos y tiene los méritos suficientes para ser sometidos a la evaluación del jurado examinador que las autoridades del CEPERCI designen.

Ing. Kléber Coronel Pineda, Mg.A.P.
Tutor

DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA

La argumentación, la propuesta, el sustento de la investigación y los criterios vertidos, son originalidad del autor y es responsabilidad del mismo.

Ing. Edwin Ponce Minaya, MBA
Autor de la Tesis

AGRADECIMIENTO

Al llegar a esta instancia soñada deseo agradecer profundamente:

A la ULEAM y al CEPIRCI por haberme dado la oportunidad de mejorar mis conocimientos ambientales y a valorar la naturaleza que nos rodea.

Las enseñanzas de todos los maestros chilenos y ecuatorianos, que participaron de este Programa de Maestría en Gestión Ambiental.

A mis colegas de la empresa CNEL EP-Unidad de Negocio Manabí, por la valiosa información y documentación entregada para fines de esta Tesis de Grado.

A mis estudiantes del Sexto año de Ingeniería Eléctrica de la ULEAM por el apoyo brindado en el trabajo de campo realizado.

Y un especial agradecimiento al Director de esta Tesis, el Ing. Klèber Coronel Pineda, por su ayuda y gestión para culminar con éxito este esfuerzo académico.

DEDICATORIA

Bajo el cobijo y designio de DIOS PADRE, quiero dedicar este trabajo académico a todas las grandes personas que rodean mi vida, a los creadores de mi existencia, mi papá Afranio y mi mamá Rosita, a mi amada esposa Mónica María y en especial a mis grandes hijos Edwin Raí y Raisa Solange, que son mi razón de vida y el motor para seguir transitando por el camino del trabajo, del ejemplo y tenacidad a toda prueba; para así lograr junto a ustedes mis mas anhelados sueños.

RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo de esta Tesis de Grado fue la determinación de la afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión M1 y M3 a 69 kV en el eje Manta-Montecristi. Se evidenció que existen puntos muy cercanos a viviendas que estarían mayormente expuestas a potenciales peligros por CEM y mediante encuestas se determinó que la población considera riesgoso vivir cerca de estas líneas, donde un 35,82% no sabe o no conoce si son las líneas de alta tensión las que han provocado los problemas de salud a su familia, otros creen que son la causa de problemas del oído (17,91%) o del padecimiento de cáncer (11,94%); a su vez están de acuerdo que periódicamente la empresa eléctrica sea la que realice mediciones para estar más informados de los potenciales impactos.

Los resultados obtenidos en las mediciones de campos electromagnéticos (CEM), indican que los puntos analizados cumplen con los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz, indicado en la Tabla 1 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos (R.O. 041 del 14 de Marzo del 2007) y en la Tabla 2 de la misma Norma, que son concordantes con lo que establece la Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998, Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz).

De acuerdo a esto, se presenta una propuesta de revisión de la Legislación Ambiental del Ecuador, respecto a los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos (CEM) provenientes de fuentes de 60 Hz, y que la administración de la propuesta esté a cargo de la Carrera de Ingeniería Eléctrica Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

EXECUTIVE SUMMARY

The aim of this Thesis has been the determination of environmental involvement by electromagnetic fields (EMFs) at low frequency (60 Hz), produced by subtransmission lines M1 and M3 to 69 kV in the Manta-Montecristi axis. It emerged that points close to houses that would be mostly exposed to hazards by EMFs and through surveys determined that the population considered risky to live near these lines, where a 35.82% don't know if the high voltage lines have caused that health problems to her family, others believe they are the cause of ear problems (17.91%) or the suffering of cancer (11.94%); in turn others agree that periodically the utility is performing the measurements to be more informed of potential impacts.

The results of measurements of electromagnetic fields (EMFs) indicate that the analyzed points comply with the reference levels for exposure to electric and magnetic fields of 60Hz, indicated in Table 1 of the Statement of Non-Ionizing Electromagnetic Fields (RO 041 of March 14, 2007) and Table 2 of the Standard, which are consistent with the provisions of the International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP), 1998, Recommendation for Limiting Exposure to Electric Fields magnetic and Electromagnetic (up to 300 GHz).

According with this, a proposed revision of Environmental Laws of Ecuador, with respect to the reference levels for exposure to electric and magnetic fields (EMF) from 60 Hz sources, it's presented and the administration of the proposal is in charge of the School of Electrical Engineering - Faculty of Engineering at the Eloy Alfaro Lay University of Manabí (ULEAM).

ÍNDICE

TESIS DE GRADO:	II
CERTIFICACIÓN	III
DECLARACIÓN EXPRESA DE AUTORÍA	IV
AGRADECIMIENTO	V
DEDICATORIA	VI
RESUMEN EJECUTIVO	VII
ÍNDICE	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XIII
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	XIV
ÍNDICE DE CUADROS	XVII
ÍNDICE DE GRÁFICOS	XVIII
INTRODUCCIÓN	XIX
CAPITULO I	1
1. EL PROBLEMA	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1.1 Contextualización	2
1.1.2 Contexto Macro	3
1.1.3 Contexto Meso	6
1.1.4 Contexto Micro	7
1.2 ANALISIS CRÍTICO	9
1.3 PROGNOSIS	11

1.4	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	12
1.5	DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.6	JUSTIFICACIÓN.....	14
1.7	OBJETIVOS	17
1.7.1	<i>Objetivo General:</i>	17
1.7.2	<i>Objetivos Específicos:</i>	17
CAPITULO II		19
2.	MARCO TEORICO	19
2.1	ANTECEDENTES DE ESTUDIOS QUE SIRVEN DE BASE INVESTIGATIVA	19
2.2	FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA	22
2.3	FUNDAMENTO TEÓRICO A PARTIR DE LAS CATEGORÍAS BÁSICAS	23
2.4	FUNDAMENTO LEGAL.....	47
2.4.1	<i>Constitución Política de la República del Ecuador</i>	48
2.5	HIPÓTESIS	54
CAPITULO III		56
3.	METODOLOGIA	56
3.1	MODALIDAD BIBLIOGRÁFICA.....	56
3.1.1	<i>Modalidad de Investigación de Campo</i>	56
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	56
3.3	ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	57
3.4	POBLACIÓN Y MUESTRA	57
3.4.1	<i>Población</i>	57
3.4.2	<i>Muestra</i>	58
3.5	TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN.....	59
3.5.1	<i>Técnica de campo</i>	60

3.5.2	<i>Técnica de observación</i>	61
3.6	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	61
3.7	RECOLECCIÓN Y TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN	63
3.7.1	<i>De las Encuestas</i>	64
3.7.2	<i>De las Mediciones de Campo Electromagnético (CEM)</i>	65
3.7.3	<i>Procedimientos para la Medición de Intensidad de CEM</i>	66
CAPITULO IV		72
4.	DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS	72
4.1	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA ENCUESTA	72
4.1.1	<i>Discusión de los resultados de la Encuesta</i>	92
4.2	DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE CEM.	94
4.2.1	<i>Discusión de los resultados de las Mediciones CEM</i>	113
4.3	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS	115
4.3.1	<i>Hipótesis</i>	115
4.3.2	<i>Variables</i>	115
4.3.3	<i>Formulación de Hipótesis Nula (Ho) y alterna (H1)</i>	115
CAPITULO V		117
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	117
5.1	CONCLUSIONES	117
5.2	RECOMENDACIONES	119
CAPITULO VI		128
6.	PROPUESTA DE LA TESIS	128
6.1	JUSTIFICACIÓN	128
6.2	FUNDAMENTACIÓN	129

6.3	OBJETIVOS	129
6.4	IMPORTANCIA	130
6.5	UBICACIÓN SECTORIAL	130
6.6	FACTIBILIDAD.....	132
6.7	DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA	133
6.8	DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS.....	141
6.9	PLAN DE ACCIÓN.....	141
6.10	ADMINISTRACIÓN	144
6.11	PRESUPUESTO.....	144
BIBLIOGRAFIA.....		145
PAGINAS WEB		147
ANEXOS.....		148
ANEXO A. DIAGRAMA UNIFILAR DEL SISTEMA MANABÍ		149
ANEXO B. ENCUESTA.....		150
ANEXO C. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO DE MEDICIÓN DE CEM		153
ANEXO D. ESTRUCTURAS DE LÍNEAS A 69 Kv M1 Y M3 MANTA MONTECRISTI.		154
ANEXO E. FOTOS DE ENCUESTAS.....		157
ANEXO F. FOTOS DE RUTA DE LA LÍNEA M1 Y M3 SOBRE VIVIENDAS.		160

ÍNDICE DE TABLAS.

TABLA 1	96
TABLA 2	96
TABLA 3	139
TABLA 4	140

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1: TRAZADO HASTA MAYO DEL 2013 DE LÍNEAS A 69 KV M1 Y M3	8
ILUSTRACIÓN 2: TRAZADO A PARTIR DE MAYO DEL 2013 DE LÍNEAS A 69 KV M1 Y M3	9
ILUSTRACIÓN 3: ÁRBOL DE PROBLEMAS.....	10
ILUSTRACIÓN 4: ¿AFECTAN A NO LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS?	13
ILUSTRACIÓN 5: SECTOR CDLA. LA PAOLA- CANTÓN MONTECRISTI, LÍNEAS DE 69 KV	15
ILUSTRACIÓN 6: CDLA L. PROAÑO- CANTÓN MONTECRISTI, LÍNEAS DE 69 KV	16
ILUSTRACIÓN 7: BARRIO 15 DE ABRIL, SANTA ANA, VÍA INTERBARRIAL	16
ILUSTRACIÓN 8: CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	24
ILUSTRACIÓN 9: CATEGORIZACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE.....	25
ILUSTRACIÓN 10: CAMPO ELÉCTRICO Y MAGNÉTICO NATURAL.....	27
ILUSTRACIÓN 11: ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO (R.I Y NO IONIZANTES)	31
ILUSTRACIÓN 12: ESPECTRO CON RELACIÓN DE ENERGÍA Y LONGITUD DE ONDA.	31
ILUSTRACIÓN 13: RADIACIONES ELECTROMAGNÉTICAS Y SUS EFECTOS BIOLÓGICOS	34
ILUSTRACIÓN 14: VALORES DE INDUCCIÓN MAGNÉTICA	35
ILUSTRACIÓN 15: EQUIPO DE MEDICIÓN DE CEM UTILIZADO	66
ILUSTRACIÓN 16: SECTOR PARROQUIA COLORADO.....	90
ILUSTRACIÓN 17: BARRIO 15 DE ABRIL Y PARROQUIA ELOY ALFARO.....	91
ILUSTRACIÓN 18: BARRIO 26 DE SEPTIEMBRE, VÍA INTERBARRIAL	91
ILUSTRACIÓN 19: UBICACIÓN DE LOS 12 PUNTOS DE MEDICIÓN DE CEM.....	94

ILUSTRACIÓN 20: TRAZADO LÍNEAS A 69 KV M1 YM3.....	95
ILUSTRACIÓN 21: P1. PARROQUIA COLORADO	98
ILUSTRACIÓN 22: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P1. PARROQUIA COLORADO.....	99
ILUSTRACIÓN 23:P2. PARROQUIA COLORADO EN TERCER PISO HOTEL ORLANDO.....	100
ILUSTRACIÓN 24: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P2. PARROQUIA COLORADO.....	100
ILUSTRACIÓN 25: P3. VÍA INTERBARRIAL PARROQUIA MANTA	101
ILUSTRACIÓN 26: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P3. VÍA INTERBARRIAL	101
ILUSTRACIÓN 27: P4. BARRIO 15 DE ABRIL	102
ILUSTRACIÓN 28: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P4. BARRIO 15 DE ABRIL	102
ILUSTRACIÓN 29: P5. BARRIO 26 DE SEPTIEMBRE PARROQUIA ELOY ALFARO	103
ILUSTRACIÓN 30: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P5. BARRIO 26 DE SEPTIEMBRE	103
ILUSTRACIÓN 31:P6. VÍA INTERBARRIAL BARRIO SAN PEDRO.....	104
ILUSTRACIÓN 32: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P6. VÍA INTERBARRIAL.....	104
ILUSTRACIÓN 33:P7. BARRIO SANTA ANA	105
ILUSTRACIÓN 34: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P7. BARRIO SANTA ANA	105
ILUSTRACIÓN 35:P8. BARRIO SAN PEDRO PARROQUIA TARQUI	106
ILUSTRACIÓN 36: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P8. BARRIO SAN PEDRO	106
ILUSTRACIÓN 37:P9. BARRIO BELLAVISTA E INTERBARRIAL	107
ILUSTRACIÓN 38: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P9. BARRIO BELLAVISTA	107
ILUSTRACIÓN 39:P10. BARRIO LAS CUMBRES	108
ILUSTRACIÓN 40: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P10. BARRIO LAS CUMBRES	108

ILUSTRACIÓN 41: P11. BARRIO JOYAY ALTO	109
ILUSTRACIÓN 42: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P11. BARRIO JOYAY ALTO	109
ILUSTRACIÓN 43:P12. SUBESTACIÓN MANTA 1	110
ILUSTRACIÓN 44: MOMENTO DE LA MEDICIÓN P12. SUBESTACIÓN MANTA 1	110
ILUSTRACIÓN 45: MAPA SATELITAL DEL ECUADOR	131
ILUSTRACIÓN 46: ESTRUCTURA DEL SECTOR ELÉCTRICO ECUATORIANO	131

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: CAPACIDAD INSTALADA EN SUBESTACIONES A OCTUBRE 2014	5
CUADRO 2: IINFRAESTRUCTURA EN LÍNEAS DEL SISTEMA MANABÍ A OCTUBRE DE 2014 ..	6
CUADRO 3: LÍNEAS DE SUBTRANSMISIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	7
CUADRO 4. VARIABLE INDEPENDIENTE: CEM DE BAJA FRECUENCIA (60 HZ).....	62
CUADRO 5. VARIABLE DEPENDIENTE: SALUD DE LAS PERSONAS	63
CUADRO 6: PREGUNTA 1	73
CUADRO 7: PREGUNTA 2	75
CUADRO 8: PREGUNTA 3	77
CUADRO 9: PREGUNTA 4	79
CUADRO 10: PREGUNTA 5	81
CUADRO 11: PREGUNTA 6	83
CUADRO 12: PREGUNTA 7	86
CUADRO 13: PREGUNTA 8	88
CUADRO 14: CONDICIONES AMBIENTALES YDE LOS PUNTOS DE MEDICIÓN DE CEM	97
CUADRO 15: RESULTADOS DE MEDICIONES DE CEM LÍNEA M1 Y M3 A 69 KV	112
CUADRO16: NORMATIVA INTERNACIONAL DE EXPOSICIÓN A CEM (KV/M)	135
CUADRO 17: PLAN DE ACCIÓN.....	143

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: PREGUNTA 1	74
GRÁFICO 2: PREGUNTA 1	74
GRÁFICO 3: PREGUNTA 2	76
GRÁFICO 4: PREGUNTA 2	76
GRÁFICO 5: PREGUNTA 3	78
GRÁFICO 6: PREGUNTA 3	78
GRÁFICO 7: PREGUNTA 4	80
GRÁFICO 8: PREGUNTA 4	80
GRÁFICO 9: PREGUNTA 5	82
GRÁFICO 10: PREGUNTA 5	82
GRÁFICO 11: PREGUNTA 6	84
GRÁFICO 12: PREGUNTA 6	84
GRÁFICO 13: PREGUNTA 7	87
GRÁFICO 14: PREGUNTA 7	87
GRÁFICO 15: PREGUNTA 8	89
GRÁFICO 16: PREGUNTA 8	89

INTRODUCCIÓN

La presente Tesis de Grado busca determinar la problemática de la afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, zona que representa el 38.94 % de la demanda total de energía de la provincia de Manabí.

La Tesis se desarrolla porque estos campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia, producidos por líneas de alta tensión y centros de transformación, generan preocupación por los posibles efectos nocivos para la salud humana, estando centrada la controversia en el componente relacionado a los campos magnéticos. En la Provincia de Manabí, hasta el momento ninguna institución, colectivo o profesional, había desarrollado un estudio de este tipo ya que la empresa distribuidora de electricidad CNEL EP-Unidad de Negocio Manabí sólo ha realizado mediciones de campos eléctricos y magnéticos a nivel de subestaciones y no a lo largo del trazado de las líneas de subtransmisión.

El crecimiento en los últimos años de los sistemas de transmisión y subtransmisión eléctrica debido al crecimiento de la demanda eléctrica, ha conllevado a tratar con mayor profundidad las Radiaciones no Ionizantes (RNI), donde está ubicada la frecuencia de 60 Hz de operación de estas líneas, y ciertamente ha crecido en la población la preocupación por el posible impacto que tengan en la salud, los campos electromagnéticos irradiados, especialmente con aquellos pobladores que viven cerca o debajo de las líneas de transporte de energía eléctrica y sus respectivas estaciones de transformación y distribución.

Se realiza el planteamiento del problema contextualizando la infraestructura eléctrica de la zona de estudio Manta-Montecristi a nivel macro, meso y micro; se realiza un análisis crítico utilizando la metodología del árbol de problemas con su respectivo análisis, se lo formula, delimita y justifica presentando con evidencias

gráficas las razones por las cuales se realiza el estudio en el tendido de las líneas de subtransmisión a 69 KV designadas como M1 y M3 en el eje Manta-Montecristi; esto nos lleva a plantear los objetivos que guían la investigación buscando encontrar una relación de causalidad entre los campos electromagnéticos (CEM) de estas líneas y su posible impacto en la salud de las personas, especialmente las expuestas de forma permanente en el trayecto de las mismas.

Se recurre a un marco teórico necesario y suficiente de la abundante bibliografía y se citan los antecedentes de estudios previos que sustentan la presente investigación, se categorizan la variable dependiente e independiente y se hace mención al fundamento legal de la presente Tesis de Grado sustentado especialmente en la Constitución Política de la República del Ecuador que regula ampliamente el tema del medio ambiente en su sección segunda Art. 14 y 15 y en otras normas contenidas en la misma, que consagra el principio fundamental que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, así como en el Título VII del Régimen del Buen Vivir Capítulo II Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera sobre la Naturaleza y Ambiente, Art. 395 al 399, que establece los Principios Ambientales.

Se plantea la hipótesis de que los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) producidos por las líneas de subtransmisión a 69 Kv en el eje Manta-Montecristi, producen afectación en la salud de las personas; lo cual se busca determinar durante el curso de la investigación mediante técnicas de investigación como la observación, determinación de la población y muestra representativa de los sectores o comunidades que especialmente están sufriendo las afectaciones ambientales por campos electromagnéticos en el trayecto de las líneas M1 y M3 en el eje Manta-Montecristi, encuestas a los pobladores aplicando cuestionarios sobre la temática, y sobre todo mediante mediciones de CEM realizadas en doce puntos del área de influencia, lo que fue realizado con equipos especializados para este fin.

Los resultados de las mediciones se verifican y comparan, de tal forma que los valores de dichos campos se encuentren en cumplimiento con los valores máximos permisibles establecidos en la Tabla 1 y Tabla 2 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos, Anexo 10 del Libro VI del TULSMA de la Legislación Ambiental Ecuatoriana.

Se realiza la descripción y análisis de los resultados tanto de las encuestas como de las mediciones realizadas, a efectos de comprobar la hipótesis y de inferir conclusiones y recomendaciones sobre la temática planteada.

Con todas estas consideraciones, la Tesis presenta como propuesta una mejora en la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos vigente en el Ecuador, Anexo 10 del Libro VI del TULSMA; en base a los lineamientos de los Principios de Prevención y Precaución en materia ambiental

CAPITULO I

1. EL PROBLEMA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La exposición a los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia, generados por líneas de alta tensión y centros de transformación, a una frecuencia de 60 Hertzios, genera preocupación por los posibles efectos nocivos para la salud humana. Hay dos componentes de los campos electromagnéticos (CEM), el campo eléctrico y el campo magnético. La controversia sobre los posibles efectos para la salud humana está centrada en el componente relacionado a los campos magnéticos.

Estos campos magnéticos se originan por el movimiento de cargas eléctricas. Cuando hay corriente, la magnitud del campo magnético cambiará con el consumo de energía; cuanto mayor sea la intensidad de la corriente, mayor será la intensidad del campo magnético. Los campos magnéticos son más intensos en los puntos cercanos a su origen y su intensidad disminuye rápidamente conforme aumenta la distancia desde la fuente. Los materiales comunes, como las paredes de los edificios y residencias así como los techos o cubiertas, no bloquean los campos magnéticos.

Las principales fuentes de campos electromagnéticos (CEM) son el sistema integral del suministro eléctrico, tales como los transformadores, líneas de alta tensión, cableado de red secundaria y todos los aparatos eléctricos.

El espectro electromagnético en su totalidad abarca un rango de frecuencias extremadamente amplio, iniciándose en una frecuencia de unos pocos hertzios (Hz) y alcanzando frecuencias superiores a 30×10^{18} Hz. Para efectos de esta Tesis de Grado, se ha considerado solamente la zona del espectro electromagnético correspondiente a las radiaciones no ionizantes, y dentro de ella se encuentran las

líneas de subtransmisión a 69 KV a frecuencia industrial de 60 Hz, así como los transformadores de potencia (subestaciones eléctricas).

El crecimiento en los últimos años de los sistemas de subtransmisión y de transmisión eléctrica debido al crecimiento de la demanda eléctrica, ha conllevado a tratar con mayor profundidad las Radiaciones no Ionizantes (RNI), y ciertamente ha crecido en la población la preocupación por el posible impacto que tengan en la salud los campos electromagnéticos irradiados, esto especialmente sucede con aquellos pobladores que residen en las cercanías de fuentes de campos electromagnéticos de frecuencias extremadamente bajas (ELF), como son las líneas de transporte de energía eléctrica y sus respectivas subestaciones de transformación y distribución.

Con estas consideraciones, esta Tesis de Grado busca determinar la afectación ambiental que es producida por la influencia del tendido de las líneas de subtransmisión a 69 KV existentes en el eje Manta-Montecristi y de los transformadores de potencia que sirven a la zona, para lo cual a través de mediciones de campo con equipos especializados para este fin, se determinará el grado de afectación por CEM comparando los valores con la normativa nacional e internacional existente. De acuerdo a estos resultados se buscará determinar los métodos de control más adecuados y planteamientos de modificaciones legales que por sobre todas las cosas precautelen la salud y la seguridad pública.

1.1.1 Contextualización

En este punto se contextualiza la problemática a investigar, lo cual necesariamente lleva a describir el sistema eléctrico de la Provincia de Manabí que opera CNEL EP-Unidad de Negocio Manabí, las subestaciones y líneas de subtransmisión que sirven al eje Manta-Montecristi y los puntos específicos donde a priori se visualiza una potencial afectación por el paso cercano de estas líneas eléctricas a 60 Hz y 69 KV respecto a viviendas y/o edificaciones.

1.1.2 Contexto Macro

CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí suministra energía eléctrica a todos los cantones de la Provincia con excepción de El Carmen y Pichincha que son servidos por la CNEL EP- Unidad de Negocio Santo Domingo y CNEL EP- Unidad de Negocio Guayas Los Ríos, respectivamente; la población total de la Provincia de Manabí de acuerdo al Censo de Población efectuado en Noviembre del 2010 asciende a 1,369,780 habitantes, con una cobertura en viviendas del 92 % a diciembre del 2013 en una extensión de 16,865 Km².

La CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí a octubre del 2014 atendió desde su sistema eléctrico a 288.507 clientes regulados en toda la provincia de los cuales el 93.2 % son clientes residenciales, que sumados a los clientes comerciales, industriales y otros consumen 1.419.829,24 MWh/año y demandan 253,04 MW a la hora de máxima carga, incluyendo lo requerido por los consumidores auto productores.

El Sistema Eléctrico de CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí posee actualmente dos nodos de interconexión con el Sistema Nacional Interconectado, por un lado se alimenta desde la S/E Quevedo del SNI que mediante una línea de transmisión de 230 KV 110 Km llega a la S/E San Gregorio de CELEC-EP TRANSELECTRIC de 225 MVA 230/138 KV y por otro lado a través de la línea de transmisión a 138 KV Daule Peripa – Chone y su correspondiente S/E Chone de 40/53/66 MVA de 138/69 KV.

Desde la S/E San Gregorio se alimenta a dos líneas de transmisión de 138 KV, la una de 27,7 Km que alimenta a la S/E Montecristi de CELEC-EP Transelectric de 100 MVA y a una móvil de 40/ 50/ 60 MVA 138/ 69 KV, y otra línea de 7 Km que alimenta a la S/E 4 Esquinas de 2 x 75 MVA 138/69 KV.

Al mes de octubre del 2014, la infraestructura que CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí tiene como sustento para otorgar el servicio eléctrico a sus clientes se basa en 27 subestaciones eléctricas con una capacidad total de 327 MVA y 90 alimentadores de distribución; a pesar de que desde el mes de abril de 2012 CNEL EP- Unidad de Negocio Santo Domingo administra la operación técnica y comercial de las Subestaciones Pedernales, Jama y Sesme, se las considera en esta infraestructura ya que eléctricamente se encuentran conectadas a nuestro sistema.

En el siguiente **Cuadro No. 1** se presenta la infraestructura en subestaciones eléctricas, número de alimentadores en operación y demás, y en el **Anexo A** se presenta el diagrama unifilar del Sistema Manabí.

Cuadro 1: Capacidad instalada en subestaciones a octubre 2014

INFRAESTRUCTURA - CAPACIDAD INSTALADA EN SUBESTACIONES MANABÍ - OCTUBRE 2014						
Nº	NOMBRE DE SUBESTACIÓN	Nº DE ALIMENTADORES	UBICACIÓN CANTÓN	CAPACIDAD MVA - OA	Nº TR DE POTENCIA	RELACIÓN DE VOLTAJE
1	S/E COLIMES	2	PAJÁN	5,0	1*5	69/13,8 KV
2	S/E JIPIJAPA	2	JIPIJAPA	10,0	1*10	69/13,8 KV
3	S/E PUERTO CAYO	1	JIPIJAPA	2,5	1*2,5	69/13,8 KV
4	S/E MACHALILLA	2	PTO. LÓPEZ	5,0	1*5	69/13,8 KV
5	S/E 24 DE MAYO	2	24 DE MAYO	5,0	1*5	69/13,8 KV
6	S/E LODANA	2	SANTA ANA	5,0	1*5	69/13,8 KV
				2,5	1*2,5	69/13,8 KV
7	S/E PORTOVIEJO - 1	8	PORTOVIEJO	32,0	2*16	69/13,8 KV
				10,0	1*10	69/13,8 KV
8	S/E PORTOVIEJO - 2	4	PORTOVIEJO	10,0	1*10	69/13,8 KV
9	S/E PORTOVIEJO - 3	4	PORTOVIEJO	10,0	1*10	69/13,8 KV
10	S/E RIO DE ORO	3	PORTOVIEJO	5,0	2*2,5	69/13,8 KV
11	S/E MONTECRISTI	5	MONTECRISTI	10,0	1*10	69/13,8 KV
				2,5	1*2,5	69/13,8 KV
12	S/E MANTA - 1	8	MANTA	20,0	2*10	69/13,8 KV
				16,0	1*16	69/13,8 KV
				20,0	1*20	69/13,8 KV
13	S/E MANTA - 2	4	MANTA-JARAMIJO	16,0	1*16	69/13,8 KV
14	S/E MANTA - 3	4	MANTA	12,0	1*12	69/13,8 KV
15	S/E MANTA - 4	3	MANTA-VALLE DEL GAVILAN	16,0	1*16	69/13,8 KV
16	S/E ROCAFUERTE	3	ROCAFUERTE	5,0	1*5	69/13,8 KV
17	S/E CRUCITA	3	PORTOVIEJO (CRUCITA)	10,0	1*10	69/13,8 KV
18	S/E PLAYA PRIETA	2	PORTOVIEJO	10,0	1*10	69/13,8 KV
19	S/E CALCETA	5	CALCETA	10,0	1*10	69/13,8 KV
20	S/E TOSAGUA	2	TOSAGUA	5,0	1*5	69/13,8 KV
21	S/E CHONE	4	CHONE	20,0	2*10	69/13,8 KV
22	S/E BAHIA DE CARÁQUEZ	3	SUCRE - BAHÍA	5,0	1*5	69/13,8 KV
			MOVIL	10,0	1*10	69/13,8 KV
23	S/E SAN VICENTE	3	SUCRE	5,0	1*5	69/13,8 KV
24	S/E JAMA	3	JAMA	10,0	1*10	69/34,5 KV
25	S/E SESME	2	CHONE	2,5	1*2,5	69/34,5 KV
			FLAVIO ALFARO	5,0	1*5	69/13,8 KV
26	S/E BELLAVISTA	2	SANTA ANA	5	1*5	69/13,8 KV
27	S/E PEDERNALES	4	PEDERNALES	10	1*10	69/34,5 KV
Total Alimentadores:		90	Total Capacidad MVA:	327,0	38	Nº Total de Transformadores

RESUMEN	CANTIDAD	
TOTAL SUBESTACIONES ELÉCTRICAS MANABÍ:	27,0	S/E
TOTAL ALIMENTADORES RELACIONADOS:	90,0	ALIM
TOTAL CAPACIDAD INSTALADA MVA:	327,0	MVA
TOTAL TRANSFORMADORES DE POTENCIA:	38,0	TR

En el siguiente **Cuadro No. 2** se presenta la infraestructura en líneas eléctricas a 69 KV que sirve a toda el área de servicio de CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí.

Cuadro 2: Infraestructura en líneas eléctricas del sistema Manabí a Octubre de 2014

DESCRIPCIÓN	S/E DE SALIDA	S/E DE LLEGADA	CAPACIDAD TRANSMISIÓN LÍMITE TÉRMICO (MW)	VOLTAJE EN (KV)	LONGITUD (KM)	CALIBRE CONDUCTO R FASE (MCM)	FECHA INICIO OPERACIÓN
SNI 4 Esquinas - Portoviejo 1	SNI 4 Esquinas (Transelectric)	CNEL-Manabí - Portoviejo 1 (Tr1) - R	61	69	5.6	800 (5005)	01/01/1977
SNI 4 Esquinas - Portoviejo 1	SNI 4 Esquinas (Transelectric)	CNEL-Manabí - Portoviejo 1 (Tr1) - R	61	69	5.6	800 (5005)	01/01/1977
SNI 4 Esquinas Portoviejo 3	SNI 4 Esquinas (Transelectric)	CNEL-Manabí - Portoviejo 3 - R	41	69	0.1	266.8 ACSR	01/01/2002
Portoviejo 3 - Portoviejo 2	CNEL-Manabí - Portoviejo 3 - R	CNEL-Manabí - Portoviejo 2 - R	41	69	7	266.8 ACSR	01/01/1995
SNI 4 Esquinas- Lodana	SNI 4 Esquinas	CNEL-Manabí - Lodana - R	41	69	12.8	266.8 ACSR	01/01/1972
Lodana - Jipijapa	CNEL-Manabí - Lodana - R	CNEL-Manabí - Jipijapa - R	41	69	29.4	266.8 ACSR	01/01/1972
Tap 24 de Mayo - 24 de Mayo	Lodana - R	CNEL-Manabí - 24 de Mayo - R	41	69	0.8	266.8 ACSR	01/01/1997
Jipijapa-Colimes	CNEL-Manabí - Jipijapa - R	CNEL-Manabí - Colimes - R	30	69	31.13	2/0 ACSR	01/01/1991
Portoviejo 1 - Manta 1	CNEL-Manabí - Portoviejo 1 (Tr1) - R	CNEL-Manabí - Manta 1 - R	41	69	35	266.8 ACSR	01/01/1967
Portoviejo 1 - Río de Oro	CNEL-Manabí - Portoviejo 1 (Tr1) - R	CNEL-Manabí - Río de Oro - R	30	69	9	281.4 (5005)	01/01/1980
Río de Oro - Manta 3	CNEL-Manabí - Río de Oro - R	CNEL-Manabí - Manta 3 - R	30	69	22.8	281.4 (5005)	01/01/1980
Manta 3- Manta 1	CNEL-Manabí - Manta 3 - R	CNEL-Manabí - Manta 1 - R	30	69	2	281.4 (5005)	01/01/1980
SNI Movil Manta 2 - Manta 2	SNI Movil Manta 2 (Transelectric)	CNEL-Manabí - Manta 2 - R	41	69	0.1	266.8 ACSR	01/01/1998
SNI Movil Manta 2 - Montecristi	SNI Movil Manta 2 (Transelectric)	CNEL-Manabí - Montecristi - R	41	69	7.2	266.8 ACSR	01/01/1998
Montecristi-Base Naval	CNEL-Manabí - Montecristi - R		41	69	7.5	266.8 ACSR	01/01/1988
Portoviejo 1 - Playa Prieta	CNEL-Manabí - Portoviejo 1 (Tr1) - R	CNEL-Manabí - Playa Prieta - R	30	69	17	281.4 (5005)	01/01/1977
Calceta-Playa Prieta	CNEL-Manabí - Calceta - R	CNEL-Manabí - Playa Prieta - R	30	69	30	281.4 (5005)	01/01/1977
Calceta - La Esperanza	CNEL-Manabí - Calceta - R	Manageneración - La Esperanza - E	41	69	12.5	266.8 ACSR	01/01/2006
SNI Chone (Limón) - Calceta	SNI Chone (Limón)	CNEL-Manabí - Calceta - R	30	69	15.57	281.4 (5005)	01/01/1984
SNI Chone (Limón) - Chone	SNI Chone (Limón)	CNEL-Manabí - Chone - R	41	69	4.67	266.8 ACSR	01/01/2002
SNI Chone (Limón) - Tosagua_Chone	SNI Chone (Limón)	CNEL-Manabí - Chone - R	30	69	4.67	281.4 (5005)	01/01/2002
Chone - Sesme	CNEL - Manabí - Chone - R	CNEL-Manabí - Sesme (Tr1) - R	25	69	28.79	2/0 ACSR	01/01/1988
Sesme 34.5-Eloy Alfaro	CNEL-Manabí - Sesme - R		23	34.5	13.6	197.5 (5005)	01/01/1984
Eloy Alfaro-Convento			23	34.5	16	197.5 (5005)	01/01/1984
Eloy Alfaro-San Isidro			23	34.5	10.9	197.5 (5005)	01/01/1984
Jama-San Isidro	CNEL-Manabí - Jama - R		23	34.5	22	197.5 (5005)	01/01/1984
Jama-Don Juan	CNEL-Manabí - Jama - R		23	34.5	10	197.5 (5005)	01/01/1984
Don Juan-10 de Agosto			23	34.5	18	197.5 (5005)	01/01/1984
Don Juan-Pedernales			23	34.5	30.1	197.5 (5005)	01/01/1984
Pedernales-Cojimies			23	34.5	33.18	197.5 (5005)	01/01/1984
Portoviejo 1-Rocafuerte	CNEL-Manabí - Portoviejo 1 (Tr1) - R	CNEL-Manabí - Rocafuerte - R	41	69	18.65	266.8 ACSR	01/01/1977
Tosagua-Rocafuerte	CNEL-Manabí - Tosagua (Tr1) - R	CNEL-Manabí - Rocafuerte - R	41	69	25.6	266.8 ACSR	01/01/1972
Rocafuerte - El Ceibal	CNEL-Manabí - Rocafuerte (Tr1) - R	Senagua-Manabí - El Ceibal - R	41	69	6	266.8 ACSR	
Tosagua-Bahia	CNEL-Manabí - Tosagua (Tr1) - R	CNEL-Manabí - Bahía - R	41	69	30.23	266.8 ACSR	01/01/1992
Tosagua-San Vicente	CNEL-Manabí - Tosagua (Tr1) - R	CNEL-Manabí - San Vicente - R	41	69	34.9	266.8 ACSR	01/01/1992
Tosagua - Km 20 Camaroneras	CNEL-Manabí - Tosagua (Tr1) - R		23	34.5	18	3/0 ACSR	01/01/1982
Tosagua - Chone	CNEL-Manabí - Tosagua (Tr1) - R	CNEL - Manabí - Chone - R	31	69	19.73	4/0 ACSR	01/01/1984
Jipijapa-Puerto Cayo	CNEL-Manabí - Jipijapa - R	CNEL - Manabí - Puerto Cayo - R	30	69	22	281.4 (5005)	01/01/1972
Puerto Cayo - Machalilla	CNEL-Manabí - Puerto Cayo - R	CNEL-Manabí - Machalilla - R	30	69	15.71	281.4 (5005)	01/01/1972
San Vicente - Jama	CNEL-Manabí - San Vicente - R	CNEL-Manabí - Jama - R	41	69	59.3	266.8 ACSR	01/01/2002

1.1.3 Contexto Meso

En este contexto, se indica que la demanda eléctrica de la zona Manta – Montecristi incluido los clientes La Fabril, El Café y Molinera Manta, a octubre 2014 es de 99.41 MW, que representa el 38.94 % del total de la provincia de Manabí.

Se cuenta para la zona mencionada con seis subestaciones eléctricas con un total de 128.5 MVA y una longitud total en líneas de subtransmisión a 69 KV de 29.3 Km, incluyendo las que alimentan a las subestaciones Manta 2 y Manta 4.

Para el objeto de la Tesis se describe el tendido de las líneas de subtransmisión a 69 KV existentes y designadas como M1 y M3 en el eje Manta-Montecristi y de los transformadores de potencia que sirven a la zona.

En el siguiente **Cuadro No. 3** se muestran las líneas de subtransmisión del área de estudio.

Cuadro 3: Líneas de subtransmisión del área de estudio

Descripción de Línea	Topología	S/E de salida	S/E de llegada	Límite térmico	Longitud	Calibre del conductor	Fecha de inicio de operación
Manta 3 - Manta 4	Radial	Manta 3	Manta 4	50 Mw	7,6 Km	500	Septiembre de 2014
Montecristi 1 - Manta 1	Radial	Montecristi 1	Manta 1	41 Mw	9,5Km	266.8	Enero de 1967
Manta 1-Manta 4	Radial	Manta 1	Manta 4	50 Mw	6,8Km	500	Septiembre de 2014
Montecristi 1 - Manta 3	Radial	Montecristi 1	Manta 1	41 Mw	10,5 Km	266.8	Enero de 1980

1.1.4 Contexto Micro

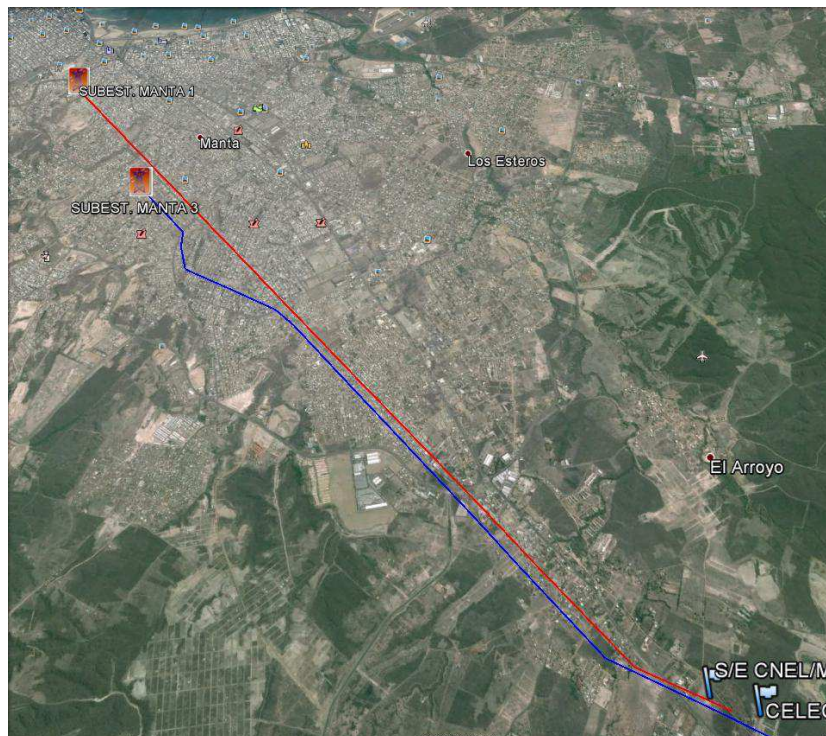
En este contexto se describen aquellos puntos del tendido de las líneas de subtransmisión a 69 KV M1 y M3 del eje Manta-Montecristi, que tendrían una potencial afectación desde el punto de vista de campos electromagnéticos (CEM), ya sea por la cercanía de las líneas en su punto más bajo a viviendas, paso por centros poblados o franjas de servidumbre insuficientes según la normativa vigente.

Hasta mayo del 2013 el recorrido de las líneas de subtransmisión a 69 KV M1(línea roja) y M3 (línea azul) en el eje Manta-Montecristi era el que se presenta a continuación, habiendo permanecido así el recorrido de la línea M1 desde el año 1967 que entró en operación, es decir por el lapso de 47 años, hasta que fue modificado este trazado en la fecha indicada debido a que con el tiempo

se asentaron viviendas debajo de la misma habiendo estado expuestas a CEM durante todo este tiempo. Cabe indicar que esta línea M1 era la que mayormente pasaba por sectores densamente poblados y por encima de viviendas en buena parte de su recorrido.

Así también la línea M3 (línea azul) empezó su operación en el año 1980 y también presentaba cierta afectación al pasar por determinadas viviendas en su recorrido, aunque en menor proporción que la línea M1.

Ilustración 1: Trazado hasta mayo del 2013 de líneas a 69 kV M1 y M3 eje Manta-Montecristi



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

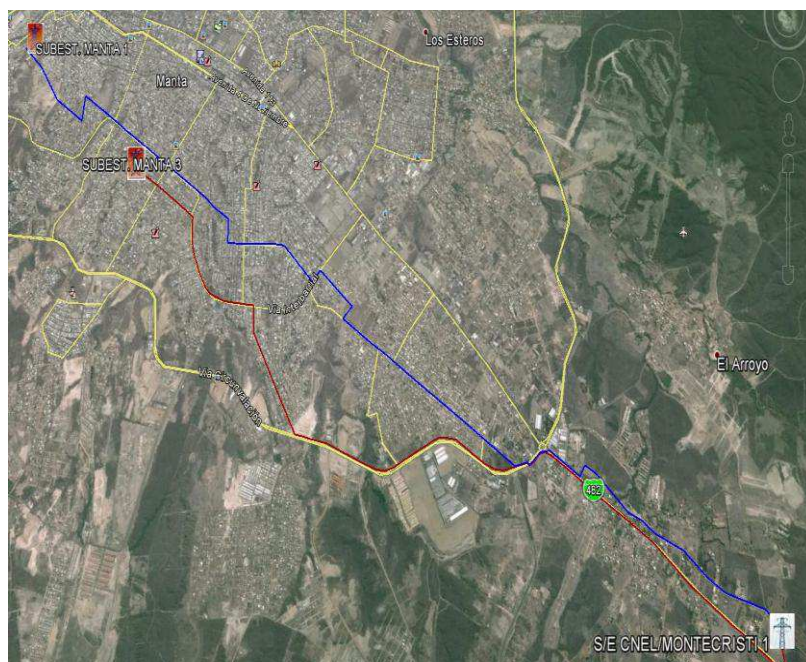
A partir de mayo del 2013 y después de tantos años, con la intervención de CNEL EP –Unidad de Negocio Manabí, este trazado fue modificado en gran parte con lo cual se mejoró grandemente la seguridad hacia las personas, siendo con el actual trazado de las dos líneas a 69 KV M1 y M3 que se ha realizado la presente Tesis de Grado, encontrando todavía puntos donde todavía estas líneas pasan

cerca de viviendas o irrespetando la franja de servidumbre, que según la legislación vigente es de 16 metros para líneas de 69 KV.

Estos puntos especialmente, se encontraron en la Parroquia Colorado del Cantón Montecristi en la vía principal Montecristi- Manta, así como en la Vía Interbarrial, Barrio 15 de Abril, Barrio 26 de Septiembre, Barrio Santa Ana, Barrio San Pedro, Barrio Bellavista, Barrio Las Cumbres, Barrio Altos del Jocay, y Barrio Miraflores del Cantón Manta.

En la siguiente gráfica se observa el trazado actual de las líneas a 69 kV M1 y M3 Manta- Montecristi.

Ilustración 2: Trazado a partir de mayo del 2013 de líneas a 69 KV M1 y M3 eje Manta-Montecristi



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

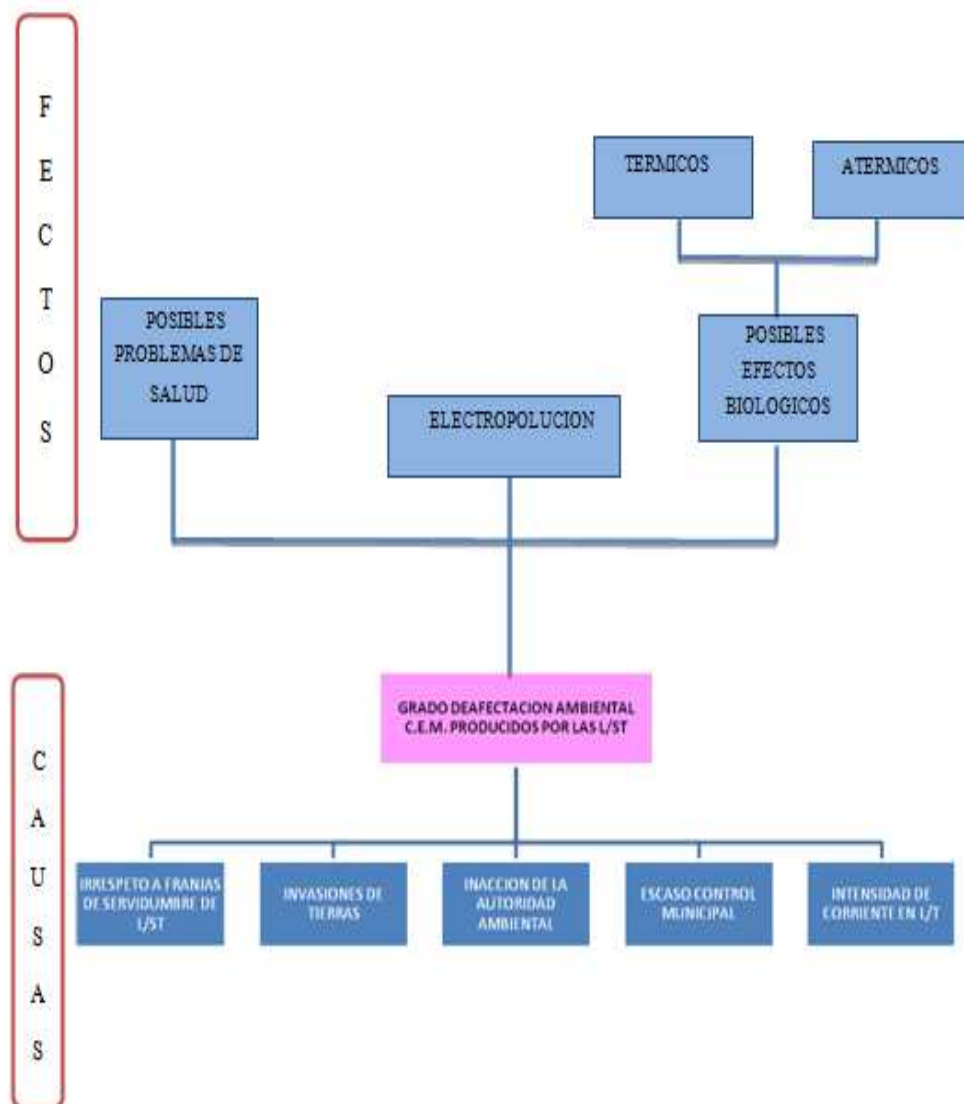
1.2 ANALISIS CRÍTICO

Mediante la metodología del árbol de problemas que utiliza una relación de tipo causa-efecto, se presenta una visualización de la problemática de la afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia producida por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi y los

potenciales riesgos a la salud pública; aspecto que se determinará mediante mediciones en el sitio.

Árbol de Problemas

Ilustración 3: Árbol de Problemas “Campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi”



Elaboración: Autor

De acuerdo a lo indicado en el árbol de problemas, se establece dentro de las causas para la afectación ambiental por campo electromagnético (CEM), el hecho que los conductores eléctricos energizados y que transportan corriente, son fuentes a la vez de campos eléctricos al ser el soporte de cargas eléctricas, y de campos magnéticos al estar dichas cargas en movimiento. El campo magnético aparece típicamente en el entorno de conductores donde circulan corrientes eléctricas, que son entonces las principales fuentes de campos magnéticos. A una distancia dada de un conductor, la intensidad del campo será mayor cuanto mayor sea la intensidad de la corriente en dicho conductor.

A su vez se establecen como causas importantes, el irrespeto a las franjas de servidumbre de las líneas de subtransmisión que para 69 KV es de 16 metros (8 metros a cada lado del eje), las invasiones de tierras, el escaso control municipal y la falta de seguimiento de la Autoridad Ambiental. Es decir, estas causas ya corresponden a controles inadecuados o inexistentes de la autoridad y también por la cultura de la población que al asentarse debajo de las líneas o muy cerca de ellas se exponen a un mayor grado de afectación ambiental por CEM.

Estas causas determinan unos efectos, traducidos en que los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) producidos por las líneas eléctricas de alta tensión contribuyen a la electro polución o contaminación electromagnética, así como posibles efectos sobre la salud y efectos biológicos térmicos y atérmicos.

1.3 PROGNOSIS

Es importante señalar que la problemática de la de la afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia producida por las líneas de subtransmisión a 69KV en el eje Manta-Montecristi, es necesario entenderla y tomar acciones inmediatas traducidas en medidas predictivas, preventivas o correctivas que subsanen una potencial afectación a la salud pública, en especial a las personas que se encuentran directamente expuestas a los CEM en la zona de influencia de las líneas eléctricas y subestaciones, antes descritas.

Los campos electromagnéticos y sus posibles efectos sobre la salud humana constituyen un tema de creciente preocupación en la sociedad, y que involucra directamente a las empresas de energía eléctrica y de telecomunicaciones, a las universidades, los entes reguladores, municipalidades, etc., vistas las primeras como los principales agentes de producción de estos campos, y los otros como responsables de determinar la normativa que los operadores deben cumplir.

Se trata de una temática compleja, donde el conocimiento científico no ha dicho aún la última palabra, pero donde existe ya un cúmulo importante de información elaborada por organizaciones científicas internacionales de primer nivel (OMS, ICNIRP, IARC), que ha resultado en gran número de publicaciones donde se establecen y fundamentan criterios, recomendaciones y directrices. Es entonces de máxima relevancia que las Instituciones involucradas manejen la información científica disponible tomando como referencia a dichas organizaciones internacionales y sus recomendaciones, de tal forma que a mediano y largo plazo no se tengan consecuencias desconocidas que puedan afectar de alguna u otra manera a la salud de las personas.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo inciden en la salud de las personas, los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia, producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi?

Se presenta el siguiente gráfico que trata de ilustrar la cantidad de exposiciones de CEM a las que nos vemos expuestos todos los días de nuestras vidas en mayor o menor proporción.

Ilustración 4: ¿Afectan a no los Campos electromagnéticos?



Fuente: <http://www.peccem.org/ICE2013.html>

Preguntas directrices

- ¿Cuáles son los valores de los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia producida por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi?
- ¿Cuál es el nivel de conocimiento sobre los campos electromagnéticos, que tienen las personas ubicadas cerca del recorrido de las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi?
- ¿Qué tipo de problemas observan, perciben o sienten las personas ubicadas cerca del recorrido de las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi?
- ¿Qué tipo de problemas de salud tienen las personas ubicadas cerca del recorrido de las líneas de subtransmisión a 69 VV en el eje Manta-Montecristi?
- ¿Qué acciones ha tomado la empresa distribuidora de electricidad CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí o el Ministerio del Ambiente, para minimizar

posibles riesgos a las personas en recorrido de las líneas de subtransmisión a 69KV en el eje Manta-Montecristi?

1.5 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

En este punto se establecerá la delimitación del contenido, la delimitación espacial y la delimitación temporal de la siguiente manera:

Delimitación del contenido

Campo: Contaminación Ambiental por Campos Electromagnéticos (CEM)

Área: Campos Electromagnéticos asociados a líneas eléctricas y subestaciones.

Aspecto: Determinación de la afectación ambiental por CEM a la salud de las personas.

Delimitación espacial

La investigación se realizará en puntos estratégicos a lo largo de las líneas de subtransmisión M1 y M3 a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, en una longitud aproximada de 20 kilómetros.

Delimitación temporal

El trabajo de investigación se realizó en el período julio a diciembre del 2013 en lo concerniente a recorridos de campo. Entre mayo y agosto del 2014 lo correspondiente a encuestas y mediciones de campo electromagnético CEM.

1.6 JUSTIFICACIÓN

El tema de tesis a investigar se justifica plenamente por los siguientes aspectos:

Es de interés social y novedoso ya que hasta el momento en la Provincia de Manabí no se han realizado estudios de campos electromagnéticos producidos por líneas de subtransmisión y así conocer cuál es el impacto que tienen las líneas eléctricas de alta tensión de baja frecuencia (60 Hz) y sus posibles implicaciones en la salud pública. La empresa CNEL EP-Unidad de Negocios Manabí por

exigencias de la Normativa Ambiental si ha realizado mediciones de campo electromagnético pero a nivel de subestaciones eléctricas, mas no de los campos electromagnéticos producidos por las líneas de subtransmisión de su sistema eléctrico de potencia, lo cual también es requerida por la Normativa correspondiente.

La presente tesis de Grado es especialmente importante, porque en buena parte del recorrido de las líneas de subtransmisión M1 y M3 a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, existen muchas viviendas que por años están y estuvieron expuestas a una potencial afectación por los campos electromagnéticos CEM, lo cual se demuestra con la siguiente evidencia gráfica.

Ilustración 5: Sector Cdla. La Paola- Cantón Montecristi, líneas de 69 KV sobre viviendas y sin respetar franja de servidumbre



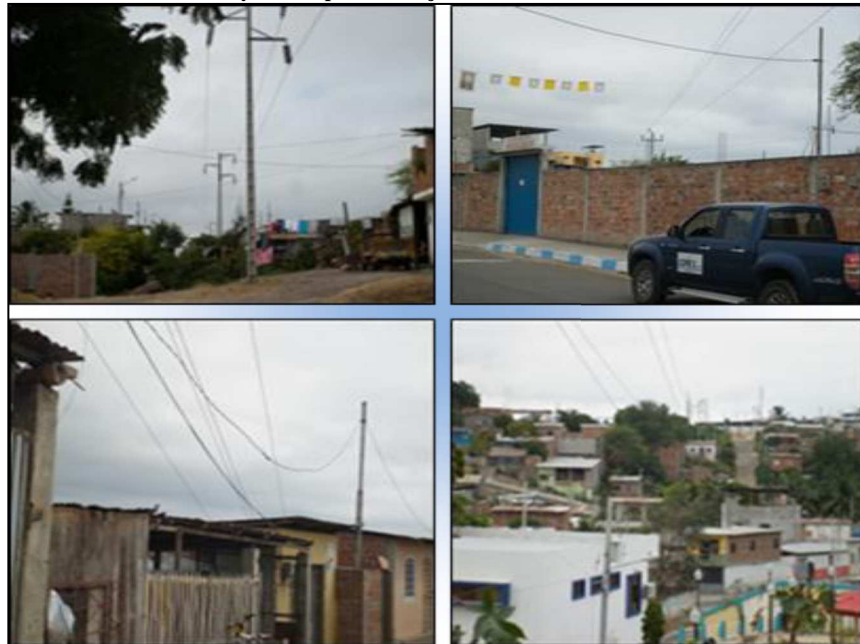
Fuente: Autor

Ilustración 6: Ciudadela Leonidas Proaño- Cantón Montecristi, líneas de 69 KV sobre viviendas y sin respetar franja de servidumbre



Fuente: Autor

Ilustración 7: Barrio 15 de Abril, 26 de Septiembre, Santa Ana, Vía Interbarrial, Cantón Manta, líneas de 69 KV sobre viviendas y sin respetar franja de servidumbre



Fuente: Autor

Además el estudio propuesto en esta Tesis es totalmente factible de realización ya que a través de equipos de medición especializados para medir campos electromagnéticos, se obtendrá en forma inmediata los resultados con pequeñísimos márgenes de error que dependerán básicamente del aparato, ya que estas mediciones seguirán el Protocolo de Medición de la IEEE Standart 644 - 1994 establecido para este fin específico.

Esta investigación también se justifica por la necesidad de que sea la Universidad por la responsabilidad social que tiene, quien impulse Tesis Ambientales de este tipo que den como resultado el conocimiento de los valores de CEM producidos por el sistema eléctrico de subtransmisión y subestaciones de la empresa distribuidora de electricidad, y verificar los potenciales peligros a la salud pública, así como las propuestas de mejoramiento en la Normativa Ambiental vigente.

1.7 OBJETIVOS

1.7.1 Objetivo General:

Determinar el grado de afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, considerando la normativa ambiental vigente a nivel nacional e internacional.

1.7.2 Objetivos Específicos:

1. Realizar la medición de campos eléctricos y magnéticos con equipos especializados, en los sitios donde se observe el efecto acumulativo con otras fuentes de radiaciones no ionizantes de 60 Hz, y donde además se identifique la presencia de asentamientos humanos en sus proximidades.
2. Verificar y comparar que los valores de dichos campos se encuentren en cumplimiento con los valores máximos permisibles establecidos en la Tabla 1 y Tabla 2 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos, Anexo 10 del Libro VI del TULSMA.

3. Identificar los potenciales riesgos de afectación a la salud pública en los sitios cercanos a asentamientos humanos donde se observe el efecto acumulativo de las líneas de subtransmisión con otras fuentes de radiaciones no ionizantes de 60 Hz.
4. Proponer una mejora en la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos vigente en el Ecuador, Anexo 10 del Libro VI del TULSMA; en base a los lineamientos de los Principios de Prevención y Precaución en materia ambiental.

CAPITULO II

2. MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIOS QUE SIRVEN DE BASE INVESTIGATIVA

Referente a los antecedentes de estudio sobre el tema, debe indicarse que existen diversas investigaciones biomédicas que han señalado efectos de los campos electromagnéticos de baja frecuencia sobre la glándula pineal, la melatonina, la barrera hematoencefálica, el transporte de iones intercelular, sobre el sistema endocrino y la fijación del yodo, alteraciones de los ritmos circadianos de sueño y vigilia, etc.

En 1979 los estudios de los doctores Wertheimer y Leeper detectaron una excesiva mortalidad de cáncer en niños que vivían en hogares expuestos a campos electromagnéticos.

El estudio del Instituto Karonliska de Estocolmo, dirigido por M. Feychting y A. Ahlbom¹, mostró un incremento en la incidencia de leucemia infantil en viviendas situadas a menos de 50 m de las líneas de transporte a alta tensión y un aumento del riesgo por encima de niveles de 0.2 micro teslas de campo magnético.

En 1997 un estudio en adultos de C.Y. Li y col² mostró un incremento en la incidencia de leucemia en viviendas situadas a menos de 100 metros de líneas de transporte a alta tensión. En junio de 2001 el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer, organismo de la OMS especializado en el cáncer, clasificó los campos magnéticos de baja frecuencia como *"posible carcinógeno para el hombre"* (nota descriptiva N° 263 de la OMS, publicada en octubre de 2001).

¹ *Magnetic fields and cáncer in children residing near Swedish high-voltage Power Lines. Am J Epidem* 7:467-481, 1993

² *Residential exposure to 60-Hertz magnetic fields and adult cancers in Taiwan. Epidemiology* 8:25-30, 1997)

Investigadores del Departamento de los Servicios de Salud de California (DHS) realizaron una revisión en 2002, de los estudios sobre posibles problemas para la salud de los campos eléctricos y magnéticos (CEM), concluyendo que la evidencia sobre leucemia infantil debiera de pasar de clasificación 2B (posible cancerígeno) a la categoría 1 (cancerígeno), en la clasificación de la Agencia Internacional de Investigación sobre el Cáncer.

En el 2005, el estudio del Grupo de Investigación sobre Cáncer Infantil de la Universidad de Oxford, realizado sobre 29.081 niños/as con cáncer (incluidos 9.700 con leucemia) señala un aumento significativo del riesgo de cánceres en relación a la distancia de líneas eléctricas.

El profesor Darío Acuña Castroviejo, Catedrático de Fisiología Médica de la Universidad de Granada, investigador de su Instituto de Biotecnología, coeditor del Journal of Pineal Research, en su informe elaborado³, señala en sus conclusiones finales que es recomendable que *"la instalación de centrales eléctricas generadoras de tal radiación electromagnética debe alejarse lo más posible de la población de riesgo"*, en este sentido, señala que *"deben tomarse medidas serias para disminuir su exposición a los campos electromagnéticos..."*. Tales medidas deben ir *"enfocadas a disminuir la exposición en colegios y guarderías, así como en cualquier otra localización donde los niños permanezcan una parte importante del día"*. El informe explica cómo la exposición a campos electromagnéticos de baja frecuencia incrementa la producción de radicales libres en el organismo y disminuyen las defensas antioxidantes.

En junio de 2007, la Organización Mundial de la Salud (OMS) invitó a sus países miembros a tomar medidas contra las emisiones de campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia de las líneas de alta tensión, citando la posible relación entre los CEM y la leucemia infantil, según una fuente ligada a la organización. Aunque la OMS no ha tenido como prioridad específica la reducción de la

³ Informe científico sobre los efectos de los campos electromagnéticos en el sistema endocrino humano y patologías asociadas" (2006)

exposición a CEM, sostiene que estudios estadounidenses y japoneses indican que el riesgo de desarrollar una leucemia infantil es doble si los niños/as están expuestos de una manera constante a emisiones superiores a 0.3-0.4 micro teslas⁴.

En el informe Biolnitiative Report (2008), Zoreh Davanipour y Gene Sobel llegaron a la conclusión de que existe "*fuerte evidencia epidemiológica*" de que los campos magnéticos son un factor de riesgo para la enfermedad de Alzheimer. En noviembre de 2008, un nuevo estudio residencial de la Universidad de Berna (Suiza) de los investigadores Huss, Anke y otros, concluye que las personas que viven en un radio de 50 metros de una línea de alta tensión tenían más probabilidades de morir con la enfermedad de Alzheimer, cuanto más tiempo vivían cerca de una línea eléctrica de 220-380kV, mayor es el riesgo. Después de 15 años, las probabilidades de morir de la enfermedad de Alzheimer se doblan en porcentaje⁵.

En enero de 2009, el Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR) de la Comisión Europea en su informe "*Efectos sobre la salud por exposición a Campos Electromagnéticos*" llega a las conclusiones siguientes:

- Los pocos nuevos estudios epidemiológicos y en animales que se han ocupado de la exposición a CEM de baja frecuencia y el cáncer no cambian la anterior evaluación de que los campos magnéticos de frecuencias extremadamente bajas son un posible carcinógeno, y que podrían contribuir a un aumento de la leucemia infantil.

- Nuevos estudios epidemiológicos indican un posible aumento en la enfermedad de Alzheimer derivados de la exposición a CEM de

⁴ Agencia Kyodo TSUKUB A, Japón, 17 junio 2007.

⁵ Huss, Anke et alii: *Residence Near Power Lines and Mortality From Neurodegenerative Diseases: Longitudinal Study of the Swiss Population. American Journal of Epidemiology*, 2009 169 (2):167-175).

frecuencias extremadamente bajas. Son necesarias más investigaciones epidemiológicas y de laboratorio en este sentido.

- Recientes estudios en animales indican efectos sobre el sistema nervioso en densidades de campos electromagnéticos entre 0,10-1,0 micro teslas. Sin embargo, todavía hay inconsistencias en los datos y no hay conclusiones definitivas que se puedan extraer en relación con la salud humana.

En Italia, un estudio de Lucia Fazzo et al. (2009) sobre la morbilidad en un distrito de Roma señala que los cánceres primarios aumentaron significativamente entre los sujetos con más de 30 años de residencia y latencia. Se observó en los sujetos en la sub-zona de mayor exposición a CEM un aumento significativo para todos los cánceres, primarios y secundarios, y un aumento del doble en las enfermedades isquémicas.

Sobre la base de estos estudios y otros de más reciente data que forman parte del marco teórico de la presente Tesis de Grado, se tratará de obtener conclusiones y recomendaciones que partirán de los resultados de las mediciones de campo, y que sean concordantes con los objetivos propuestos de esta investigación.

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

El enfoque de esta investigación se basará en el paradigma crítico-propositivo; crítico por cuanto analizará en base a mediciones y encuestas una situación técnica ambiental como es la afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) producida por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, y propositivo porque busca plantear una alternativa de solución a la problemática investigada.

En la fundamentación sociológica, en nuestra sociedad actual es clave la interacción social de la Universidad y la Comunidad a efectos de que mediante el conocimiento aplicado se puedan lograr mejores estándares de vida mediante el

análisis crítico de la problemática, que en este caso particular se propone investigar.

Para la construcción del conocimiento sobre el problema objeto del estudio se tiene una información importante del autor de esta Tesis de Grado con experiencia de 24 años en el sector eléctrico, quien será un ente activo durante la investigación, así como datos reales de las características de las zonas a evaluar (radio de acción de líneas de subtransmisión y subestaciones eléctricas), además se basará en una eficiente comunicación, observación e interacción que coadyuven en la comprensión del problema y en su interrelación con el contexto económico, social y cultural.

Este proceso de investigación para la construcción del conocimiento sobre el problema objeto de estudio, se fundamenta en valores como: honestidad, responsabilidad, veracidad, cordialidad, respeto y solidaridad, que permitirán interactuar de una manera ética-profesional en el medio a investigar y realizar la investigación de una manera seria, transparente y eficiente.

2.3 FUNDAMENTO TEÓRICO A PARTIR DE LAS CATEGORÍAS BÁSICAS

Formulación del problema

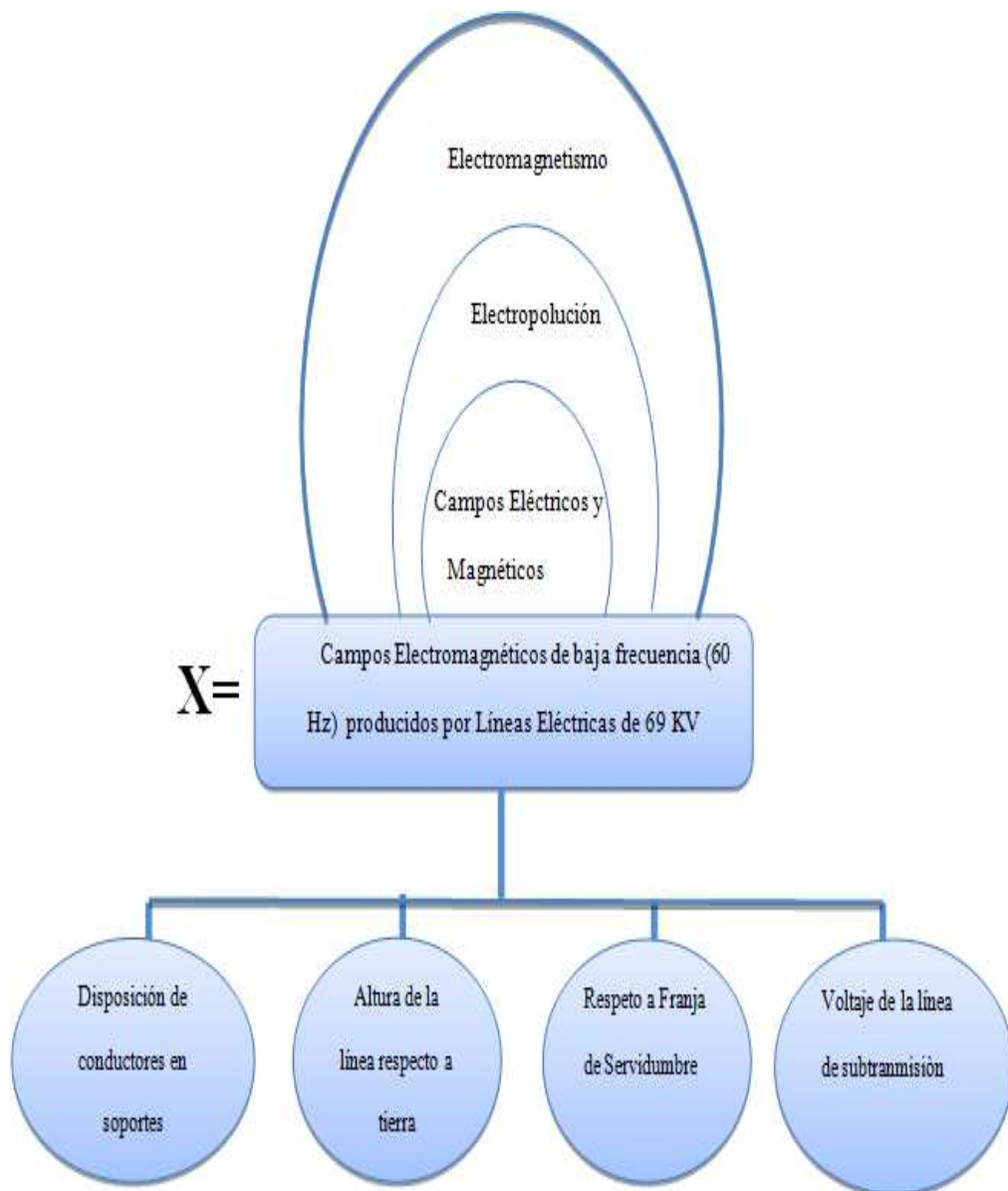
¿Cómo inciden en la salud de las personas, los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi?

X = Variable Independiente= Campos electromagnéticos de baja frecuencia (60 Hz)

Y = Variable Dependiente= Salud de las personas

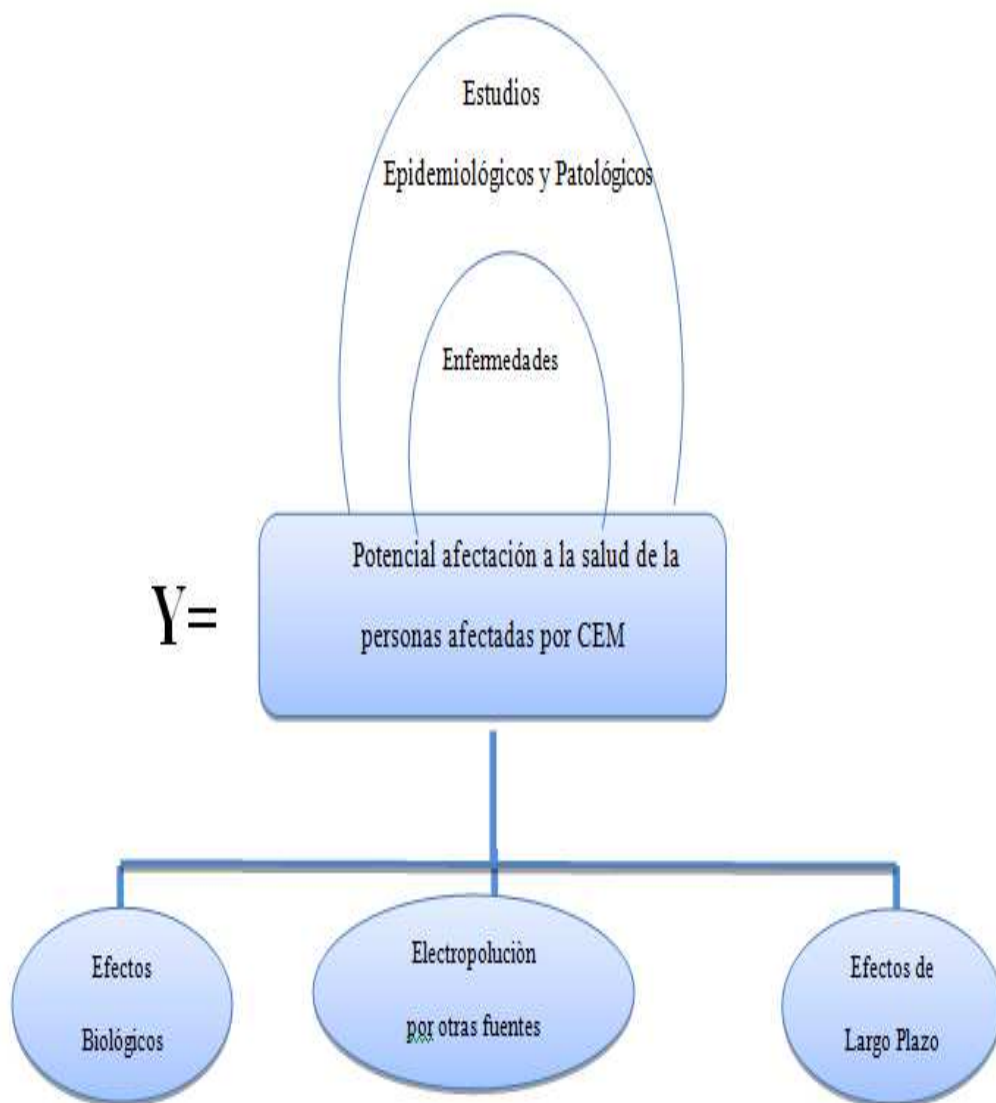
Con estas consideraciones, se define la categorización de las variables dependientes e independientes y todo el fundamento teórico de la problemática que aborda la presente Tesis de Grado.

Ilustración 8: Categorización de la Variable Independiente



Elaboración: Autor

Ilustración 9: Categorización de la Variable dependiente



Elaboración: Autor

Conceptos Básicos a considerar para entender la problemática.

Campo Eléctrico

El campo eléctrico E es un campo que origina fuerzas que actúan sobre las cargas eléctricas y que a su vez se produce en presencia de cargas eléctricas. En presencia de una carga eléctrica se producen campos eléctricos, los cuales se representan por la letra E .

Los campos eléctricos existen espontáneamente en la naturaleza como consecuencia de las diferencias de tensión entre la atmósfera y el suelo o entre diferentes partes de la atmósfera.

Toda instalación eléctrica energizada, es decir mantenida a una tensión o voltaje no nulo, tiene un campo eléctrico asociado. En tensión alterna el campo eléctrico es variable con el tiempo, a la misma frecuencia de la tensión aplicada. Para campos eléctricos variables, la intensidad que se toma a los efectos prácticos de evaluación de sus efectos es el valor eficaz o rms (root mean square = raíz cuadrada del valor medio del cuadrado de la intensidad), en lugar del valor instantáneo.

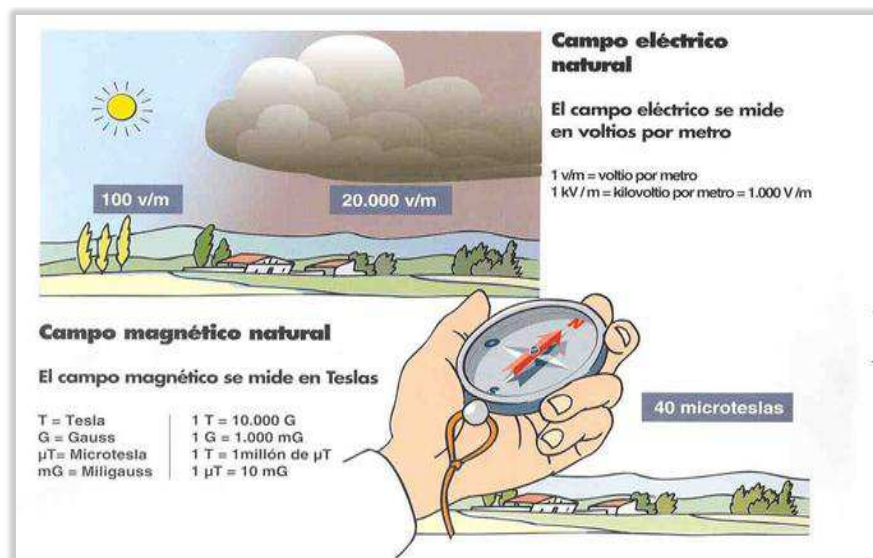
La intensidad E del campo eléctrico E se mide en Volts por metro (V/m), o múltiplos como kilo Volts por metro ($1 \text{ KV/m} = 10^3 \text{ V/m}$). Cuanto mayor sea la tensión del conductor mayor será la intensidad de dicho campo eléctrico a una determinada distancia. Dicha intensidad disminuye rápidamente con la distancia, aunque para las distribuciones de cargas que resultan de las complejas geometrías de las instalaciones eléctricas típicas no puede en general afirmarse que la disminución sea con el cuadrado de la distancia. Sin aumentar la distancia a una instalación, la intensidad del campo eléctrico también puede ser disminuida eficazmente mediante el empleo de diversas técnicas de apantallamiento, empleando combinaciones de materiales conductores y aislantes de la electricidad.

Los mayores campos eléctricos suelen encontrarse debajo de las líneas de transmisión en Alta Tensión y Extra Alta Tensión. Cuando los conductores están enterrados en el suelo (cables subterráneos), aun cuando se trate de instalaciones en Alta Tensión, los campos eléctricos generados casi no pueden detectarse en la superficie.

En mayor o menor medida, la mayoría de los materiales empleados en la construcción son aislantes, lo que junto con las prácticas usuales de puesta a tierra en las instalaciones eléctricas, hacen que en el interior de viviendas y oficinas, la intensidad de los campos eléctricos sea muy baja.

Asimismo, existe un campo eléctrico natural establecido entre la ionosfera y la superficie terrestre, cuyos valores pueden variar desde los 100 V/m en días de buen tiempo hasta los 20 KV/m en días de tormenta.

Ilustración 10: Campo Eléctrico y magnético natural



Fuente: Red Eléctrica de España (REE).

Campo Magnético⁶

El campo magnético B es también un campo de fuerzas que aplican a cargas eléctricas. A diferencia del campo eléctrico que aparece con la sola presencia de cargas eléctricas, para originarse un campo magnético se requiere el movimiento de al menos alguna carga eléctrica.

El campo magnético aparece típicamente en el entorno de conductores donde circulan corrientes eléctricas, que son entonces las principales fuentes de campos magnéticos. A una distancia dada de un conductor, la intensidad del campo será mayor cuanto mayor sea la intensidad de la corriente en dicho conductor. Si las corrientes varían con el tiempo, como en el caso de corrientes alternas, los campos magnéticos creados también son alternos, de misma frecuencia.

En el caso más sencillo e ideal de distribución de corriente (corriente en un conductor rectilíneo de longitud infinita) se puede demostrar que la intensidad del campo magnético es inversamente proporcional a la distancia al conductor. En las instalaciones reales, donde los circuitos eléctricos presentan una disposición geométrica compleja, aunque no es fácil establecer leyes de variación de la intensidad del campo con la distancia, siempre se tiene una marcada disminución de la intensidad del campo magnético con la distancia a las fuentes del mismo.

La intensidad B del campo B se expresa empleando indistintamente dos unidades: el Tesla (T) que es la unidad del Sistema Internacional (SI), o el Gauss (G) que es una unidad anterior al SI, pero todavía muy empleada.

La equivalencia entre ambas es $1 \mu\text{T} = 10 \text{ mG}$.

A diferencia de lo que sucede con el campo eléctrico, no existen materiales que cumplan el rol de "aislantes" del campo magnético, ni tampoco procedimientos pasivos de apantallamiento de efectividad comparable, tanto del punto de vista

6

https://www.google.com.ec/?gfe_rd=cr&ei=SBZ_VJisB5DAqAWKo4CgDQ&gws_rd=ssl#q=campos+electromagneticos+y+salud+humana+uruguay

técnico como económico. Por lo tanto, la principal medida práctica de mitigación del campo magnético consiste en incrementar la distancia a las fuentes del mismo.

Existe un campo magnético natural, continuo, el magnetismo terrestre, creado por la rotación de la Tierra (y de las cargas eléctricas de su interior) que puede variar entre valores de 270 mG en el Ecuador y de 670 mG en los Polos.

Campos Electromagnéticos

Los conductores eléctricos energizados y que transportan corriente así como las antenas, son fuentes a la vez de campos eléctricos al ser el soporte de cargas eléctricas, y de campos magnéticos, al estar dichas cargas en movimiento. Por este motivo, se habla de campo electromagnético (CEM, o EMF en inglés), al estar en presencia simultánea de ambos campos. Por ejemplo, las líneas de transmisión y las de distribución de energía eléctrica, así como las antenas son generadoras de estos campos electromagnéticos: servicios de Radiodifusión de AM, FM, TV, telefonía celular, móviles celulares, dispositivos de UHF, VHF, radioaficionados, etc.

A su vez los campos electromagnéticos variables en el tiempo, transportan energía, y son capaces de inducir campos eléctricos, corrientes, y campos magnéticos sobre otros cuerpos y objetos de su entorno.

Son caracterizados por dos parámetros: la amplitud o intensidad y la frecuencia. Se relaciona con la frecuencia y la velocidad por la expresión:

$$V = f \times \lambda$$

λ , Longitud de onda electromagnética, se expresa en metros

V, en el espacio libre, la velocidad de una onda electromagnética es igual a la velocidad de la luz. 3×10^8 m/s

La energía que transmite una onda electromagnética depende linealmente de su frecuencia. Si la frecuencia/energía es suficientemente elevada la onda puede afectar al material genético de las células, el ADN, produciendo mutaciones e iniciando un proceso cancerígeno. Sin embargo, el sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja 60 Hz, conocida como 'frecuencia industrial'. Por lo tanto, los campos de frecuencia industrial son muy poco energéticos e incapaces de afectar al material genético de las células, por lo menos en el corto plazo.

Electropolución o Contaminación Electromagnética

Es el conjunto de todas aquellas ondas electromagnéticas y radiaciones, muchas veces nocivas, que tienen su origen en los diversos aparatos e instalaciones eléctricas o electrónicas, y que se encuentran dispersas en nuestro entorno.

Clasificación de campos electromagnéticos.

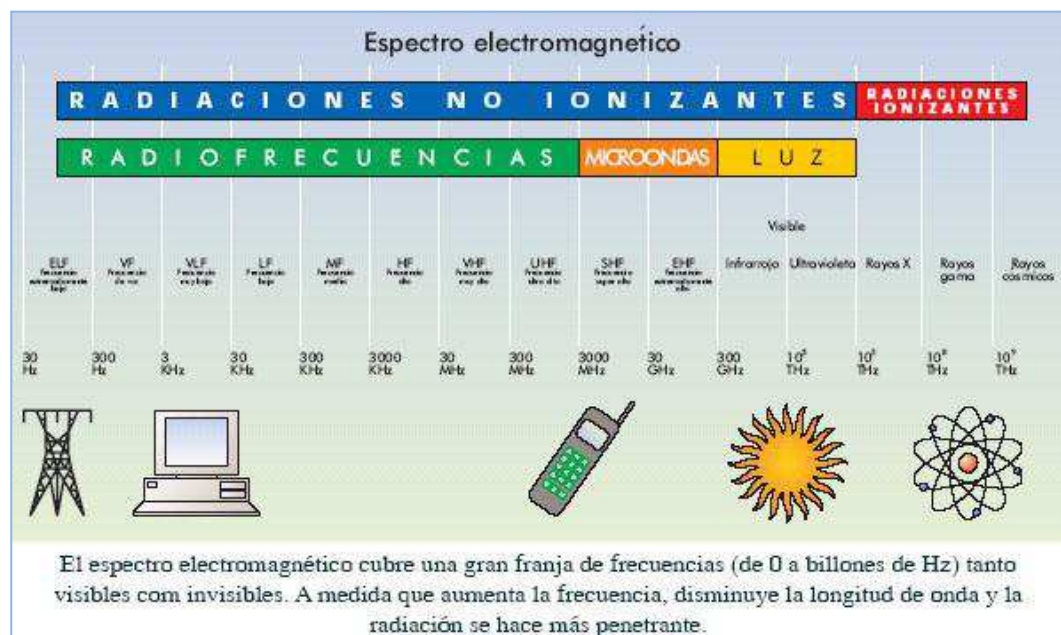
Los campos electromagnéticos se clasifican de acuerdo a su frecuencia en:

- CEM de baja frecuencia y extremadamente baja o frecuencia industrial (desde 3 hasta 300 Hz), que son los producidos por las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica, redes de telefonía y por la mayoría de los electrodomésticos.
- CEM de frecuencia intermedia (entre 300 Hz y 10 MHz), que son los producidos por pantallas de computadoras, dispositivos antirrobo y sistemas de seguridad y transmisiones de radio AM.
- CEM de alta frecuencia (entre 10 MHz y 300 GHz), que son los producidos por sistemas de radiodifusión, televisión, hornos de microondas, teléfonos celulares, enlaces de microondas, antenas de radares, en orden creciente de frecuencia.

Espectro Electromagnético

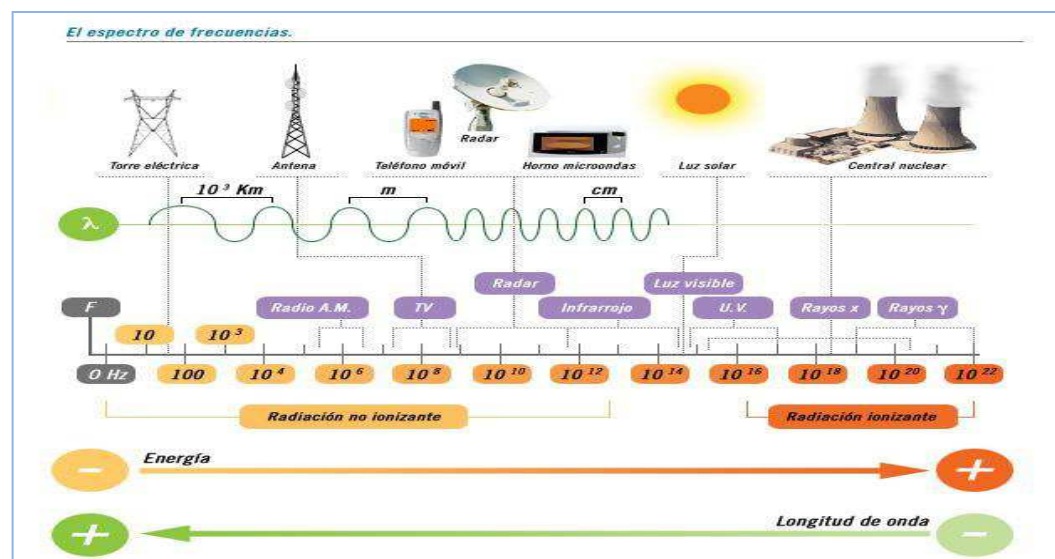
Para comprender la ubicación de las distintas señales electromagnéticas se recurre al llamado espectro electromagnético, que es un concepto en el cual gráficamente las radiaciones se pueden ver ordenadas por frecuencia.

Ilustración 11: Espectro Electromagnético (Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes)



Fuente: <http://orgones.galeon.com/productos1482263.html>

Ilustración 12: Espectro Electromagnético con relación de energía y longitud de onda.



Fuente: http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/imagenes/EM3.jpg

La presente Tesis de Grado se refiere solamente a las emisiones no ionizantes, con frecuencias de 60 Hz que son los producidos por las redes de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Tasa de absorción específica (TAE, o SAR en inglés)

La tasa de absorción específica es la cantidad de energía absorbida por los tejidos por unidad de tiempo y masa. Se mide en W/kg. La TAE (en inglés Specific Absorption Rate SAR), no se puede medir directamente pero se puede establecer que otras magnitudes están relacionadas que producen determinados valores de TAE.

Las Radiaciones Electromagnéticas

Cuando se estudian los efectos biológicos de radiaciones electromagnéticas es importante distinguir dos rangos de radiaciones: *ionizantes y no ionizantes*, cuyos mecanismos de interacción con los tejidos vivos son muy diferentes.

Radiaciones Ionizantes

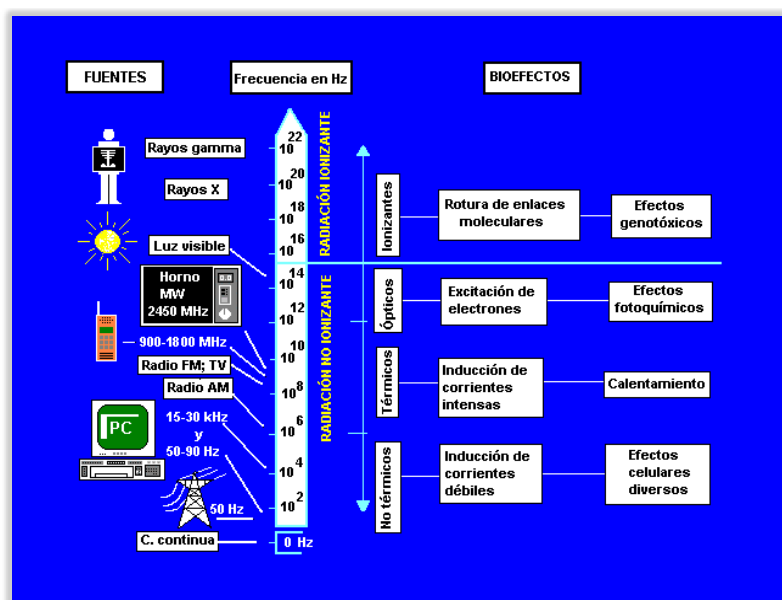
La ionización es un proceso por el cual los electrones son desplazados de los átomos y moléculas. Este proceso puede generar cambios moleculares potencialmente capaces de dar lugar a lesiones en los tejidos biológicos, incluyendo efectos en el material genético (ADN). Para que este proceso tenga lugar es necesaria la interacción con fotones de muy alta energía, como los de los rayos X y rayos gamma. Se dice entonces que los rayos X y los rayos gamma son radiaciones ionizantes, y la absorción de un fotón de estas radiaciones puede originar ionización y el consiguiente daño biológico.

Radiaciones No Ionizantes

Las energías de los fotones asociados con las radiaciones de frecuencias más bajas no son lo suficientemente elevadas como para causar ionización de átomos y moléculas. Es por esta razón que a los CEM de radiofrecuencia, junto con la luz visible, la radiación infrarroja y las radiaciones electromagnéticas de frecuencia extremadamente baja (FEB) se les denomina radiaciones no ionizantes.

Las radiaciones no ionizantes comprenden la porción del espectro electromagnético cuya energía no es capaz de romper las uniones atómicas, incluso a intensidades altas. No obstante, estas radiaciones pueden ceder energía suficiente, cuando inciden en los organismos vivos, como para producir efectos térmicos (de calentamiento) tales como los inducidos por las microondas. También, las radiaciones no ionizantes intensas de frecuencias bajas pueden inducir corrientes eléctricas en los tejidos, que pueden afectar al funcionamiento de células sensibles a dichas corrientes, como pueden ser las células musculares o las nerviosas. Algunos estudios experimentales, realizados generalmente sobre cultivos de células, han mostrado respuestas biológicas a radiaciones no ionizantes demasiado débiles para inducir efectos térmicos o corrientes intensas. Sin embargo, como veremos más adelante, la relevancia de estos resultados en lo que refiere a posibles efectos de los CEM débiles sobre la salud son muy cuestionables.

Ilustración 13: Radiaciones electromagnéticas y sus efectos biológicos en función de la frecuencia de las ondas.



Fuente: Úbeda y Trillo, 1999

Campos Electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia producidos por la Líneas Eléctricas de Transmisión y Subtransmisión.

La energía eléctrica se distribuye desde las estaciones generadoras hasta los núcleos urbanos mediante líneas de transmisión de alto voltaje o líneas eléctricas de alta tensión. Para dar conexión a las líneas de distribución de las viviendas o empresas, el voltaje se ha de reducir mediante transformadores. Los niveles de exposición residencial a estos campos dependen de diversos factores, tales como la distancia a líneas eléctricas, el número y tipo de electrodomésticos empleados en la vivienda, la configuración del cableado eléctrico de la casa, o el tipo de vivienda (unifamiliar, adosada, o apartamento).

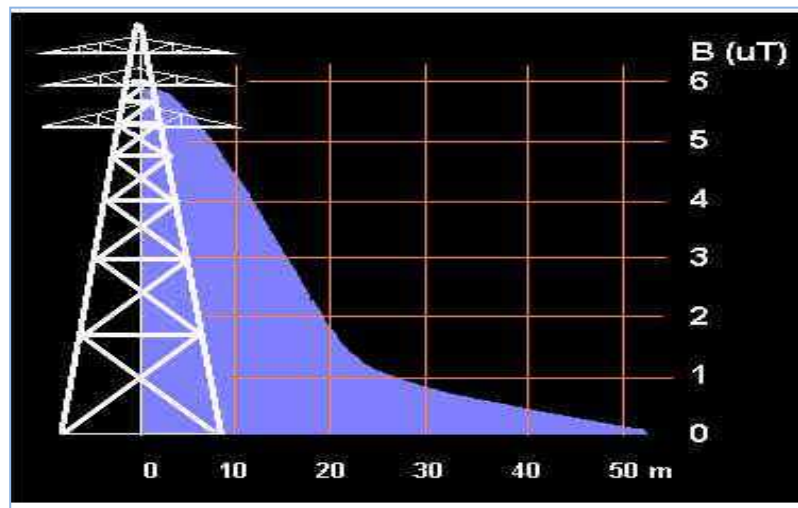
Los técnicos que mantienen las líneas de transmisión y de distribución pueden estar expuestos a campos eléctricos y magnéticos muy intensos. En las estaciones y subestaciones generadoras pueden existir campos eléctricos

superiores a 25 KV/m y campos magnéticos superiores a 2 μT . En las inmediaciones estos valores pueden llegar a ser de 16 KV/m y 270 μT .

Bajo las líneas de transmisión del tendido aéreo, los campos eléctricos y magnéticos pueden llegar a alcanzar los 12 KV/m y los 30 μT , respectivamente.

Los niveles de campo eléctricos e inducción magnética en viviendas situadas a muy pocos metros de líneas de alta y media tensión pueden alcanzar valores promedio de 1 KV/m y 3 μT (microteslas), respectivamente (Fig. 5). Sin embargo, dado que los niveles decaen con la distancia, en viviendas construidas a unas decenas de metros de las líneas, los valores registrados presentan niveles pequeños (menos de 30 V/m y de 0,1 μT).

Ilustración 14: Valores de inducción magnética (en micoteslas μT) medidos a 1 metro de altura sobre el suelo, en las cercanías de una línea de transporte eléctrico (la torre no está representada a escala).



Fuente: Campos Electromagnéticos y Salud Pública (Francisco Vargas y Alejandro Úbeda)

Se observa que los valores de B se reducen significativamente al aumentar la distancia a la línea. Así, en la vertical de la línea, B podría alcanzar valores de hasta 6 μT ; a 15 metros de la línea, B se reduciría a la mitad, y para distancias superiores a 30 metros B estaría en el orden de las décimas del micro tesla. El

Consejo de Ministros de Sanidad de la Unión Europea recomienda que el público no esté expuesto a niveles de B superiores a 100 μ T.

Franja de Servidumbre

Es la franja de terreno que se deja a lo largo de la línea para garantizar que bajo ninguna circunstancia se presenten accidentes con personas o animales o se realicen plantaciones o construcciones, haciéndose necesaria y obligatoria su delimitación.

Restricciones básicas y niveles de referencia

Hay dos clases de guías para establecer límites a exposiciones:

Restricciones básicas

Las restricciones a la exposición a campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo que están basadas directamente en los efectos en la salud, son llamadas "restricciones básicas". Dependiendo de la frecuencia del campo, las cantidades físicas usadas para especificar estas restricciones son la densidad de corriente (J), la tasa de absorción específica de energía TAE y la densidad de potencia (S), Sólo la densidad de potencia, S en el aire, fuera del cuerpo, puede ser rápidamente medida en individuos expuestos.

Niveles de referencia

Estos niveles son proporcionados para propósitos de evaluar en forma práctica las exposiciones para determinar si es probable que las restricciones básicas sean excedidas. Algunos niveles de referencia son derivados de restricciones básicas relevantes usando técnicas de medición y/o computacionales, y algunas están basadas en percepciones y efectos indirectos adversos por la exposición a los CEM. Las cantidades derivadas son la intensidad de campo eléctrico (E), la

intensidad de campo magnético (H), la densidad de flujo magnético (B), la densidad de potencia (S) y las corrientes que fluyen a través de las extremidades (I_L). Las cantidades que están dirigidas a la percepción y otros efectos indirectos son las corrientes de contacto (I_c) y, para campos pulsantes, la absorción de energía específica (SA). En cualquier situación de exposición particular, los valores medidos o calculados de cualquiera de estas cantidades pueden ser comparados con el nivel de referencia apropiado. Respetar los niveles de referencia asegurará que se respeten las restricciones básicas relevantes. Si los valores medidos o calculados exceden los niveles de referencia, no necesariamente son excedidas las restricciones básicas. Sin embargo, siempre que un nivel de referencia sea excedido, es necesario evaluar el cumplimiento de la restricción básica relevante y determinar si son necesarias medidas de protección adicionales.

Efectos directos e indirectos de los campos eléctricos y magnéticos, mecánicos de acoplamiento con el cuerpo.

Los campos electromagnéticos variables en el tiempo, influyen en el organismo humano así como en cualquier otro cuerpo o material que contenga cargas eléctricas. Esto es consecuencia de los mecanismos y leyes físicas de inducción electromagnética y de propagación de ondas electromagnéticas. Así se pueden generar campos eléctricos y corrientes inducidas en el cuerpo humano, las que interactúan eventualmente con las cargas eléctricas preexistentes y las micro-corrientes eléctricas debidas a las reacciones químicas de las funciones corporales normales.

Se denominan **efectos directos** a *“aquellos que resultan de la interacción directa de los campos electromagnéticos con el cuerpo, producida por alguno de los tres siguientes mecanismos⁷”*:

⁷ ICNIRP. 1997

- “La exposición del cuerpo humano a campos eléctricos variables en el tiempo con el cuerpo humano resulta en flujos de cargas eléctricas, es decir corrientes o micro-corrientes eléctricas, en la polarización de la dirección de las cargas y en la reorientación de dipolos eléctricos ya presentes en los tejidos.
- La interacción de los campos magnéticos variables en el tiempo con el cuerpo humano, genera campos eléctricos inducidos en el mismo, y éstos la circulación de corrientes.
- Parte de los campos electromagnéticos externos son reflejados o difractados retornados al exterior del cuerpo y otra parte es absorbida y transformada en calor”.

Para los campos de baja frecuencia asociados a las instalaciones de transmisión y distribución eléctrica operadas a frecuencia industrial (50 o 60 Hz), los dos primeros mecanismos de interacción pueden producir efectos biológicos medibles, mientras que según el tercer mecanismo la densidad de energía irradiada es generalmente muy débil y produce una absorción de energía en el cuerpo humano que es insignificante, con un eventual incremento de temperatura superficial que resulta inmedible por su pequeñez.

Este tercer mecanismo se presenta en las frecuencias mayores, desde unos pocos kHz hasta los 300 GHz. Los servicios que se encuentran en esta categoría son la radiodifusión de AM, FM, Televisión, servicios de telefonía móvil y datos inalámbricos.

Se denominan **efectos indirectos** a aquellos que no involucran a los mecanismos indicados y que resultan de:

- * Corrientes de contacto cuando el cuerpo humano entra en contacto físico con

un objeto situado a un potencial eléctrico diferente al del cuerpo.

- * Efectos sobre los dispositivos médicos que pueda eventualmente portar una persona.

Efectos biológicos y sobre la salud. Estudios epidemiológicos y de laboratorio

“Los efectos biológicos son respuestas medibles a un estímulo, mientras que un efecto sobre la salud es aquel que ocasiona una disfunción detectable de la salud de la persona expuesta o de la de sus descendientes⁸”. En tal sentido es importante destacar que no todos los efectos biológicos son generadores de un efecto perjudicial sobre la salud, es decir nocivos para la salud.

Los estudios científicos se valoran de acuerdo a la Difusión, la Calidad y la Consistencia. La difusión toma en cuenta en qué publicación internacional fue publicado y con qué revisión externa cuenta dicha publicación. La calidad considera el tamaño de la muestra considerada, la independencia geográfica y genética de la población considerada. La consistencia refiere a que esos estudios hayan sido replicados con los mismos resultados por otro grupo de científicos.

Los estudios epidemiológicos permiten establecer la relación entre las causas de la enfermedad y la influencia de éstas sobre el surgimiento de la enfermedad, es decir que buscan determinar la existencia de una asociación estadística entre una o varias causas presumidas y patologías conocidas. En el caso particular de los campos electromagnéticos se ha realizado un gran número de estudios epidemiológicos, a nivel mundial, a los efectos de determinar la posible correlación entre la exposición a campos electromagnéticos y efectos perjudiciales sobre la salud.

⁸ OMS. 2003

Estos estudios se realizan por observación del número de casos (personas que presentan una determinada enfermedad) y del número de controles (personas con características similares a las de los casos y que no tienen la enfermedad). Dentro de cada grupo se determina la relación que estuvo bajo la acción de un determinado agente. Si ambas relaciones son iguales se concluye que no existe asociación, si es mayor la relación de casos que de controles se determina que existe una asociación positiva y por ende un riesgo relativo mayor (riesgo relativo definido como el cociente entre ambas relaciones), y en caso contrario se concluye que la asociación es negativa (riesgo relativo menor que 1). La asociación será más fuerte cuanto mayor sea el riesgo relativo y más débil e insignificante al acercarse al valor 1. Se considera que una asociación es fuerte cuando el riesgo relativo es de 5 o superior.

Estos estudios permiten sugerir una correlación estadística, pero normalmente no permiten determinar la existencia de una relación causa-efecto, dado que los estudios se realizan por observación sin intervenir en el desarrollo de los acontecimientos. Algunas de las limitaciones de estos estudios son la reproducibilidad de los mismos, la influencia de otros agentes, la dificultad de tener un registro exacto de la dosis a que fue sometido el grupo bajo cuestión, y por ende están sujetos a la existencia de factores de confusión y sesgos.

“Si como resultado de un estudio epidemiológico se sugiere la existencia de una asociación, fundamentalmente si la misma es leve, resulta necesario obtener pruebas que demuestren que el agente bajo estudio es la causa”⁹.

El objetivo de los estudios de laboratorio es establecer los mecanismos básicos que relacionan la exposición a campos electromagnéticos con efectos biológicos, así como investigar las relaciones dosis respuesta. A través de experimentos es

⁹ J. Represa de la Guerra - C. Llanos Lecumberri. 2000)

que se pueden controlar y mantener bajo control todas las variables que están influyendo en el resultado, minimizando de esta forma los factores de confusión.

Los efectos biológicos encontrados por radiaciones no ionizantes se pueden clasificar en térmicos o atérmicos.

Los efectos térmicos son nocivos cuando el calentamiento de los tejidos sobrepasa la capacidad termorreguladora del organismo del individuo expuesto. Se ha encontrado que el aumento de más de 1°C en una persona en reposo es nocivo y esto se corresponde con una TAE de 4W/kg durante 6 minutos.

Las investigaciones de laboratorio sobre modelos celulares y animales, no han demostrado ni efectos teratogénicos ni cancerígenos de la exposición a los niveles atérmicos de CEM de alta frecuencia.

Organizaciones.

La Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), es una organización científica independiente, creada en el Octavo Congreso Internacional de la Asociación Internacional para la Protección contra la Radiación (IRPA) en Montreal en 1992. Esta comisión está formada por expertos científicos independientes, es una organización sin fines de lucro e independiente de la industria, tanto en su personal como en sus fondos de funcionamiento y trabaja en estrecha colaboración con otras organizaciones y agencias nacionales e internacionales relacionadas con la protección de la salud, como, entre otras: la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), y la Asociación Internacional de Protección contra las Radiaciones (IRPA).

Esta organización sustituyó al Comité Internacional para las Radiaciones No Ionizantes (INIRC), creado por (IRPA), en 1974 como grupo de trabajo y convertido finalmente en Comité en 1977.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) es una agencia de la Organización Mundial de la Salud (OMS) especializada en la investigación del Cáncer.

Campos electromagnéticos y cáncer

“Está comprobado que por encima de determinados umbrales, los campos electromagnéticos pueden desencadenar efectos biológicos”¹⁰.

Los efectos de corto plazo (corrientes inducidas en el cuerpo y en objetos) son efectos conocidos y comprobados. Para ellos, las prácticas de ingeniería normalmente adoptadas y las recomendaciones de los límites científicamente fundamentados (como los de la ICNIRP), son más que suficientes para prevenir eventuales efectos en la salud.

“Luego de numerosas investigaciones científicas (en los últimos 30 años se han publicado más de 25.000 artículos), hasta la fecha no hay pruebas que permitan concluir que la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad sea perjudicial para la salud”¹¹.

Pese a la ausencia de pruebas, la existencia de algunos estudios epidemiológicos que sugieren la existencia de una asociación, genera preocupación en la sociedad.

“Cabe destacar que de los estudios epidemiológicos que muestran asociaciones positivas, los mismos presentan resultados que arrojan una débil fuerza de asociación”¹².

Baja Frecuencia

¹⁰ Organización Mundial de la Salud 2003

¹¹ Organización Mundial de la Salud 2003

¹² J.E. MOULDER. 2002.

Los datos sobre el riesgo de cáncer asociado a la exposición a campos de extrema baja frecuencia entre los individuos que viven cerca de líneas de electricidad son al parecer consistentes (es decir muestran el mismo incremento de la incidencia del mismo tipo de cáncer) en indicar un riesgo levemente más alto de leucemia infantil.

Estos estudios sugieren que en una población expuesta a campos magnéticos promedios en exceso de 0,3 a 0,4 μT , el doble de niños podría desarrollar leucemia comparada a una población con exposiciones más bajas. La leucemia infantil se presenta anualmente en 4 de cada 100.000 niños.

Los estudios sin embargo no indican un riesgo semejante para otro tipo de cáncer en niños o de cualquier tipo de cáncer en adultos.

La base para la asociación entre la leucemia infantil y el residir cerca de líneas de energía eléctrica es aún desconocida. En ausencia de una base de estudios de laboratorio, los datos epidemiológicos son escasos para permitir que se establezcan recomendaciones para esta exposición.

En relación a la existencia de efectos subjetivos, como ser dolor de cabeza, este tipo de dolencias no han podido ser correlacionadas con la presencia de campos electromagnéticos, dado que sujetos expuestos no pudieron determinar si el campo estaba o no presente, mientras que las dolencias estaban presentes cuando creían que si estaban expuestos aunque no lo estuvieran.

Resumen de los efectos biológicos y de los estudios epidemiológicos (hasta 100 kHz)

Según la ICNIRP :

“Los estudios de laboratorio en sistemas celulares y animales no han encontrado ningún efecto establecido de los campos de baja frecuencia que indiquen efectos adversos en la salud cuando la densidad de corriente inducida está en o debajo

*de 10 mA/m2. A niveles más altos de densidad de corriente inducida (10-100 mA/m2), más efectos significativos sobre el tejido se han observado consistentemente- por ejemplo cambios funcionales en el sistema nervioso y otros efectos del tejido*¹³.

Los datos sobre el riesgo de cáncer asociado a la exposición a los campos de frecuencia industrial (60 Hz) llamados ELF (extreme low frequency) entre los individuos que viven cerca de líneas de potencia son al parecer consistentes en indicar un riesgo levemente más alto de leucemia en niños, aunque estudios más recientes cuestionan la débil asociación previamente observada. Los estudios, sin embargo, no indican un riesgo semejantemente elevado de cualquier otro tipo de cáncer en la niñez o de cualquier forma de cáncer en adultos.

La medición de respuestas biológicas en estudios de laboratorio y en voluntarios ha proporcionado poca evidencia de efectos nocivos de campos de baja frecuencia en niveles a los cuales las personas están expuestas comúnmente. Una densidad corriente del umbral de 10 mA/m2 en las frecuencias hasta 1 kHz se ha estimado para efectos de menor importancia sobre funciones del sistema nervioso. Entre voluntarios, los efectos más consistentes de la exposición son la aparición de fenómenos visuales y una reducción del ritmo cardíaco durante o inmediatamente después de la exposición a los campos de ELF, pero no hay evidencia que estos efectos transitorios están asociados a cualquier riesgo de salud a largo plazo”.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS. 2003):

- *“A pesar de los numerosos estudios realizados, la existencia o no de efectos cancerígenos es muy controvertida. En cualquier caso es evidente que si los campos electromagnéticos producen algún efecto de aumento de riesgo de cáncer, el efecto será extremadamente pequeño. Los resultados obtenidos*

¹³ Tenforde 1996

hasta la fecha presentan numerosas contradicciones, pero no se han encontrado incrementos grandes del riesgo de ningún tipo de cáncer, ni en niños ni en adultos. Algunos estudios epidemiológicos sugieren que existen pequeños incrementos de riesgo de leucemia infantil asociados a la exposición de campos electromagnéticos de baja frecuencia en el hogar. Sin embargo, los científicos no han deducido en general de estos resultados la existencia de una relación causa efecto entre la exposición a los campos electromagnéticos y la enfermedad, sino que se ha planteado la presencia en los estudios de efectos artificiosos o no relacionados con la exposición a campos electromagnéticos. Esta conclusión se ha alcanzado, en parte, porque los estudios con animales y de laboratorio no demuestran que existan efectos reproducibles coherentes con la hipótesis de que los campos electromagnéticos causen o fomenten el cáncer.

- *Se ha sugerido que mientras la ciencia mejora su conocimiento de las consecuencias sobre la salud, puede ser recomendable aumentar las precauciones para enfrentarse a las incertidumbres que aún existen. Sin embargo, el tipo y magnitud de la política de precaución que se adopte dependerá fundamentalmente de que existan resultados sólidos que indiquen la existencia de un riesgo para la salud y de la escala y naturaleza de las posibles consecuencias. La respuesta de precaución debe ser proporcional al riesgo potencial”.*

Es importante destacar que existen distintos sistemas de protección al riesgo:

- Umbrales: cuando hay probados efectos en la salud y se conoce la curva dosis- respuesta.
- Optimización: cuando hay probados efectos y no existe un umbral.
- Medidas precautorias: cuando hay sospecha pero no prueba.

El marco de precaución se usa para mitigar preocupaciones sociales, se debe considerar en su adopción la ecuación costo-efectividad de las medidas y no debe poner nunca en duda a los juicios científicos. De este modo las medidas precautorias deben ser complementarias pero no alternativas a las fijadas, ni deben contraponerse a las mismas.

Clasificación de la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC).

Resulta importante destacar que **de acuerdo al método científico no resulta posible demostrar la inocuidad de ningún agente**. Los criterios de evaluación y clasificación de los agentes son:

- Evidencia suficiente: cuando se ha establecido una relación causa - efecto.
- Evidencia limitada: cuando los datos que indican la correlación son creíbles, pero puede existir otra explicación.
- Evidencia inadecuada: cuando los datos disponibles no permiten establecer una correlación.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC), posee una clasificación estándar, la que pesa las evidencias de estudios en seres humanos, en animales y de laboratorio, y otorga en caso que corresponda, una de las tres siguientes categorías posibles¹⁴:

1. Cancerígeno para los seres humanos: basada en fuertes evidencias en humanos.
- 2.A Probable cancerígeno en humanos: basada en fuertes evidencias en animales.
- 2.B. Posible cancerígeno en humanos: basada en evidencias en seres humanos consideradas como creíbles, pero otras explicaciones no pueden ser excluidas.

¹⁴ EMF PROJECT. 2001

3. No clasificable

4. Probable no cancerígeno en humanos.

En junio de 2001, un grupo de trabajo de expertos científicos de la IARC revisó estudios relacionados a la carcinogenicidad de los campos eléctricos y magnéticos estáticos y de extrema baja frecuencia.

Usando la clasificación estándar de la IARC, los campos magnéticos de extrema baja frecuencia fueron clasificados como *"posiblemente cancerígenos a los seres humanos"*, basados en estudios epidemiológicos de leucemia en niños.

La evidencia para el resto de cánceres en niños y adultos, así como otros tipos de exposiciones (campos estáticos y campos eléctricos de extrema baja frecuencia) fue considerada no clasificable debido a la insuficiente o inconsistente información científica.

Esta categoría de *"posiblemente cancerígeno en humanos"* es usada para denotar un agente para el cual hay limitada evidencia en humanos y evidencia menos que suficiente en animales. Dentro de la misma categoría se encuentran, entre otros, el café.

*"La clasificación en esta categoría no implica que el agente sea la causa de la enfermedad, dado que pueden existir otras explicaciones para la asociación observada, sino la necesidad de realizar un examen riguroso de los estudios realizados y nuevos estudios"*¹⁵.

2.4 FUNDAMENTO LEGAL

La presente Tesis de Grado tiene un amplio fundamento legal, partiendo del hecho que la Constitución Política de la República del Ecuador regula ampliamente el tema del medio ambiente en su sección segunda Art. 14 y 15 y en otras normas

¹⁵ EMF PROJECT. 2001

contenidas en la misma, consagrando el principio fundamental que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable y que el Estado velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

2.4.1 Constitución Política de la República del Ecuador

Sección segunda

2.4.1.1 Ambiente sano

Art. 14.- *“Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, **sumak kawsay**.”*

Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados”.

Art. 15.- *“El Estado promoverá, en el sector público y privado, el uso de tecnologías ambientalmente limpias y de energías alternativas no contaminantes y de bajo impacto. La soberanía energética no se alcanzará en detrimento de la soberanía alimentaria, ni afectará el derecho al agua.*

Se prohíbe el desarrollo, producción, tenencia, comercialización, importación, transporte, almacenamiento y uso de armas químicas, biológicas y nucleares, de contaminantes orgánicos persistentes altamente tóxicos, agroquímicos internacionalmente prohibidos, y las tecnologías y agentes biológicos experimentales nocivos y organismos genéticamente modificados perjudiciales para la salud humana o que atenten contra la soberanía alimentaria o los

ecosistemas, así como la introducción de residuos nucleares y desechos tóxicos al territorio nacional”.

A su vez, esta Tesis se fundamenta en la Constitución Política de la República del Ecuador Título VII del Régimen del Buen Vivir Capítulo II Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera sobre la Naturaleza y Ambiente, Art. 395 al 399, que establece los Principios Ambientales a observar, las políticas y medidas oportunas que el Estado adoptará para evitar los impactos ambientales negativos cuando existe certidumbre del daño, la forma en que el Estado actuará en caso de que estos sucedan, así como la importancia del pronunciamiento de la comunidad y los procesos de participación ciudadana sobre los proyectos que supongan afectación al ambiente y a su seguridad integral.

Sección Primera

2.4.1.2 Naturaleza y ambiente

Art. 395.- *“La Constitución reconoce los siguientes principios ambientales:*

- 1. El Estado garantizará un modelo sustentable de desarrollo, ambientalmente equilibrado y respetuoso de la diversidad cultural, que conserve la biodiversidad y la capacidad de regeneración natural de los ecosistemas, y asegure la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras.*
- 2. Las políticas de gestión ambiental se aplicarán de manera transversal y serán de obligatorio cumplimiento por parte del Estado en todos sus niveles y por todas las personas naturales o jurídicas en el territorio nacional.*
- 3. El Estado garantizará la participación activa y permanente de las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades afectadas, en la planificación, ejecución y control de toda actividad que genere impactos ambientales.*

4. *En caso de duda sobre el alcance de las disposiciones legales en materia ambiental, éstas se aplicarán en el sentido más favorable a la protección de la naturaleza”.*

Art. 396.- *“El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas.*

La responsabilidad por daños ambientales es objetiva. Todo daño al ambiente, además de las sanciones correspondientes, implicará también la obligación de restaurar integralmente los ecosistemas e indemnizar a las personas y comunidades afectadas.

Cada uno de los actores de los procesos de producción, distribución, comercialización y uso de bienes o servicios asumirá la responsabilidad directa de prevenir cualquier impacto ambiental, de mitigar y reparar los daños que ha causado, y de mantener un sistema de control ambiental permanente.

Las acciones legales para perseguir y sancionar por daños ambientales serán imprescriptibles”.

Art. 397.- *“En caso de daños ambientales el Estado actuará de manera inmediata y subsidiaria para garantizar la salud y la restauración de los ecosistemas. Además de la sanción correspondiente, el Estado repetirá contra el operador de la actividad que produjera el daño las obligaciones que conlleve la reparación integral, en las condiciones y con los procedimientos que la ley establezca. La responsabilidad también recaerá sobre las servidoras o servidores responsables de realizar el control ambiental. Para garantizar el derecho individual y colectivo*

a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, el Estado se compromete a:

1. Permitir a cualquier persona natural o jurídica, colectividad o grupo humano, ejercer las acciones legales y acudir a los órganos judiciales y administrativos, sin perjuicio de su interés directo, para obtener de ellos la tutela efectiva en materia ambiental, incluyendo la posibilidad de solicitar medidas cautelares que permitan cesar la amenaza o el daño ambiental materia de litigio. La carga de la prueba sobre la inexistencia de daño potencial o real recaerá sobre el gestor de la actividad o el demandado.

2. Establecer mecanismos efectivos de prevención y control de la contaminación ambiental, de recuperación de espacios naturales degradados y de manejo sustentable de los recursos naturales.

3. Regular la producción, importación, distribución, uso y disposición final de materiales tóxicos y peligrosos para las personas o el ambiente.

4. Asegurar la intangibilidad de las áreas naturales protegidas, de tal forma que se garantice la conservación de la biodiversidad y el mantenimiento de las funciones ecológicas de los ecosistemas. El manejo y administración de las áreas naturales protegidas estará a cargo del Estado.

5. Establecer un sistema nacional de prevención, gestión de riesgos y desastres naturales, basado en los principios de inmediatez, eficiencia, precaución, responsabilidad y solidaridad”.

Art. 398.- *“Toda decisión o autorización estatal que pueda afectar al ambiente deberá ser consultada a la comunidad, a la cual se informará amplia y oportunamente. El sujeto consultante será el Estado. La ley regulará la consulta*

previa, la participación ciudadana, los plazos, el sujeto consultado y los criterios de valoración y de objeción sobre la actividad sometida a consulta.

El Estado valorará la opinión de la comunidad según los criterios establecidos en la ley y los instrumentos internacionales de derechos humanos. Si del referido proceso de consulta resulta una oposición mayoritaria de la comunidad respectiva, la decisión de ejecutar o no el proyecto será adoptada por resolución debidamente motivada de la instancia administrativa superior correspondiente de acuerdo con la ley”.

Art. 399.- *“El ejercicio integral de la tutela estatal sobre el ambiente y la corresponsabilidad de la ciudadanía en su preservación, se articulará a través de un sistema nacional descentralizado de gestión ambiental, que tendrá a su cargo la defensoría del ambiente y la naturaleza”.*

Debe indicarse que el Sector Eléctrico en los aspectos ambientales está sujeto al control del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) como Autoridad Ambiental de aplicación responsable (AAAr); puesto que este organismo por disposición de Ley está designado para ejercer el control sobre quienes desarrollan actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

De acuerdo a lo antes indicado, la presente investigación también se fundamenta en el siguiente marco legal:

Normativa de carácter general

- ✓ La Constitución de la República del Ecuador (R.O. N° 449, 20 de octubre de 2008).
- ✓ Ley de Gestión Ambiental - LGA. (R.O. N° 245, 30 de julio de 1999).

- ✓ Ley de Régimen del Sector Eléctrico (LRSE). Suplemento del R.O. N° 43, 10 de Octubre de 1996 y varias reformas hasta Agosto de 2000.
- ✓ Ley de Prevención y Control de la contaminación Ambiental (LPCCA). (R.O. N° 097, 31 de mayo de 1976).

Reglamentos

- ✓ Reglamento Sustitutivo al Reglamento a la Ley de Régimen del Sector Eléctrico R.O. Suplemento No. 182, 28 de Octubre de 1997).
- ✓ Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, Decreto Ejecutivo No. 1761 (R.O. No. 396, 23 de agosto del 2001).
- ✓ Reglamento del Sistema Único de Manejo Ambiental (SUMA) (Titulo I del Libro VI del TULAS publicado en el R.O. Edición Especial N° 1 de 31 de Marzo del 2003).
- ✓ Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental (Título IV del Libro VI del TULAS publicado en el R.O. Edición Especial No 1 de 31 de Marzo del 2003).
- ✓ Reglamento de Aplicación de los Mecanismos de Participación Social establecidos en la Ley de Gestión Ambiental (Decreto N° 1040).

Normas Técnicas

- ✓ Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental para los Sectores de Infraestructura: Eléctrico, Telecomunicaciones y Transporte (Puertos y Aeropuertos), (R.O. 041 del 14 de Marzo del 2007).

- ✓ Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos. Requerimientos mínimos de seguridad para exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz.

Esta Norma Técnica Ambiental es la que básicamente será observada y aplicada para los fines de esta investigación, y ha sido dictada al amparo de la Ley de Gestión Ambiental y Texto Unificado de la Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, Libro VI, Título IV, Reglamento a la Ley de Gestión Ambiental para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental, la Ley de Régimen del Sector Eléctrico y el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas y se somete a las disposiciones de éstos y es de aplicación obligatoria.

A nivel internacional, se considera el Protocolo de Medición de la IEEE Standard 644 -1994 establecido para determinar las condiciones del equipamiento y el proceso para medir campos electromagnéticos, así también se considera a la Comisión Internacional De Protección Contra la Radiaciones No Ionizante (ICNIRP) 1998, y sus Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (hasta 300 GHz).

Se tendrá muy en cuenta también por las características de la investigación que busca la seguridad y la salud pública, la aplicación de la filosofía del principio de precaución ALARA/ALATA (tan bajo como sea razonablemente posible/ tan bajo como sea técnicamente posible).

2.5 HIPÓTESIS

De acuerdo a la Formulación del problema, y en concordancia con el objetivo general de la investigación se plantea la siguiente hipótesis:

Los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, producen afectación en la salud de las personas.

X = Variable Independiente= Campos electromagnéticos de baja frecuencia (60 Hz)-Cuantitativa Continua

Y = Variable Dependiente= Salud de las personas-Cualitativa.

CAPITULO III

3. METODOLOGIA

3.1 Modalidad Bibliográfica

Se ha empleado la modalidad bibliográfica porque se examinó y analizó información de diferentes fuentes bibliográficas, como libros de texto, revistas científicas indexadas y no indexadas, normativas nacionales e internacionales, ensayos y crítica de documentos con temáticas relacionadas a la electropolución o campos electromagnéticos (CEM) producidos por las líneas eléctricas de transmisión y subtransmisión, etc. Además se consultó bibliografía vía web en la mayoría de sitios oficiales de orden nacional e internacional.

3.1.1 Modalidad de Investigación de Campo

Se utilizó la modalidad de investigación de campo porque se realizó la observación, encuestas y entrevistas in situ, a las personas que se encuentran viviendo en los sitios donde a priori se verifica un mayor efecto acumulativo de los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) de las líneas de subtransmisión a 69 KV del eje Manta- Montecristi, así como también a los funcionarios de la empresa eléctrica CNEL EP-U.N Manabí que tienen a su cargo la operación y mantenimiento de las líneas de subtransmisión y subestaciones, en cuestión.

Así también se han realizado mediciones de campo electromagnético (CEM) con equipos específicos y que han sido realizados por una empresa especializada para tal fin.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

El tipo de investigación que se utilizó en este trabajo académico es de tipo no experimental y en base a su profundidad u objetivo es una investigación descriptiva, que permitirá identificar las relaciones de causa y efecto, ya que la Tesis desarrollada pretende conocer el grado de afectación ambiental producida por los campos electromagnéticos (CEM) de las líneas eléctricas de

subtransmisión a 69 KV del eje Manta- Montecristi, lo que se operativiza utilizando herramientas como la observación, encuestas, medición de los CEM con equipos especializados y la aplicación de la estadística descriptiva en el análisis de los resultados.

3.3 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

Se estimó conveniente realizar esta trabajo de investigación basándose en un enfoque combinado, es decir, se aplica tanto un enfoque cuantitativo como cualitativo, siendo de enfoque cualitativo porque los datos a obtenerse de las mediciones de campo de los CEM, son principalmente números o valores que estarán sujetos al análisis estadístico y a la respectiva comparación con la normativa ambiental vigente tanto a nivel nacional como internacional.

A su vez, será necesario complementar el análisis con un enfoque cualitativo, fundamentado en la observación de hechos reales del entorno, entrevistas a los funcionarios de la empresa eléctrica CNEL EP-U.N Manabí que tienen a su cargo la operación y mantenimiento de las líneas de subtransmisión y subestaciones, así como encuestas a los moradores que se encuentran directamente influenciados en los puntos donde mayormente podrían estarse dando afectaciones por CEM, producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi y subestaciones asociadas.

A partir de estos resultados, se planteará la respectiva propuesta de la Tesis que es la parte fundamental de la misma

3.4 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1 Población

Se determinó como población la zona de influencia que se observó como la de mayor posibilidad del efecto acumulativo con otras fuentes de radiaciones no

ionizantes y como las de mayor potencial de afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), en la ruta de las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi y subestaciones asociadas.

Con estos criterios para la presente investigación, se determinó una población de 160 viviendas que estarían siendo afectadas por CEM en la ruta de las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi y subestaciones asociadas.

3.4.2 Muestra

El cálculo del tamaño de la muestra se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * PQ}{E^2 / K^2 (N - 1) + PQ}$$

n = tamaño de la muestra

PQ= constante de la varianza población (0.25).

N = tamaño de la población

E = error máximo admisible (10% = 0.1)

K = coeficiente de corrección de error (2)

Por las características de ser investigación localizada, la muestra será obtenida mediante el muestreo no probabilístico utilizando la clase de muestreo discrecional¹⁶.

¹⁶ Fuente: www.estadistica.mat.uson.mx/Material/el_muestreo.pdf

Reemplazando:

$$n = \frac{160 * 0.25}{0.1^2 / 2^2 (160 - 1) + 0.25}$$

$$n = 62 \text{ viviendas}$$

Una vez determinada la muestra de 62 viviendas se procedió a la encuesta directa a la población que se encuentre ubicada en los sitios que se determinen como de mayor potencial de riesgo de afectación por CEM, habiéndose encuestado a un miembro representante de cada vivienda, tratando que este sea el jefe o la jefa de familia.

3.5 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Esto es indispensable en el proceso de la investigación, ya que integra la estructura planteada para obtener los resultados. Con la aplicación de estas técnicas se pretende lo siguiente:

- Ordenar las etapas de la investigación.
- Aportar instrumentos para manejar la información.
- Llevar un control de los datos.
- Orientar la obtención de conocimientos.

Las técnicas empleadas en esta investigación son las siguientes:

- Entrevistas
- Encuestas
- Observación in situ
- Realización de Mediciones con equipo especializado de campos electromagnéticos (CEM).

Los instrumentos a emplearse para el caso de la entrevista y la encuesta son las preguntas del cuestionario (**Anexo B**) y para el caso de la observación y mediciones son los recorridos realizados a lo largo de las líneas eléctricas a 69 kV del eje Manta- Montecristi, así como los informes técnicos obtenidos de las mediciones de campos electromagnéticos (CEM), que han sido realizados por una empresa especializada para tal fin.

Las mediciones de campo fueron realizadas el 8 de mayo del 2014 y el equipo utilizado para medición de campos electromagnéticos (CEM), es un medidor de emisiones electromagnéticas marca Sper Scientific Modelo 840045 con un rango de 0.1 - 199.9 miliGauss, 0 -19.99 micro Tesla, precisión de +/- 2.5 %, rango de frecuencia de 30 -300 Hz y que opera en condiciones de 32 - 122°F (0 - 50°C) < 80% RH.

El equipo de medición de CEM fue calibrado el 28 de junio del 2013 y su vigencia de calibración es de un año calendario, esto es hasta el 28 de junio del 2014, lo cual se evidencia en el **Anexo C**.

3.5.1 Técnica de campo

Se aplicó la observación simple en los recorridos de campo, en esto se fundamenta la investigación para obtener el mayor número de datos, criterios, ideas, causas que influyen en un problema, fenómeno y objeto de estudio.

Se aplicará la encuesta, porque es el estudio sistemático de una muestra aleatoria a un grupo de personas determinadas con el propósito de conocer la percepción y la problemática de la afectación ambiental producida por los CEM de las líneas eléctricas de subtransmisión a 69 KV del eje Manta- Montecristi.

Para la aplicación de la encuesta se utilizó el cuestionario, instrumento para la recopilación de información, llenado por el encuestador de acuerdo a lo que responda el encuestado.

3.5.2 Técnica de observación

Se utilizó la técnica de observación del medio geográfico, ruta de la línea, ubicación de viviendas respecto a las líneas eléctricas, respeto a franjas de servidumbre a lo largo del eje eléctrico Manta- Montecristi; todo esto complementado con la parte práctica de la investigación que son los informes técnicos obtenidos de las mediciones de campo electromagnético (CEM).

Estas observaciones en sitio se efectuaron en al menos cinco ocasiones y fueron realizadas entre los meses de julio y octubre del 2013.

3.6 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Para la operacionalización de la hipótesis, se considera la variable independiente (causa) y dependiente (efecto), con lo cual se facilitará la obtención de los instrumentos para la recolección de la información.

A continuación se presenta el esquema a utilizar para la operacionalización de la variable dependiente e independiente.

Cuadro 4. Variable Independiente: Campos electromagnéticos de baja frecuencia (60 Hz)

CONCEPTUALIZACION	CATEGORIA	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Campos electromagnéticos de baja frecuencia (60 Hz) Los conductores eléctricos energizados y que transportan corriente así como las antenas, son fuentes a la vez de campos eléctricos al ser el soporte de cargas eléctricas y de campos magnéticos al estar dichas cargas en movimiento; es decir al estar en presencia simultánea de ambos campos.	Disposición de conductores Altura de la línea (fuente) Respeto Franja de Servidumbre Voltaje de operación de la línea de alta tensión	Triangular Vertical Horizontal Cumple o no cumple distancia de seguridad Según la normativa: Cumple No cumple Nivel de Voltaje	Qué disposición predomina? Conforme o no con distancias de la normativa. Se respeta o no la franja de servidumbre establecida Voltaje existente	Encuestas y Observación en sitio

Elaboración: El autor

Cuadro 5. Variable Dependiente: Salud de las personas¹⁷

CONCEPTUALIZACION	CATEGORIA	INDICADORES	ITEMS	TECNICAS E INSTRUMENTOS
Salud de las personas La salud es un estado de completo bienestar físico, mental y social, no solamente la ausencia de enfermedad o dolencia, según la definición presentada por la <u>Organización Mundial de la Salud</u> (OMS) en su constitución aprobada en 1948¹⁰.	Efectos Biológicos	Térmicos Atérmicos	Comportamiento del organismo humano	Encuestas
	Electropolución	Grado de contaminación electromagnética	Resultados de Mediciones de campo	Observación Mediciones de campo
	Efectos de Largo Plazo	Bajos niveles de exposición a largo plazo pueden o no provocar respuestas biológicas e influir en el bienestar de las personas	Estudios epidemiológicos y patológicos	Exámenes de Laboratorio

Elaboración: El autor

3.7 RECOLECCIÓN Y TABULACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El proceso de la recolección de la información es un aspecto sensible de la investigación, ya que nos permitió luego de su ordenamiento y evaluación realizar la toma de decisiones e interpretar los resultados para dar alternativas de solución al problema planteado.

Por tanto, la recolección y tabulación de la información tuvo dos aspectos; por un lado el análisis de los resultados de la encuesta realizadas a 62 viviendas que resultaron del cálculo de la muestra y por otro lado el resultado de las mediciones en 12 sitios del recorrido de las líneas de 69 Kv Manta- Montecristi, con el medidor de emisiones electromagnéticas marca Sper Scientific Modelo 840045, mismos que serán comparados con los niveles de referencia de la normativa vigente en el Ecuador.

¹⁷ Constitución de la Organización Mundial de la Salud, aprobada en la Conferencia Internacional de Salud de 1.946, y que entró en vigor el 7 de abril de 1.948 (1.999) Glosario de Promoción de la Salud. Traducción del Ministerio de Sanidad. Madrid.

3.7.1 De las Encuestas

Para el efecto, en la realización de la encuesta se contó con la colaboración de estudiantes del último año de Ingeniería Eléctrica, quienes fueron capacitados previamente por el autor de esta Tesis de Grado, en los objetivos tanto generales como específicos de la misma y forma de llegada a la población.

Una vez que se recolectaron los datos sobre la percepción de la población referente a los campos electromagnéticos de baja frecuencia (CEM) y su potencial afectación a la salud de las personas que mayormente están expuestas a las líneas eléctricas de subtransmisión, se analizaron e interpretaron los resultados, para lo cual se consideran los siguientes pasos:

Revisión y codificación de la información.

Verificar que las preguntas estén llenadas de forma correcta.

Categorización y Tabulación de la Información

La tabulación de los datos consiste en el recuento de las respuestas contenidas en los instrumentos, a través del conteo de los códigos numéricos de las alternativas de las preguntas cerradas y de los códigos asignados a las respuestas de las preguntas abiertas, con la finalidad de generar resultados que se muestran en cuadros (o tablas) y en gráficos¹⁸.

¹⁸ Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos98/de-metodologia-de-la-investigacion/de-metodologia-de-la-investigacion.shtml>

Se realizó el proceso de tabulación manual porque se trata de un proceso reducido (62 viviendas encuestadas), por lo tanto nos permitirá verificar las respuestas e interpretar los resultados que determine la investigación.

El análisis de los datos, se realizará haciendo uso de la estadística descriptiva y aplicando el estadígrafo de frecuencias y porcentajes; los datos serán presentados en cuadros y gráficos estadísticos para lo cual se utilizará la hoja de cálculo Excel.

Finalmente, cumplido el proceso antes indicado se procedió a realizar una interpretación de los resultados, tratando que esta sea lo más objetiva posible para los fines de la investigación.

3.7.2 De las Mediciones de Campo Electromagnético (CEM)

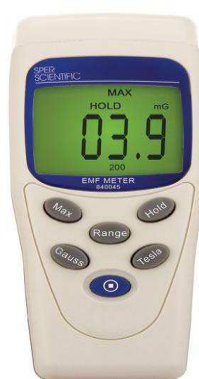
A su vez, en este aspecto debe indicarse que aparte de la encuesta efectuada a las viviendas potencialmente afectadas por los CEM, también se consideran las mediciones realizadas con el equipo medidor especializado, resultados que son dados por el equipo en forma inmediata en los lugares elegidos, que resultaron del recorrido efectuado a toda la ruta de las líneas de subtransmisión a 69 KV del eje Manta-Montecristi y subestaciones asociadas, determinándose la existencia de unos 12 puntos o sitios en donde mayormente se tenía cercanía de las líneas con las viviendas, y por ende como los de mayor potencial de riesgo de afectación por CEM.

Para estas mediciones de campo, el autor de la Tesis contó con la participación técnica especializada de personal técnico de la Empresa IPSOMARY S.A de la Ciudad de Guayaquil, mismas que fueron realizadas el 8 de mayo del 2014.

El equipo utilizado para medición de campos electromagnéticos (CEM), fue un medidor de emisiones electromagnéticas marca Sper Scientific Modelo 840045 con un rango de 0.1 - 199.9 miliGauss, 0 -19.99 microTesla, precisión de +/- 2.5 %, rango de frecuencia de 30 -300 Hz y que opera en condiciones de 32 - 122°F

(0 - 50°C) < 80% RH, mismo que se encontraba con calibración vigente hasta el 28 de junio del 2014.

Ilustración 15: Equipo de Medición de CEM utilizado



Fuente: IPSOMARY S.A

Los resultados obtenidos de las mediciones son comparados con los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, para público en general y para personal ocupacionalmente expuesto, que se encuentran establecidos en la Tabla 1 y Tabla 2 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos (R.O. 041 del 14 de Marzo del 2007).

3.7.3 Procedimientos para la Medición de Intensidad de Campo Eléctrico y Magnético de las Líneas de Transmisión Eléctrica de Alta Tensión¹⁹

Para la medición de campos electromagnéticos se deberán considerar aquellos sitios ubicados, sea a lo largo del recorrido de la línea de transmisión, o en los límites físicos de una subestación, y en que se encuentren viviendas o asentamientos humanos.

¹⁹ Fuente: Normas Técnicas Ambientales para la Prevención y Control de la Contaminación Ambiental para los Sectores de Infraestructura: Eléctrico, Telecomunicaciones y Transporte (Puertos y Aeropuertos), (R.O. 041 del 14 de Marzo del 2007).

Los sitios en donde se determine que se han excedido los niveles de referencia establecidos en esta normativa, sea para público en general o para personal ocupacionalmente expuesto, entonces se aplicará el plan de acciones de adecuación o corrección que corresponda.

El presente es un extracto de la norma IEEE 644 Standard Procedures for Measurement of Power Frequency Electric and Magnetic Fields From AC Power Lines -1994 (Procedimientos Estándar para Medición de Campos Eléctricos y Magnéticos desde Líneas de Transmisión de Corriente Alterna), impulsado por el Instituto Americano para Normas Nacionales y por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos de EE.UU.

3.7.3.1 Procedimiento para medición de campo eléctrico en las cercanías de las líneas de transmisión.

La intensidad de campo eléctrico bajo una línea de transmisión deberá medirse a una altura de un (1) metro sobre el nivel del suelo. Las mediciones a otras alturas de interés deberán indicarse de manera explícita.

La sonda del medidor de intensidad de campo eléctrico deberá estar orientada para leer la componente vertical de la intensidad de campo eléctrico (E). Esta cantidad es comúnmente utilizada para caracterizar los efectos de inducción en objetos cercanos al nivel del suelo.

La distancia entre el medidor de intensidad de campo eléctrico y el operador deberá ser de por lo menos 2,5 metros. Esta distancia reducirá los efectos de proximidad (sombra del campo eléctrico) entre el 1,5% y 3%, considerando un operador de 1,8 metros de altura.

Sin embargo, donde amplios efectos de proximidad sean considerados como aceptables, la distancia del operador puede reducirse. En estos casos, la distancia deberá ser explícitamente anotada. El cinco por ciento del efecto de proximidad

ocurre cuando el operador se encuentra alejado del medidor, a una distancia entre 1,8 metros y 2,1 metros. El valor actual del efecto de proximidad dependerá de la geometría de la combinación operador - medidor - línea de transmisión.

Debido a que el operador está normalmente cerca al potencial de tierra, los efectos de proximidad indicados previamente pueden ser considerados como típicos. Durante la ejecución de la medición, el operador podrá introducir menor perturbación cuando se encuentre ubicado en la región de menor intensidad de campo eléctrico.

Las sondas de los medidores de intensidad de campo eléctrico diseñadas con asimetrías pueden cambiar la dirección del eje eléctrico en relación con el eje vertical aparente. Las mediciones realizadas con este tipo de instrumento pueden ser aproximadamente inmunes a la proximidad del operador. En tales casos, el efecto de proximidad del operador puede ser cuantificado antes de utilizar el medidor de intensidad de campo eléctrico. Los efectos de proximidad que se encuentren en exceso a los indicados anteriormente, deberán ser reportados.

Para proporcionar una mayor descripción de la intensidad de campo eléctrico en un punto de interés, se deberán medir los valores máximo y mínimo de intensidad de campo en esa posición, ambos en el plano del campo elíptico.

En condiciones ideales donde las líneas de transmisión son horizontales y la superficie del suelo lisa, el plano de la elipse es perpendicular a la dirección de los conductores. Para realizar mediciones en el plano de la elipse, el operador del medidor de campo deberá ubicarse paralelo a los conductores. Se deberá rotar el medidor alrededor del sitio de medición, hasta determinar los valores máximo y mínimo de las componentes de campo con sus correspondientes direcciones.

La distancia entre el medidor y aquellos objetos no permanentes en el sitio de medición, deberá ser por lo menos tres veces la altura del objeto a fin de medir los valores no perturbados de campo. La distancia entre el medidor y los objetos permanentes deberá ser un (1) metro o mayor para asegurar suficiente exactitud en la medición del campo eléctrico perturbado.

3.7.3.2 Procedimiento para medición de campos magnéticos en las cercanías de las líneas de transmisión.

Para la medición de campo magnético, existen menos errores debido a perturbación, comparado con el campo eléctrico. La sonda se puede sujetar con un mango dieléctrico corto sin que afecte los valores medidos. Los efectos de proximidad de dieléctricos y malos conductores, no magnéticos, se consideran como despreciables.

Los campos magnéticos bajo la línea de transmisión deberán ser medidos a una altura de un (1) metro sobre el nivel del suelo. Las mediciones a otras alturas de interés deberán estar explícitamente indicadas. Los medidores de campos con sondas de un solo eje deberán orientarse hasta detectar la lectura de mayor valor. Alternativamente, los medidores de campo con sondas de tres ejes pueden utilizarse para medir la resultante del campo magnético (valor eficaz, rms). Las componentes verticales y horizontales del campo pueden medirse también cuando sea necesaria una comparación con cálculos o para calcular los efectos esperados de inducción en los límites de una propiedad u otros casos. Para cualquier situación, cuando se reporten los resultados de las mediciones, las cantidades a ser reportadas deberán estar claramente indicadas (por ejemplo, el máximo campo magnético, la resultante de campo magnético).

Para obtener mediciones precisas en un ambiente perturbado, la distancia entre la sonda y los objetos magnéticos permanentes deberá ser por lo menos un metro.

Para obtener una descripción completa de los campos magnéticos en un punto de interés, deberá medirse los campos máximos y mínimos con sus orientaciones en el plano del campo elíptico.

3.7.3.3 Medidores de Intensidad de Campos Eléctricos

Existen dos tipos de medidores para la medición de intensidad de campo eléctrico en líneas de transmisión de alta tensión a 60 Hz.

Medidores de Cuerpo Libre ("*Free-Body*")

Mide la corriente inducida de estado estable o la carga oscilante entre dos mitades de un cuerpo conductivo aislado, y el cual se encuentra ante la presencia de un campo eléctrico, son recomendables para inspecciones preliminares o mediciones puntuales, debido a que son portátiles, permiten realizar mediciones sobre el nivel del suelo, y además no requieren de un valor conocido de conexión a tierra. Se recomienda su uso para la ejecución de mediciones en las cercanías de líneas de transmisión.

Medidores de Referencia de Tierra

Su principio de medición es medir las corrientes de tierra desde una sonda plana introducida dentro de un campo eléctrico.

Las técnicas de medición presentadas en la presente norma contemplan solamente la utilización de medidores de cuerpo libre. Los medidores utilizados para caracterizar campos eléctricos provenientes de radiofrecuencias no deben utilizarse para mediciones de campos eléctrico de líneas de transmisión de alta tensión a 60 Hz.

3.7.3.4 Medidores de Campos Magnéticos

Los medidores de campos magnéticos consisten de dos partes: la sonda o elemento sensor del campo y el detector. El detector procesa las señales captadas por la sonda e indica los valores eficaces (rms) del campo magnético en un visualizador digital o analógico.

Los medidores de campos magnéticos miden las componentes de los vectores oscilantes (linealmente polarizados) o de los vectores giratorios (elíptica o circularmente polarizados) de los campos magnéticos que se encuentran perpendiculares al área de la sonda.

Los medidores de campos magnéticos, utilizados en líneas de transmisión, son:

Medidores de Un Solo Eje

Las sondas de estos tipos de medidores consisten de un rollo de hilo eléctricamente apantallado. Estos medidores han sido utilizados en combinación con medidores de voltaje como detectores de campos magnéticos desde líneas de transmisión.

Medidores de Tres Ejes

Las sondas de estos medidores consisten de tres cables ortogonalmente orientados, que simultáneamente miden los valores eficaces (rms) de los componentes espaciales y los combina para registrar la resultante de campo magnético.

3.7.3.5 Reporte de las mediciones de CEM

Para la presentación de los resultados producto de las mediciones, los reportes deben contener la mayor cantidad de información posible. Estos datos incluyen, entre otros: fecha, hora, última calibración del equipo, condiciones ambientales (temperatura, humedad), ubicación y coordenadas geográficas de las mediciones, parámetros de la línea de transmisión (voltaje de línea, corrientes, geometría de los conductores), equipos de medición utilizado, posición del instrumento de medición respecto a la instalación ya sea esta línea o subestación.

El informe además se debe complementar con fotografías de la implantación geográfica y del lugar donde se realizan las mediciones de CEM.

CAPITULO IV

4. DESCRIPCION Y ANALISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Descripción y Análisis de los resultados de la Encuesta

Una vez determinada la muestra de 62 viviendas se procedió a la encuesta directa a la población que se encuentra ubicada en los sitios que se determinaron como de mayor potencial de riesgo de afectación por campos electromagnéticos (CEM), habiéndose encuestado a un miembro representante de cada vivienda, tratando que este sea el jefe o la jefa de familia.

La encuesta fue realizada entre los días 23 y 24 de agosto del 2014 en horario de 10 a 17 horas.

Se estableció un cuestionario que contenía 8 preguntas, que tenían como objetivo determinar el grado de conocimiento, criterio y la percepción de la población sobre las consecuencias que producen los campos electromagnéticos (CEM) producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta- Montecristi.

Las preguntas realizadas con su correspondiente numeración fueron las siguientes:

1. Que información conoce, ha leído o ha oído sobre el efecto de los campos electromagnéticos (CEM) que producen las líneas eléctricas?
2. Qué tiempo vive o vivió cerca de líneas eléctricas de subtransmisión?
3. Qué opina sobre la cercanía de las líneas de Alta Tensión a su vivienda?
4. Cree que las líneas de Alta Tensión causan algún riesgo para la salud al pasar cerca o encima de sus casas?
5. Qué enfermedades han padecido o tienen actualmente los miembros de su familia?

6. Considera usted que alguno de estos problemas en la salud de su familia, son consecuencia de las líneas de Alta Tensión cercanas a su vivienda?
7. A quien cree que le correspondería informar sobre algún riesgo producido por las líneas eléctricas de Alta Tensión?
8. Está usted de acuerdo que se realicen mediciones de los campos electromagnéticos (CEM) producidas por las líneas de Alta Tensión?

A continuación se presenta la respectiva descripción y análisis de los resultados de la encuesta por cada una de las preguntas planteadas, mismas que están alineadas con los objetivos de la investigación.

Pregunta No.1

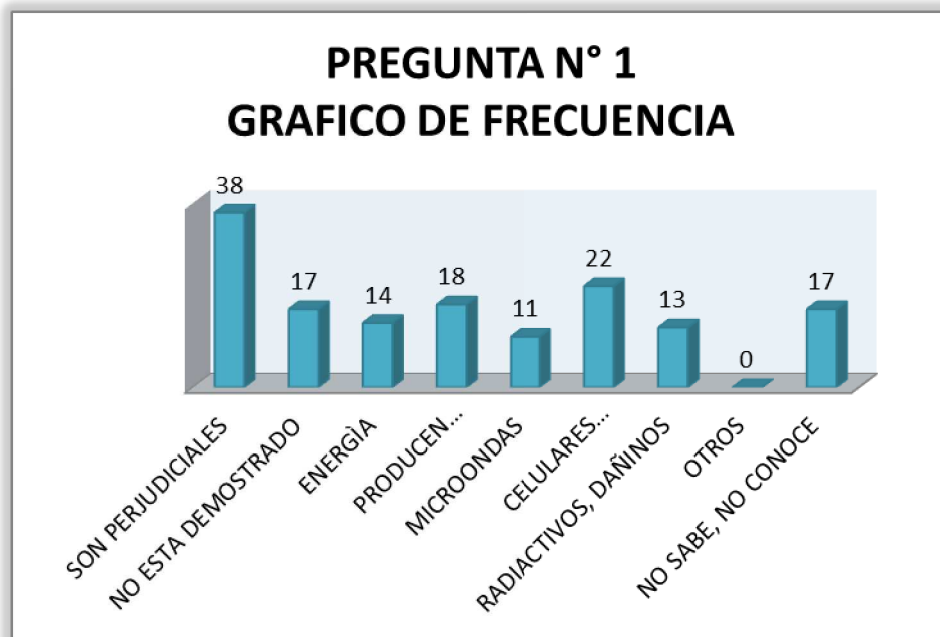
¿Qué información conoce, ha leído o ha oído sobre el efecto de los campos electromagnéticos (CEM) que producen las líneas eléctricas?

Cuadro 6: Pregunta 1

OPCION	DESCRIPCIÓN	FRECUENCIA	%
1	SON PERJUDICIALES	38	25,33
2	NO ESTA DEMOSTRADO	17	11,33
3	ES ENERGÍA/CORRIENTE	14	9,33
4	PRODUCEN RADIACIONES	18	12,00
5	MICROONDAS	11	7,33
6	CELULARES PRODUCEN RADIACIONES	22	14,67
7	RADIATIVOS, DAÑINOS	13	8,67
8	OTROS	0	0
9	NO SABE, NO CONOCE	17	11,33
TOTAL:		150	100

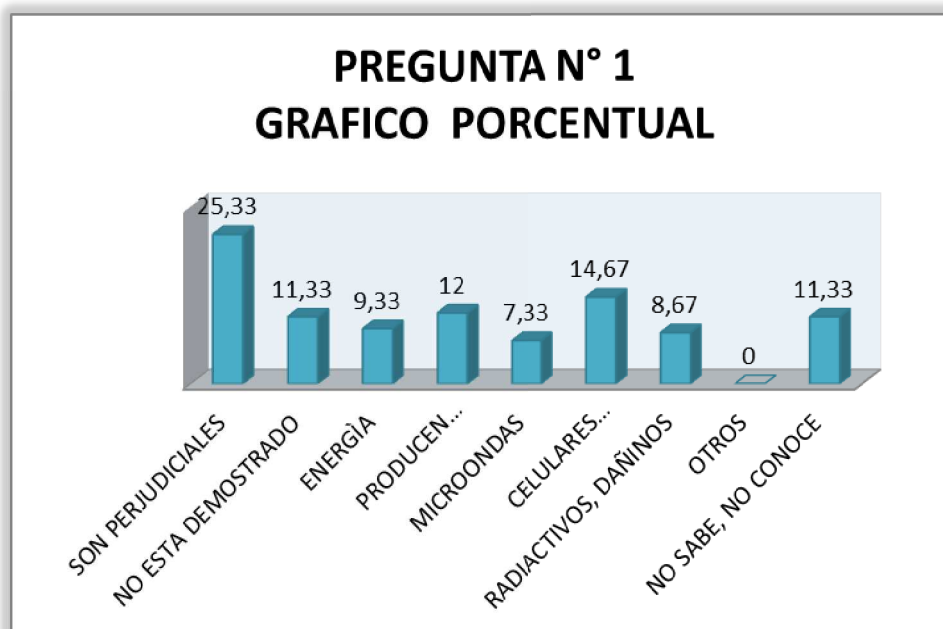
Elaboración: Autor

Gráfico 1: Pregunta 1



Elaboración: Autor

Gráfico 2: Pregunta 1



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 9 opciones referente a la información que se conoce, leído u oído sobre el efecto de los campos electromagnéticos (CEM) que producen las líneas eléctricas.

Los encuestados escogieron en promedio más de dos opciones, dando como resultado que el 25,33% de la población cree que los campos electromagnéticos (CEM) son perjudiciales para la salud, así también un 26,67% cree que estos conjuntamente con los celulares producen radiaciones y un 22,66 % considera que no está demostrado que los CEM producen afectaciones o desconocen de sus efectos.

Pregunta No.2

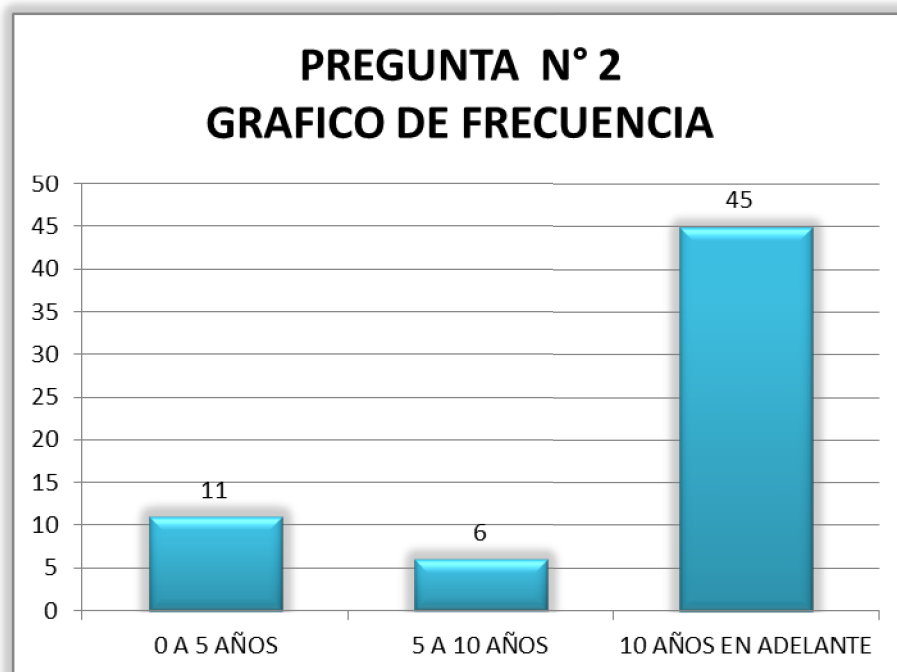
¿Qué tiempo vive o vivió cerca de líneas eléctricas de subtransmisión?

Cuadro 7: Pregunta 2

OPCION	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
1	0 A 5 AÑOS	11	17,74
2	5 A 10 AÑOS	6	9,68
3	10 AÑOS EN ADELANTE	45	72,58
TOTAL:		62	100

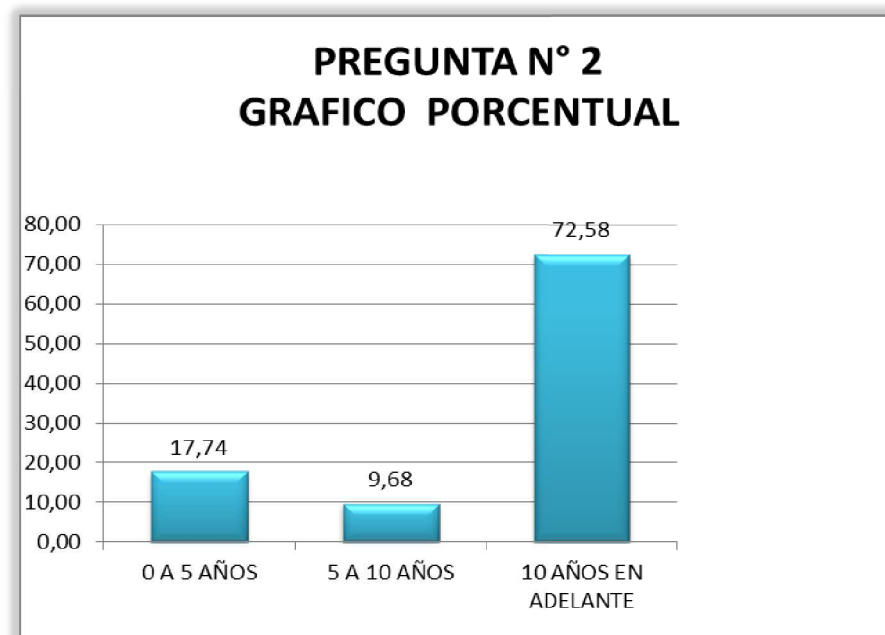
Elaboración: Autor

Gráfico 3: Pregunta 2



Elaboración: Autor

Gráfico 4: Pregunta 2



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 3 opciones referentes al tiempo que el encuestado vive o vivió cerca de las líneas eléctricas de subtransmisión.

Se determinó que el 72,58% de los encuestados dice haber vivido cerca de líneas eléctricas de subtransmisión de 10 años en adelante, un 9,68 % de 5 a 10 años y un 17,74 % de 0 a 5 años.

Esto demuestra que los sectores investigados cumplen con la característica de ser más proclives a la afectación ambiental por campos electromagnéticos producidos por las líneas eléctricas de 69 KV en el eje Manta- Montecristi.

Pregunta No.3

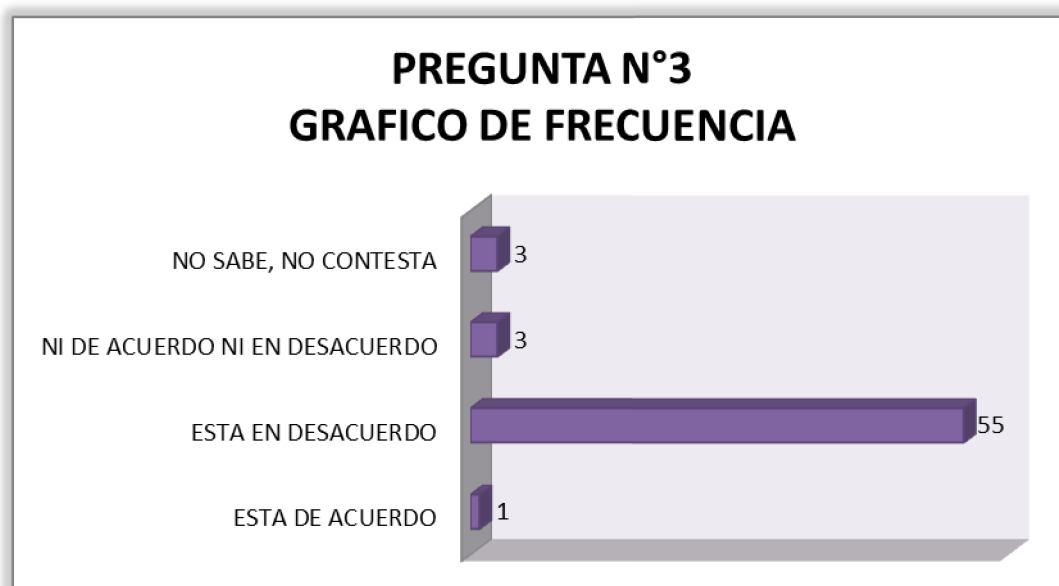
¿Qué opina sobre la cercanía de las líneas de Alta Tensión a su vivienda?

Cuadro 8: Pregunta 3

OPCION	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
1	ESTA DE ACUERDO	1	1,61
2	ESTA EN DESACUERDO	55	88,71
3	NI DE ACUERDO NI EN DESACUERDO	3	4,84
4	NO SABE, NO CONTESTA	3	4,84
TOTAL:		62	100,00

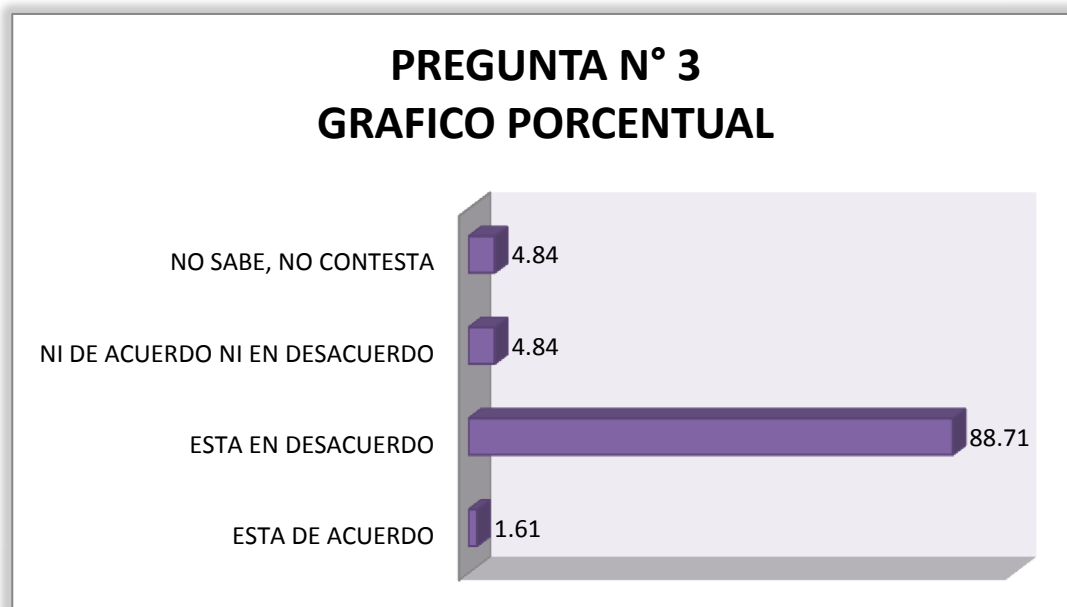
Elaboración: Autor

Gráfico 5: Pregunta 3



Elaboración: Autor

Gráfico 6: Pregunta 3



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 4 opciones referentes a la opinión que tiene la población sobre la cercanía a sus viviendas de las líneas eléctricas de subtransmisión.

Según los encuestados, la mayoría (88,71%) está en desacuerdo con que las líneas de Alta Tensión pasen cerca de sus viviendas. Esto plantea la necesidad de acciones coordinadas entre el Gobierno Municipal Descentralizado de los Cantones Manta y Montecristi y la respectiva acción de la empresa eléctrica CNEL EP-Unidad de Negocio Manabí.

Pregunta No.4

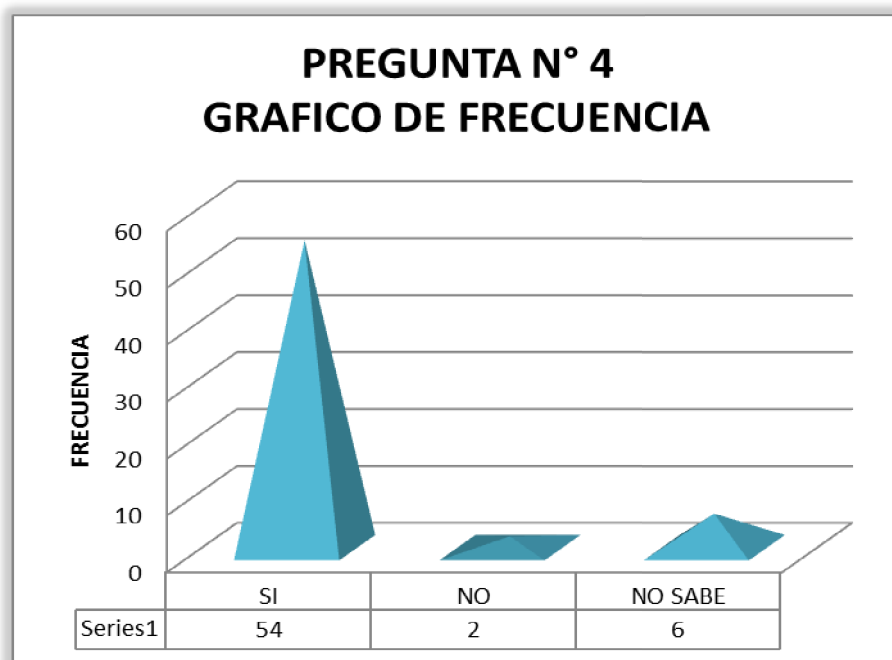
¿Cree que las líneas de Alta Tensión causan algún riesgo para la salud al pasar cerca o encima de sus casas?

Cuadro 9: Pregunta 4

OPCION	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
1	SI	54	87,10
2	NO	2	3,23
3	NO SABE	6	9,68
TOTAL:		62	100,00

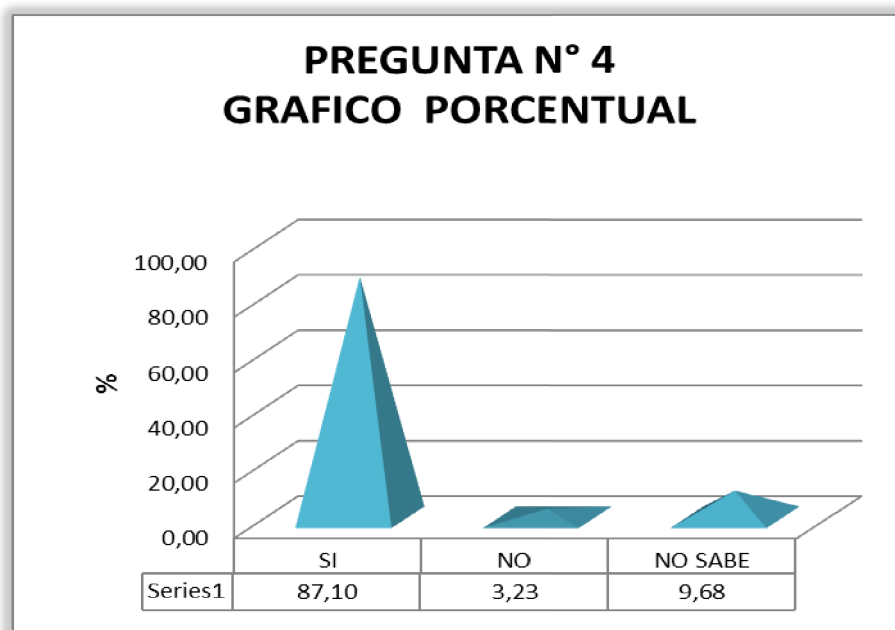
Elaboración: Autor

Gráfico 7: Pregunta 4



Elaboración: Autor

Gráfico 8: Pregunta 4



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 3 opciones referentes a la opinión que tiene la población, respecto a si creen que las líneas de Alta Tensión causan algún riesgo para la salud al pasar cerca o encima de sus casas.

Según los encuestados al plantearles esta pregunta, la mayoría es decir el 87,10% respondió "SI" a que las líneas de Alta Tensión causan algún riesgo para la salud humana, un 3,23 % dijo que no causan ningún riesgo y un 9,68 % indicó que no sabían que las líneas podrían producir algún problema en la salud.

Las respuestas dadas, demuestran que existe una evidente preocupación social por los posibles efectos sobre la salud humana asociados a la exposición a CEM, producidos por las líneas eléctricas de subtransmisión que pasan cerca a sus viviendas.

Pregunta No.5

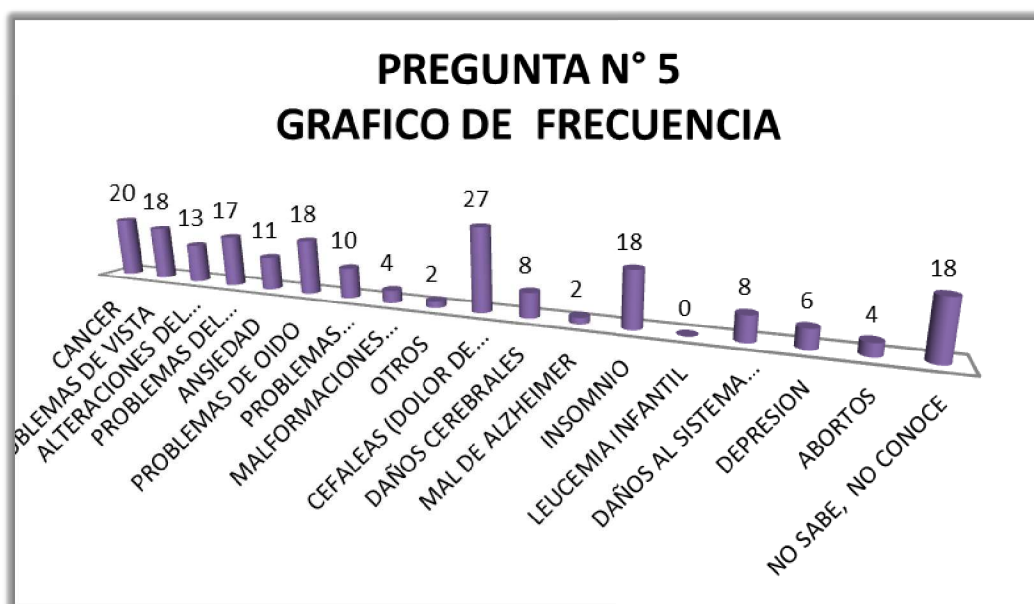
¿Qué enfermedades han padecido o tienen actualmente los miembros de su familia?

Cuadro 10: Pregunta 5

OPCIONES	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
1	CANCER	20	9,80
2	PROBLEMAS DE VISTA	18	8,82
3	ALTERACIONES DEL COMPORTAMIENTO	13	6,37
4	PROBLEMAS DEL CORAZON	17	8,33
5	ANSIEDAD	11	5,39
6	PROBLEMAS DE OIDO	18	8,82
7	PROBLEMAS PSICOLOGICOS	10	4,90
8	MALFORMACIONES CONGENICAS	4	1,96
9	OTROS	2	1
10	CEFALEAS (DOLOR DE CABEZA)	27	13,24
11	DAÑOS CEREBRALES	8	3,92
12	MAL DE ALZHEIMER	2	0,98
13	INSOMNIO	18	8,82
14	LEUCEMIA INFANTIL	0	0
15	DAÑOS AL SISTEMA NERVIOSO	8	3,92
16	DEPRESION	6	2,94
17	ABORTOS	4	1,96
18	NO SABE, NO CONOCE	18	8,82
TOTAL:		204	100,00

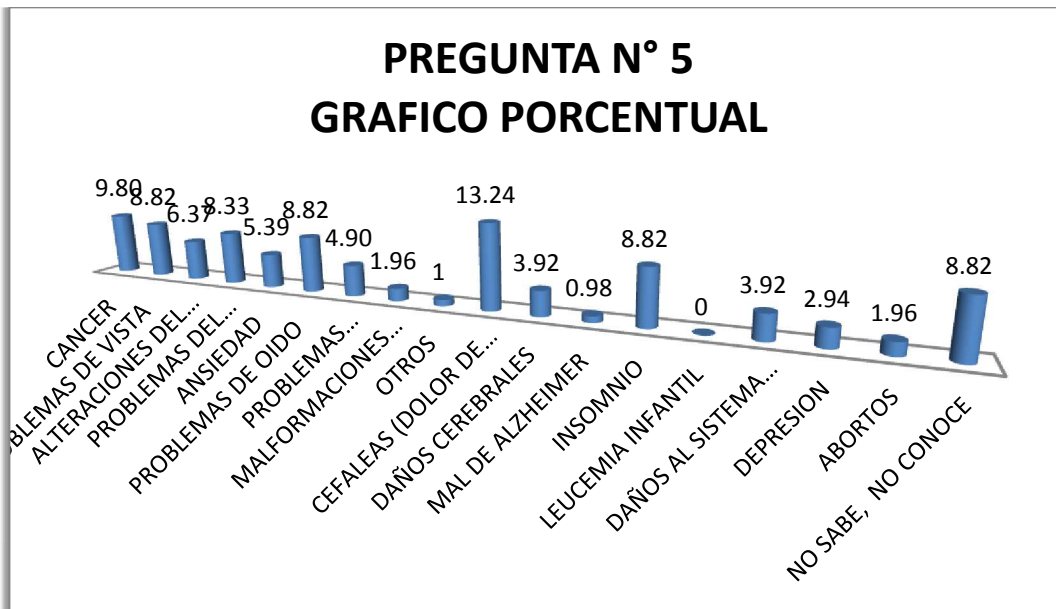
Elaboración: Autor

Gráfico 9: Pregunta 5



Elaboración: Autor

Gráfico 10: Pregunta 5



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 18 opciones referentes a qué enfermedades han padecido o tienen actualmente los miembros de la familia.

Los encuestados escogieron tres opciones en promedio, dando como resultado que la mayor cantidad de padecimientos en las familias son las cefaleas (dolor de cabeza) con el 13,24%, seguido del cáncer con un 9,80% y se reparten con un 8,82 % cada una enfermedades como problemas de oído, de vista e insomnio, así como un 8,33% de personas con problemas del corazón. Se tienen también porcentajes del 6,37% y 5,39 % de enfermedades relacionadas con alteraciones del comportamiento y de cuadros de ansiedad, respectivamente.

Con estas respuestas se establece que existe una amplia gama de enfermedades existentes o que han padecido las personas que se encuentran en el trayecto de las líneas eléctricas investigadas.

Pregunta No.6

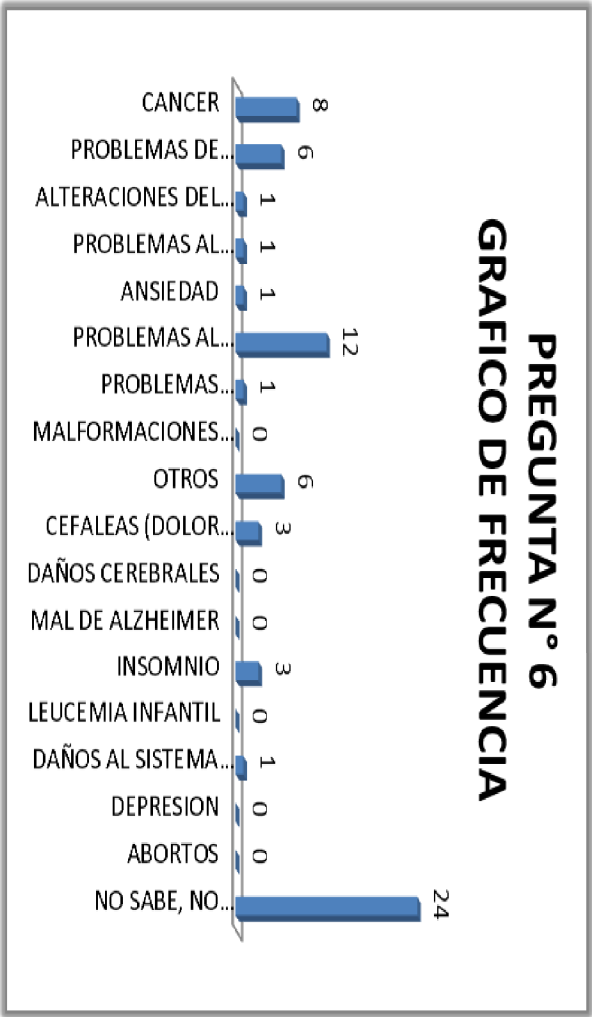
¿Considera usted que alguno de estos problemas en la salud de su familia, son consecuencia de las líneas de Alta Tensión cercanas a su vivienda?

Cuadro 11: Pregunta 6

OPCIONES	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
1	CANCER	8	11,94
2	PROBLEMAS DE VISTA	6	8,96
3	ALTERACIONES DEL COMPORTAMIENTO	1	1,49
4	PROBLEMAS AL CORAZON	1	1,49
5	ANSIEDAD	1	1,49
6	PROBLEMAS AL OIDO	12	17,91
7	PROBLEMAS PSICOLOGICOS	1	1,49
8	MALFORMACIONES CONGENITAS	0	0
9	OTROS	6	8,96
10	CEFALEAS (DOLOR DE CABEZA)	3	4,48
11	DANOS CEREBRALES	0	0
12	MAL DE ALZHEIMER	0	0
13	INSOMNIO	3	4,48
14	LEUCEMIA INFANTIL	0	0
15	DANOS AL SISTEMA NERVIOSO	1	1,49
16	DEPRESION	0	0
17	ABORTOS	0	0
18	NO SABE, NO CONOCE	24	35,82
TOTAL:		67	100,00

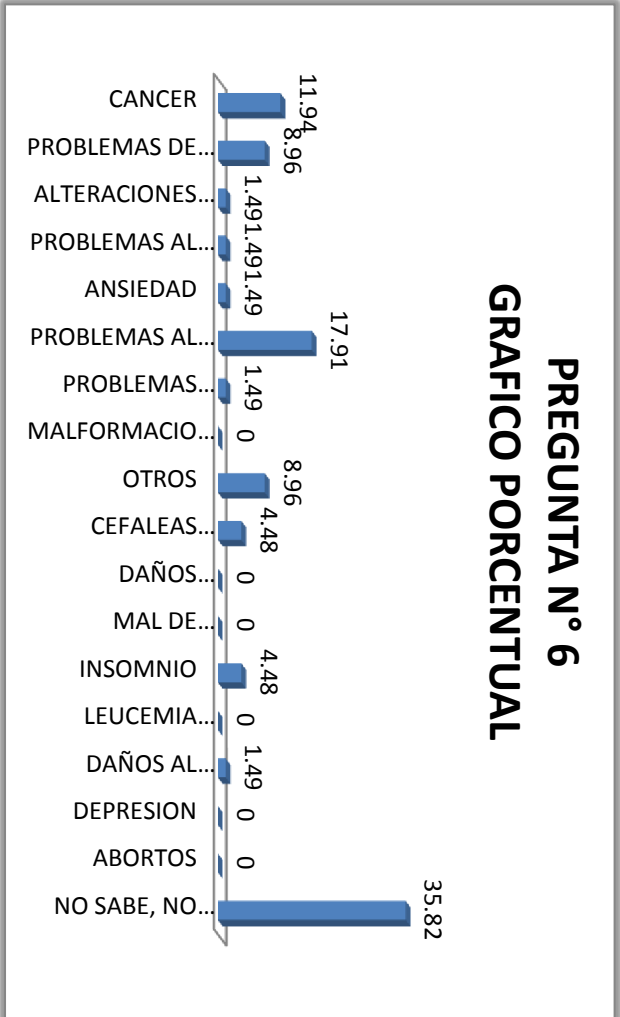
Elaboración: Autor

Gráfico 11: Pregunta 6



Elaboración: Autor

Gráfico 12: Pregunta 6



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 18 opciones referentes a si se considera que los problemas en la salud de la familia indicados anteriormente y que fueron evaluados en la pregunta 5, son consecuencia de las líneas de Alta Tensión cercanas a la vivienda del encuestado.

El mayor porcentaje de los encuestados, un 35,82% no sabe o no conoce si son las líneas de Alta Tensión las que han provocado los problemas de salud a su familia, también se verifica que un importante número de personas cree que son la causa de problemas del oído (17,91%) y del padecimiento del cáncer (11,94%).

Con estas respuestas se establece que la población desconoce en su mayoría si los campos electromagnéticos CEM de las líneas eléctricas existentes son la causa de la amplia gama de enfermedades existentes o que han padecido, por esta razón el público ha reaccionado solicitando información.

Así también debido al ruido que provocan las líneas, un 17,91% de los encuestados considera que les han provocado problemas del oído; esto se explica por el denominado efecto corona²⁰, que consiste en la ionización del aire que rodea a los conductores de Alta Tensión. Este fenómeno tiene lugar cuando el gradiente eléctrico supera la rigidez dieléctrica del aire y se manifiesta en forma de pequeñas chispas o descargas a escasos centímetros de los cables. Como consecuencia del efecto corona se produce una emisión de energía acústica y energía electromagnética en el rango de las radiofrecuencias, de forma que los conductores pueden generar ruido e interferencias en la radio y la televisión; otra consecuencia es la producción de ozono y óxidos de nitrógeno.

El ruido que se tiene por el efecto corona consiste en un zumbido de baja frecuencia (sobre los 100 Hz) provocado, a su vez, por el movimiento de los

²⁰ <http://www.ceac.es/blog/inicio/2013/01/29/efecto-corona-en-lineas-de-transmision>

iones y un chisporroteo producido por las descargas eléctricas, el cual puede ser mayor con la humedad o presencia de lluvias.

Es importante indicar que un 11,94% de los encuestados cree que el padecimiento del cáncer en sus familias es causado por el efecto de las líneas eléctricas de alta tensión cercanas a sus viviendas, esto ratifica la evidente preocupación social por los posibles efectos sobre la salud humana asociados a la exposición a CEM.

Pregunta No.7

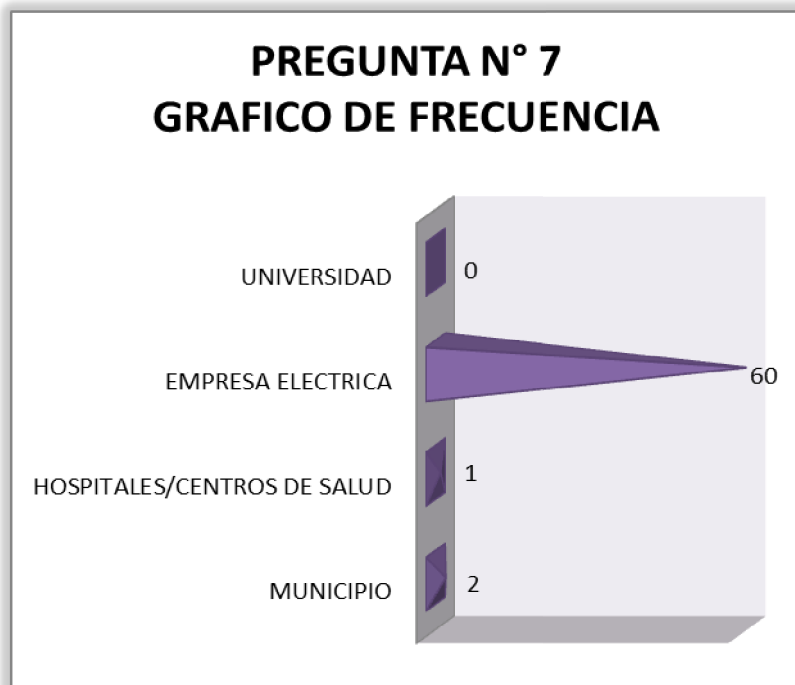
¿A quién cree que le correspondería informar sobre algún riesgo producido por las líneas eléctricas de Alta Tensión?

Cuadro 12: Pregunta 7

OPCION	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
1	MUNICIPIO	2	3,17
2	HOSPITALES/CENTROS DE SALUD	1	1,59
3	EMPRESA ELECTRICA	60	95,24
4	UNIVERSIDAD	0	0
TOTAL:		63	100,00

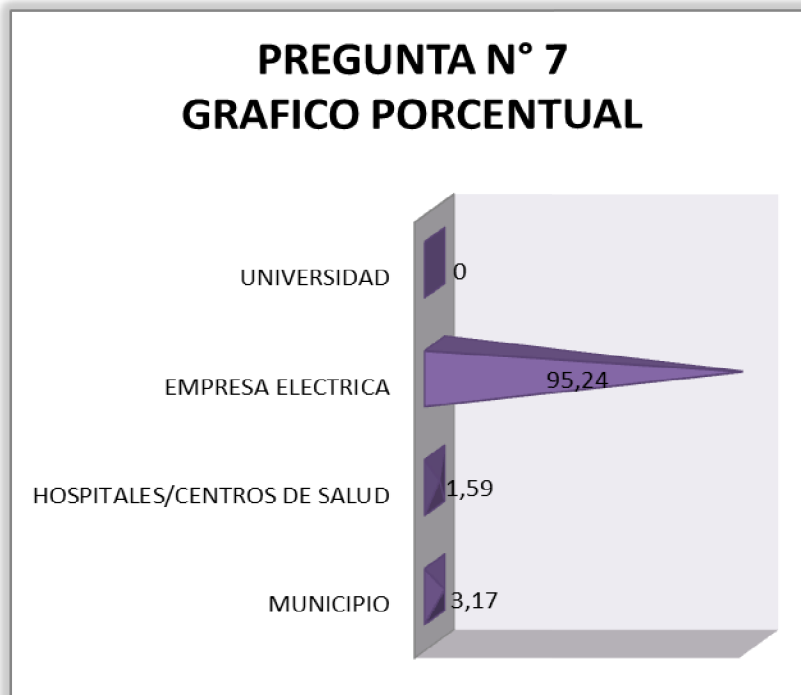
Elaboración: Autor

Gráfico 13: Pregunta 7



Elaboración: Autor

Gráfico 14: Pregunta 7



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 4 opciones referentes a quien se considera que le correspondería informar sobre algún riesgo producido por las líneas eléctricas de Alta Tensión.

La mayoría de los encuestados el 95,24% cree que es el deber de la Empresa Eléctrica informar sobre algún riesgo producido por las líneas eléctricas de Alta Tensión, un pequeño porcentaje del 3,17% considera que esta tarea le corresponde al Municipio local y un 1,59% que debe ser informado por los Hospitales o Centros de Salud.

Estas respuestas denotan que la ciudadanía identifica claramente a quien considera como responsable de la información, y conlleva también a que se realicen planes de acción conjuntas y coordinadas entre todas las instituciones indicadas en la pregunta, para el tratamiento de este tema.

Pregunta No.8

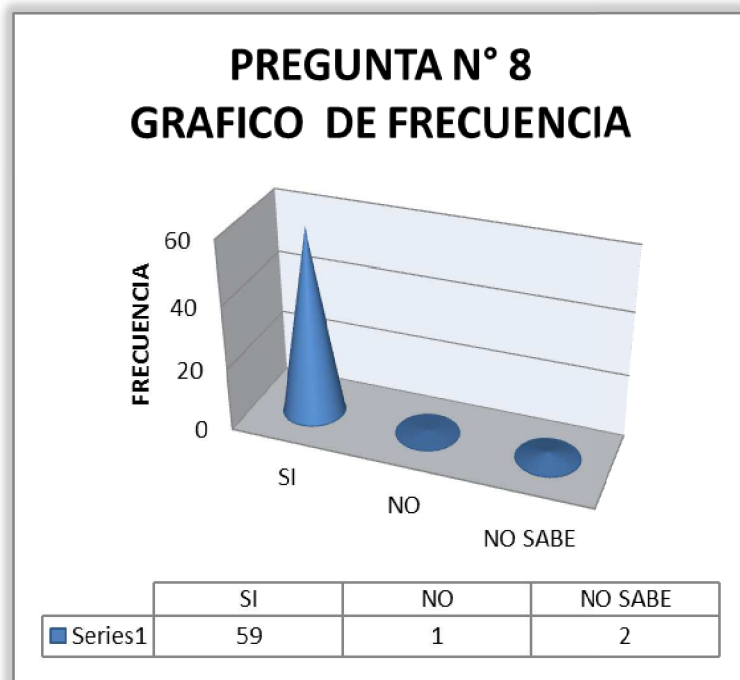
¿Está usted de acuerdo que se realicen mediciones de los campos electromagnéticos (CEM) producidas por las líneas de Alta Tensión?

Cuadro 13: Pregunta 8

OPCION	DESCRIPCION	FRECUENCIA	%
1	SI	59	95,16
2	NO	1	1,61
3	NO SABE	2	3,23
TOTAL:		62	100,00

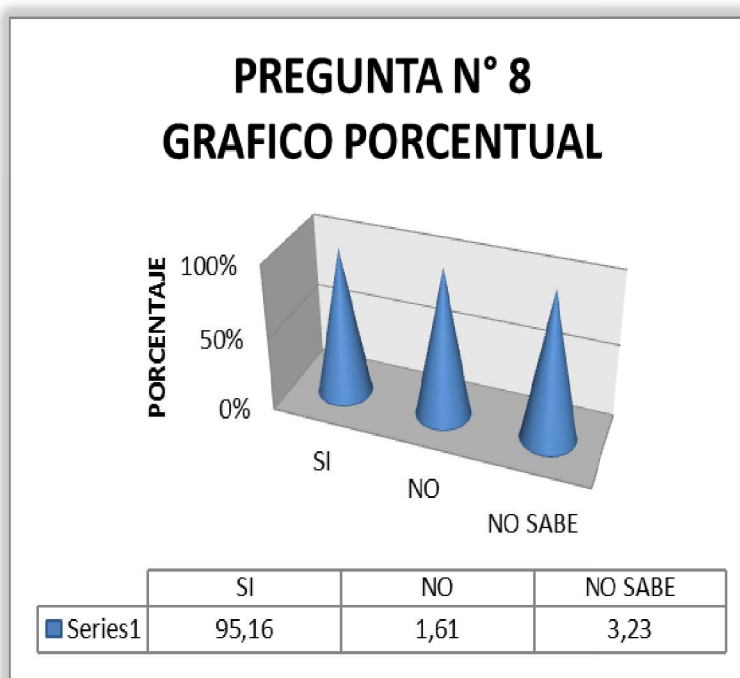
Elaboración: Autor

Gráfico 15: Pregunta 8



Elaboración: Autor

Gráfico 16: Pregunta 8



Elaboración: Autor

Análisis

Para esta pregunta, en el cuestionario se plantearon 3 opciones referentes a si se está de acuerdo que se realicen mediciones de los campos electromagnéticos (CEM) producidas por las líneas de Alta Tensión.

La mayoría de los encuestados el 95,16% está de acuerdo que se realicen mediciones de los campos electromagnéticos (CEM) producidas por las líneas de Alta Tensión, un pequeño porcentaje del 3,23% no sabe si es necesario y un 1,61% no está de acuerdo en que se realicen estas mediciones.

Con estas respuestas se determina que existe un legítimo interés de la ciudadanía de conocer cuáles son los valores de estos campos electromagnéticos y conocer si los mismos cumplen con la normativa establecida.

Registro fotográfico de encuestas realizadas

Ilustración 16: Sector Parroquia Colorado y Ciudadela Montalván del Cantón Montecristi.



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

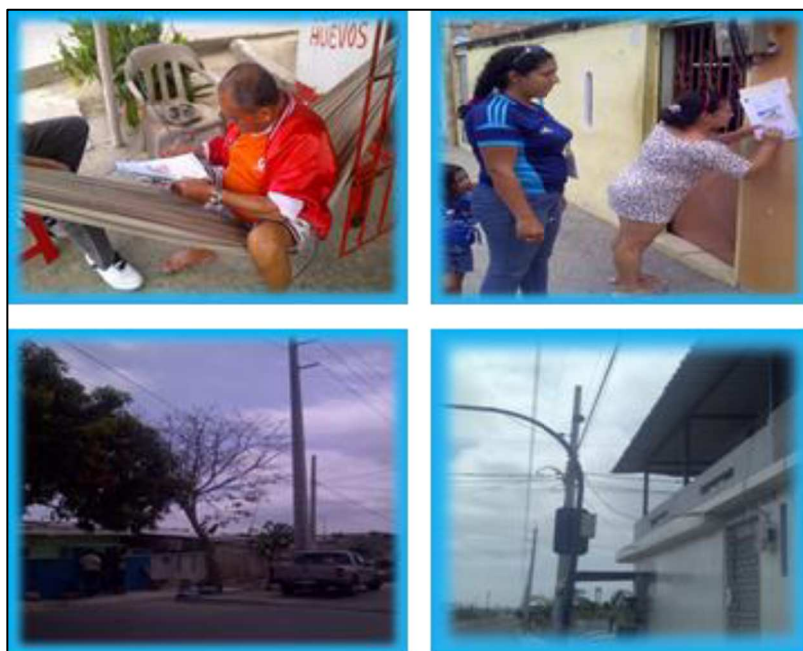
Ilustración 17: Barrio 15 de abril y Parroquia Eloy Alfaro del Cantón Manta



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

Ilustración 18: Barrió 26 de septiembre, Vía Interbarrial, Barrio Santa Ana del Cantón Manta



Fuente: Autor

Elaboración: Autor

4.1.1 Discusión de los resultados de la Encuesta

De la encuesta realizada a la muestra extraída de la población que habita en el eje de las líneas de subtransmisión a 69 KV Manta- Montecristi, es evidente la preocupación social por los posibles efectos sobre la salud humana asociados a la exposición a campos electromagnéticos CEM y la gente mayoritariamente considera que las líneas de Alta Tensión causan algún riesgo para la salud al pasar cerca o encima de sus casas. Naturalmente la gente tiene temor a las líneas eléctricas cercanas a sus viviendas, no sólo por los eventuales y pocos probables accidentes de caídas de las líneas a ese nivel de tensión, sino por la información que de alguna u otra manera tienen sobre las radiaciones electromagnéticas producidas.

Se han realizado más de 25,000 publicaciones en los últimos años de algunos estudios epidemiológicos que asociaron la exposición a CEM de frecuencias extremadamente bajas, procedentes de líneas de alta tensión, con determinados tipos de leucemia. Así también, informaciones alarmistas o poco rigurosas desde el punto de vista científico contribuyen a generar un clima de rechazo, miedo y desconfianza sobre los efectos reales de la exposición a los CEM, independientemente de que su fuente se encuentre en las líneas de alta tensión, los electrodomésticos, las antenas de radio y televisión o las antenas de telefonía móvil.

El ciudadano necesita saber que los posibles riesgos para su salud pueden controlarse y cuáles son las condiciones para conseguirlo, para ello se requiere información fidedigna sobre posibles riesgos de los CEM para la salud, y sobre cómo se controlan esos riesgos, siendo necesario realizar una correcta "*evaluación del riesgo*"²¹.

²¹ Vargas, 1999

En otras palabras, no se disponen hasta la actualidad pruebas experimentales convincentes y no se ha demostrado un modelo biológico plausible que justifique el desarrollo de enfermedades relacionadas con la exposición a CEM.

Suprimir la exposición a una fuente potencial de riesgo no es siempre ni factible ni deseable, esta exposición está ligada a actividades de las que se deriva un importante beneficio personal e incluso social: energía eléctrica, comunicaciones, ordenadores, telefonía, etc., que, de alguna forma, definen el desarrollo de los países industrializados.

La supresión o disminución del riesgo siempre tiene unos costos que deben ser evaluados desde el punto de vista de su costo-beneficio antes de su aprobación. Siempre informando a la población sería más efectivo desviar los tendidos eléctricos a las distancias adecuadas, desde su ubicación en los núcleos de población y mejorar si son necesarias las Normativas existentes. Todo ello con el compromiso, por parte de los Municipios de prohibir o extender las zonas urbanas a los espacios asignados para la ubicación de las líneas de alta tensión, es decir siempre respetando la franja de servidumbre.

En el presente caso, pudo determinarse de la revisión documental en la empresa eléctrica y de la información proporcionada por los ingenieros de campo más antiguos, que en la mayoría de los casos analizados en esta Tesis de Grado, primero se construyeron las líneas eléctricas de alta tensión y luego por el crecimiento desordenado de la población, falta de planificación territorial e invasiones, se asentaron las viviendas prácticamente debajo de las líneas, permaneciendo así por muchos años, hasta que con la intervención de CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí con fecha el 18 de mayo del 2013 se concretó la rehabilitación y cambio de la ruta de las líneas de 69 kV M1 y M3 Manta-Montecristi, con lo cual se dieron sustanciales mejoras y seguridad, habiéndose reducido ostensiblemente el número de viviendas potencialmente afectadas por CEM.

4.2 Descripción y Análisis de los resultados de las Mediciones de Campos Electromagnéticos (CEM).

Las mediciones de campos electromagnéticos CEM se realizaron en 12 puntos o sitios en donde mayormente se tenía cercanía de las líneas con las viviendas y por ende como los de mayor potencial de riesgo de afectación. Fueron realizadas con la participación técnica especializada de personal técnico de la Empresa IPSOMARY S.A de la Ciudad de Guayaquil, mismas que fueron realizadas el día 8 de mayo del 2014.

En la presente gráfica tomada del google earth, se observan los 12 puntos de medición realizados en el eje de las líneas M1 y M3 a 69 kV Manta – Montecristi, asignadas desde P1 a la P12.

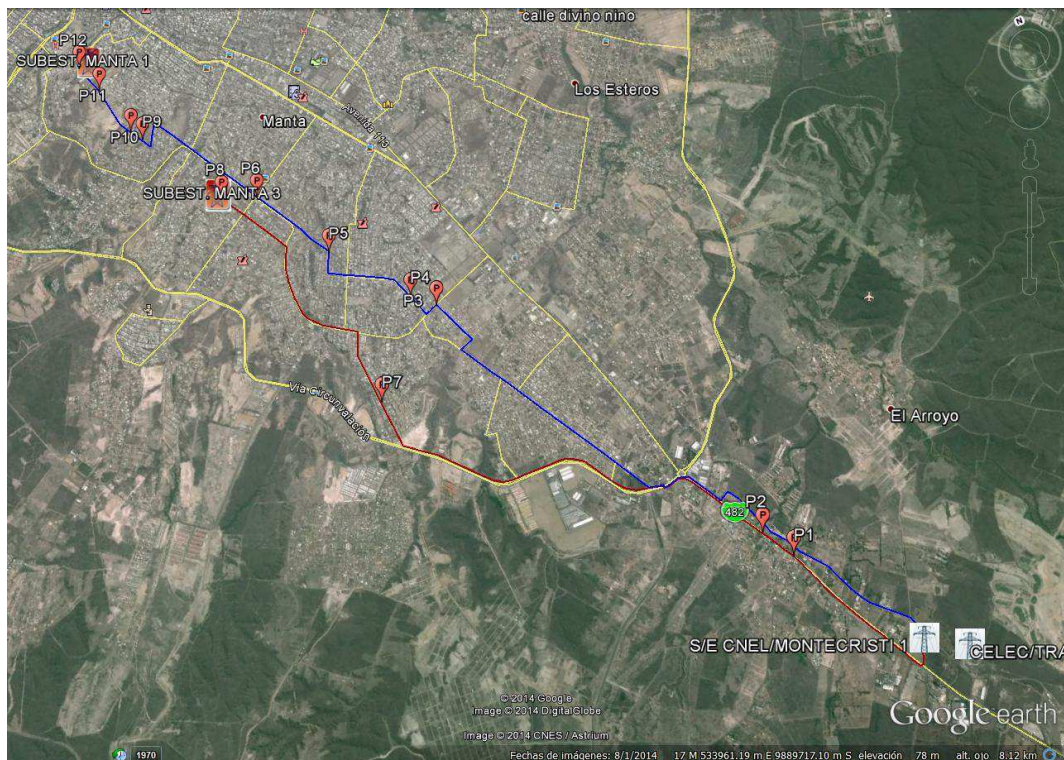
Ilustración 19: Ubicación de los 12 puntos de medición de CEM realizados.



Fuente: Google Earth

Elaboración: Autor

Ilustración 20: Trazado líneas a 69 KV M1 y M3 con los 12 puntos de medición de CEM realizados.



Fuente: Google Earth

Elaboración: Autor

Las estructuras eléctricas que sostienen las líneas de 69 kV M1 y M3, en este recorrido son las indicadas en el **ANEXO D**.

El equipo utilizado para medición de campos electromagnéticos (CEM), fue un medidor de emisiones electromagnéticas marca Sper Scientific Modelo 840045 con un rango de 0.1 - 199.9 miliGauss, 0 -19.99 microTesla, precisión de +/- 2.5 %, rango de frecuencia de 30 -300 Hz y que opera en condiciones de 32 - 122°F (0 - 50°C) < 80% RH, mismo que se encontraba con calibración vigente hasta el 28 de junio del 2014, los resultados son dados por el equipo en forma inmediata en los lugares elegidos.

Los resultados obtenidos de las mediciones son comparados con los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, para público en general y para personal ocupacionalmente

expuesto, que se encuentran establecidos en la Tabla 1 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos (R.O. 041 del 14 de Marzo del 2007) y en la Tabla 2 de la misma Norma los Niveles de referencia para limitar la exposición a radiaciones no ionizantes 60 HZ para líneas de alta tensión en el límite de su franja de servidumbre.

Las indicadas tablas de referencia son las siguientes:

Tabla 1

Niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60 Hz

Tipo de exposición	Intensidad Campo Eléctrico	Intensidad Campo Magnético	Densidad de Flujo Magnético(B) (Micro Teslas)
Público en General	4167	67	83
Personal expuesto / Ocupacionalmente	8333	333	417

Fuente: Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998 Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz)

Tabla 2

Niveles de referencia para limitar la exposición a radiaciones no ionizantes 60 Hz para líneas de alta tensión, medidos en el límite de su franja de servidumbre

Nivel de Voltaje (kV)	Intensidad Campo Eléctrico (E) (V/ M)	Densidad de flujo Magnético (B) (μT)	Ancho de la franja de servidumbre (M)
230	4 167	83	30
138	4 167	83	20
69	4 167	83	16

Fuente: Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998 Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz)

Condiciones Ambientales y Coordenadas Geográficas de los puntos de medición de CEM

En el siguiente cuadro se muestran las condiciones ambientales promedio del día jueves 8 de mayo del 2014 cuando fueron realizadas las mediciones de CEM y las coordenadas geográficas del trazado de las líneas M1 y M3 donde se realizaron:

Cuadro 14: Condiciones Ambientales y Coordenadas Geográficas de los puntos de medición de CEM

Sector	Coordenadas Geográficas	Temperatura °c	Humedad Relativa %	Velocidad Viento m/s	Nubosidad
P1. Parroquia Colorado Cantón Montecristi	535541E- 9887580N ±6	28.5	65.4	0.0	6/8
P2. Parroquia Colorado Junto al Hotel Orlando	535363E- 9887847N ±7	28.6	65.2	0.0	6/8
P3. Vía Interbarrial Parroquia Manta	533357E- 9890729N ±5	29.3	63.7	0.1	6/8
P4. Barrio 15 de Abril	533160E- 9890885N ±5	29.7	62.4	0.2	6/8
P5. Barrio 26 de Septiembre Parroquia Eloy Alfaro	532585E- 9891538N ±6	29.6	62.2	0.2	6/8
P6. Vía Interbarrial Barrio San Pedro	532111E- 9892285N ±6	29.7	61.7	0.2	6/8
P7. Barrio Santa Ana	532617E- 9890043N ±5	29.4	60.9	0.3	8/8
P8. Barrio San Pedro Parroquia Tarqui Exterior S/E Manta 3	531796E- 9892379N ±4	29.4	61.9	0.3	8/8
P9. Barrio Bellavista e Interbarrial	531251E- 9893203N ±8	30.0	65.9	0.2	8/8
P10. Barrio Las Cumbres	531167E- 9893328N ±4	29.7	66.0	0.2	8/8
P11. Barrio Altos del Jocay	530991E- 9893851N ±5	29.9	66.3	0.2	8/8
P12. Interior Subestación Manta 1	530864E- 9894144N ±4	29.6	68.5	0.2	8/8

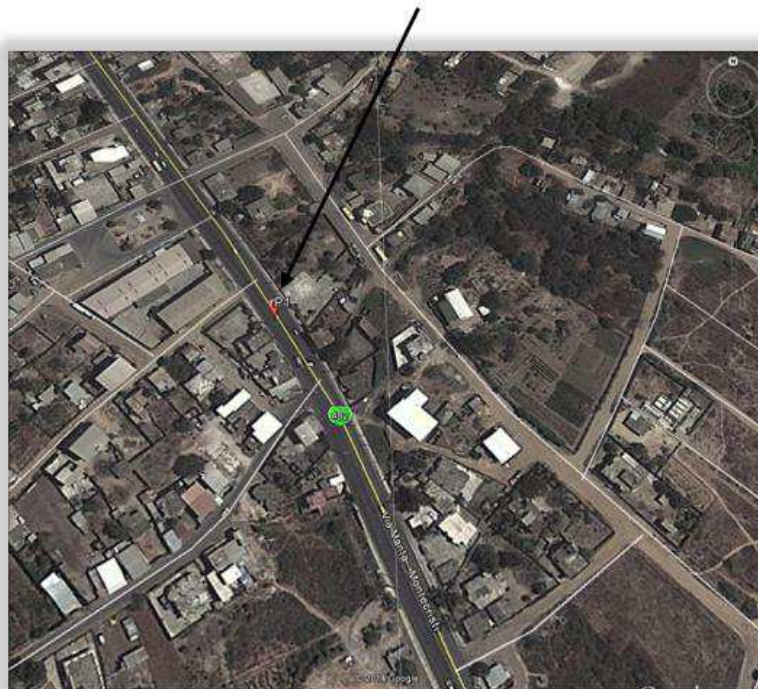
Elaboración: Autor

Características y registro fotográfico de los puntos de medición

Punto 1 de Medición

Realizado en la Parroquia Colorado del Cantón Montecristi a las 10H52, Línea M1 Montecristi- Manta, junto a edificación con una separación de 4 metros, respecto a línea en disposición vertical de 69 kV.

Ilustración 21: P1. Parroquia Colorado-Cantón Montecristi (535541E-9887580N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 22: Momento de la medición P1. Parroquia Colorado-Cantón Montecristi (535541E-9887580N)



Elaboración: Autor

Punto 2 de Medición

Realizado en la Parroquia Colorado del Cantón Montecristi a las 11H10, Línea M1 Montecristi- Manta, tomada en el tercer piso del Hotel Orlando con una separación de 1 metro respecto a línea en disposición vertical de 69 kV.

Ilustración 23:P2. Parroquia Colorado en tercer piso Hotel Orlando (535363E-887847N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 24: Momento de la medición P2. Parroquia Colorado en tercer piso Hotel Orlando (535363E-887847N)



Elaboración: Autor

Punto 3 de Medición

Realizado en la Vía Interbarrial del Cantón Manta a las 11H32, Poste P73, Línea M1 Montecristi- Manta, con una separación de 1 metro de la línea de 69 kV respecto a vivienda.

Ilustración 25: P3. Vía Interbarrial Parroquia Manta (533357E-9890729N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 26: Momento de la medición P3. Vía Interbarrial Parroquia Manta (533357E-9890729N)

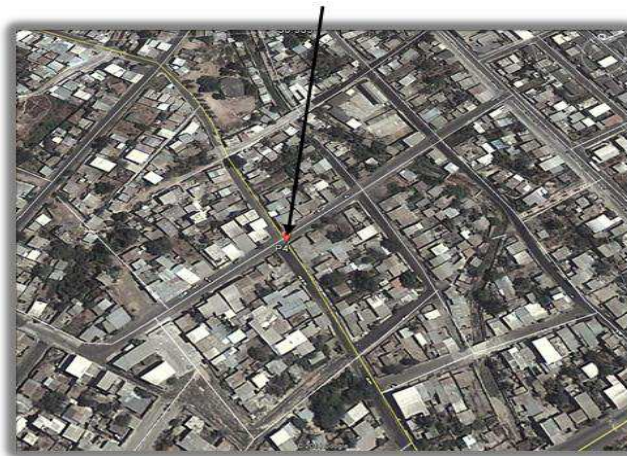


Elaboración: Autor

Punto 4 de Medición

Realizado en la Cdla. 15 de Abril del Cantón Manta a las 11H45, Poste P79, Línea M1 Montecristi- Manta, con una separación de 1 metro de la línea de 69 kV respecto a vivienda.

Ilustración 27: P4. Barrio 15 de Abril (533160E-9890885N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 28: Momento de la medición P4. Barrio 15 de Abril (533160E-9890885N)



Elaboración: Autor

Punto 5 de Medición

Realizado en el Barrio 26 de Septiembre Calle 317 y av. 215 A del Cantón Manta a las 12H06, Poste P93, Línea M1 Montecristi- Manta, con una separación de 1 metro de la línea de 69 KV respecto a techo de vivienda.

Ilustración 29: P5. Barrio 26 de Septiembre Parroquia Eloy Alfaro (532585E-9891538N)



Fuente: Google Earth

Elaboración: Autor

Ilustración 30: Momento de la medición P5. Barrio 26 de Septiembre Parroquia Eloy Alfaro (532585E-9891538N)



Elaboración: Autor

Punto 6 de Medición

Realizado en el Barrio San Pedro Vía Interbarrial del Cantón Manta a las 12H15, Poste P105, Línea M1 Montecristi- Manta, con una separación de 50 centímetros de la línea de 69 KV respecto a vivienda.

Ilustración 31:P6. Vía Interbarrial Barrio San Pedro (532111E-9892285N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 32: Momento de la medición P6. Vía Interbarrial Barrio San Pedro (532111E-9892285N)



Elaboración: Autor

Punto 7 de Medición.

Realizado en el Barrio Santa Ana Parroquia Eloy Alfaro del Cantón Manta a las 12H30, Poste P92, Línea M3 Montecristi- Manta, con un árbol debajo de la línea de 69 KV.

Ilustración 33:P7. Barrio Santa Ana (532617E-9890043N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 34: Momento de la medición P7. Barrio Santa Ana (532617E-9890043N)

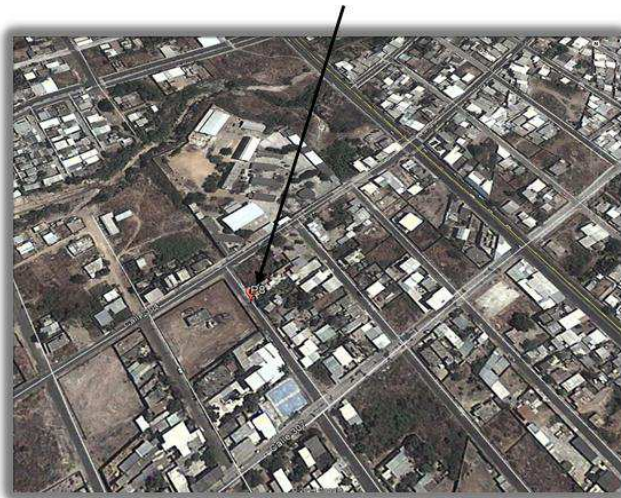


Elaboración: Autor

Punto 8 de Medición

Realizado en el Barrio San Pedro del Cantón Manta a lado de la subestación Manta 3 a las 12H45, Poste P138, Línea M3 Montecristi- Manta.

Ilustración 35:P8. Barrio San Pedro Parroquia Tarqui (531796E-9892379N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 36: Momento de la medición P8. Barrio San Pedro Parroquia Tarqui (531796E-9892379N)



Elaboración: Autor

Punto 9 de Medición

Realizado en el Barrio Las Cumbres del Cantón Manta a las 13H15, Línea M1 Montecristi- Manta, cerca de estructura H sector Bellavista.

Ilustración 37:P9. Barrio Bellavista e Interbarrial (531251E-9893203N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 38: Momento de la medición P9. Barrio Bellavista e Interbarrial (531251E-9893203N)

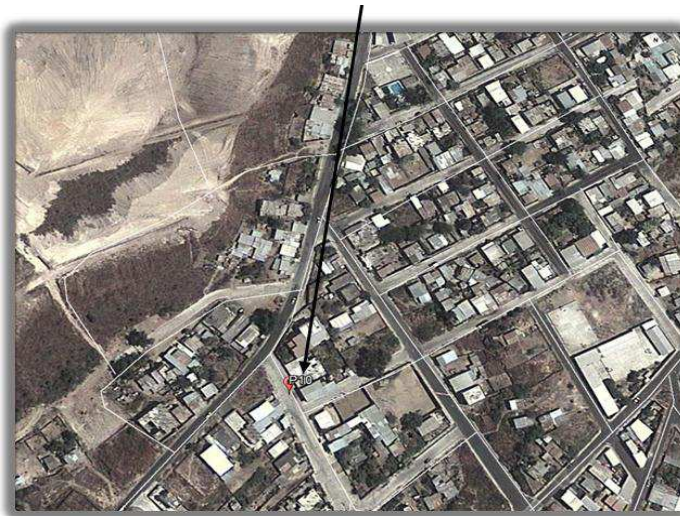


Elaboración: Autor

Punto 10 de Medición

Realizado en el Barrio Las Cumbres del Cantón Manta a las 13H25, Línea M1 Montecristi- Manta, centro de vano largo.

Ilustración 39:P10. Barrio Las Cumbres (531167E-9893328N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 40: Momento de la medición P10. Barrio Las Cumbres (531167E-9893328N)



Elaboración: Autor

Punto 11 de Medición

Realizado en el Barrio Jocay Alto del Cantón Manta a las 13H40, Pórtico de llegada de línea de 69 KV antes de llegar a subestación Manta 1.

Ilustración 41: P11. Barrio Jocay Alto (530991E-9893851N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 42: Momento de la medición P11. Barrio Jocay Alto (530991E-9893851N)

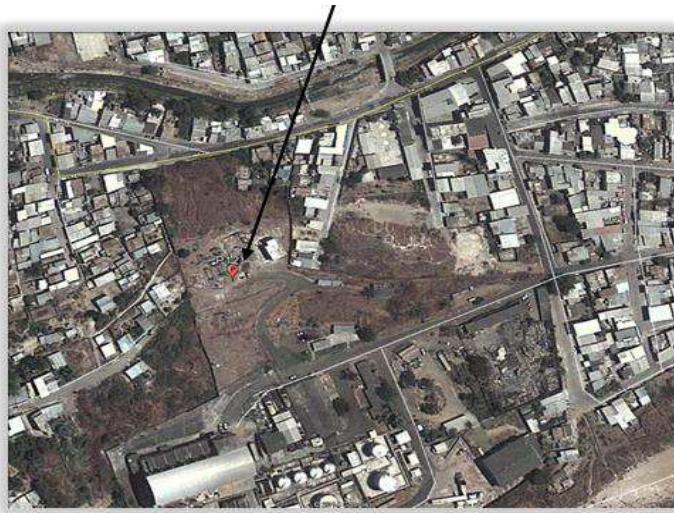


Elaboración: Autor

Punto 12 de Medición

Realizado dentro de la Subestación Manta 1 Barrio Miraflores del Cantón Manta a las 13H52, llegada de línea de 69 KV.

Ilustración 43:P12. Subestación Manta 1 (530864E-9894144N)



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Ilustración 44: Momento de la medición P12. Subestación Manta 1 (530864E-9894144N)



Elaboración: Autor

Análisis comparativo respecto a la normativa vigente

A continuación se adjuntan los resultados del análisis comparativo considerando los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, indicado en la Tabla 1 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos (R.O. 041 del 14 de Marzo del 2007) y en la Tabla 2 de la misma Norma los Niveles de referencia para limitar la exposición a radiaciones no ionizantes 60 HZ para líneas de alta tensión en el límite de su franja de servidumbre.

Para el efecto, se considera el valor del nivel de referencia de la Tabla 1 Tipo de Exposición “Público en General” y de la Tabla 2 el valor definido para nivel de voltaje 69 Kv, que es el caso analizado y medido en el eje de las líneas de subtransmisión Manta- Montecristi.

Con estas consideraciones, los resultados obtenidos son los siguientes:

Cuadro 15: Resultados de mediciones de Campos Electromagnéticos (CEM) línea M1 y M3 a 69 kV

Manta-Montecristi

RESULTADOS DE MEDICIONES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS (CEM) LÍNEA M1 y M3 A 69 kV MANTA-MONTECRISTI					
Puntos de Medición	Lugar de medición	Unidad de medida	Valor Encontrado	Nivel de Referencia*	Evaluación
P1.	Parroquia Colorado Cantón Montecristi 535541E-9887580N ±6	μ Tesla	0.27	83	CUMPLE
P2.	Parroquia Colorado Junto al Hotel Orlando 535363E-9887847N ±7	μ Tesla	1.17	83	CUMPLE
P3.	Vía Interbarrial Parroquia Manta 533357E-9890729N ±5	μ Tesla	0.51	83	CUMPLE
P4.	Barrio 15 de Abril 533160E-9890885N ±5	μ Tesla	0.81	83	CUMPLE
P5.	Barrio 26 de Septiembre Parroquia Eloy Alfaro 532585E-9891538N ±6	μ Tesla	0.74	83	CUMPLE
P6.	Vía Interbarrial Parroquia Eloy Alfaro 532111E-9892285N ±6	μ Tesla	1.30	83	CUMPLE
P7.	Barrio Santa Ana 532617E-9890043N ±5	μ Tesla	0.57	83	CUMPLE
P8.	Barrio San Pedro Parroquia Tarqui Exterior S/E Manta 3 531796E-9892379N ±4	μ Tesla	0.77	83	CUMPLE
P9.	Barrio Bellavista e Interbarrial 531251E-9893203N ±8	μ Tesla	0.90	83	CUMPLE
P10.	Barrio Las Cumbres 531167E-9893328N ±4	μ Tesla	0.25	83	CUMPLE
P11.	Barrio Altos del Jocay 530991E-9893851N ±5	μ Tesla	0.65	83	CUMPLE
P12.	Sub-Estación Manta 1 530864E-9894144N ±4	μ Tesla	2.90	417	CUMPLE

***Fuente: Comisión Internacional De Protección De Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998 Recomendaciones Para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300GHz)**

Elaboración: Autor

Los resultados obtenidos **determinan que los puntos analizados cumplen con los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz**, que establece la Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998 Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz).

4.2.1 Discusión de los resultados de las Mediciones de Campos Electromagnéticos (CEM)

Los resultados obtenidos en las mediciones de CEM en el trayecto de la línea a 69 kV Manta-Montecristi, indican que los puntos analizados cumplen con los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz, que establece la Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998, Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz), acogidos por el Ecuador en la Normativa Ambiental vigente. **Esto plantea la controversia, que es la misma a nivel mundial, que se centra en conocer si estos bajos niveles de exposición a largo plazo y en forma sostenida, pueden o no provocar respuestas biológicas e influir en el bienestar de las personas.**

Se evidencia que tanto los campos eléctricos como los magnéticos inducen tensiones eléctricas y corrientes en el organismo, pero incluso justo debajo de una línea de transmisión de electricidad de alta tensión las corrientes inducidas son muy pequeñas comparadas con los umbrales para la producción de sacudidas eléctricas u otros efectos eléctricos.

En los últimos 30 años, se han publicado aproximadamente 25.000 artículos sobre los efectos biológicos y aplicaciones médicas de la radiación no ionizante. Basándose en una revisión profunda de las publicaciones científicas, la OMS concluyó que los resultados existentes no confirman que la exposición a campos electromagnéticos de baja intensidad produzca consecuencia para la salud. Sin

embargo, los conocimientos sobre los efectos biológicos presentan algunas inquietudes que requieren ser más investigadas.

Con ocasión de la realización de esta Tesis de Grado, y una vez revisada la extensa investigación de estudios epidemiológicos y biológicos y la normativa vigente en otros países sobre las R.N.I (Radiaciones No Ionizantes) de baja frecuencia; se plantea la necesidad de que la Normativa Ecuatoriana sobre las Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos sea revisada, haciéndola mucho más estricta a efectos de aplicar el concepto de "evitación prudente" Prudent Avoidance a la exposición a CEM, como un simple principio de precaución que lleve tranquilidad al público, lo cual es concordante con el **"Principio de Precaución"** establecido en la Declaración de Río de 1992 (Principio N° 15).

Sobre este Principio se indica que: *"Ante la incertidumbre existente con respecto a los campos electromagnéticos se debe adoptar el principio de "evitación prudente" (Prudent avoidance) que aconseja: reducir las exposiciones que puedan ser evitadas con pequeñas inversiones de dinero y esfuerzo. No hacer nada drástico o costoso hasta que la investigación provea un panorama más claro de si en verdad hay riesgo, y de haberlo, qué tan grande es²²."*

Así también, se hace necesario que las empresas eléctricas ecuatorianas, ya sean estas de generación, transmisión y de distribución, brinden al público información realista y actualizada sobre el avance de las investigaciones a nivel mundial sobre el tema de los campos electromagnéticos producidos por este tipo de instalaciones eléctricas.

²² Department of Engineering and Public Policy, Carnegie Mellon University , Pittsburg , PA 15213

4.3 COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS

4.3.1 Hipótesis

Los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, producen afectación en la salud de las personas.

4.3.2 Variables

X = Variable Independiente= Campos electromagnéticos de baja frecuencia (60 Hz)

Y = Variable Dependiente= Salud de las personas

4.3.3 Formulación de Hipótesis Nula (Ho) y alterna (H1)

Ho = Los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, no producen afectación en la salud de las personas.

H1 = Los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, si producen afectación en la salud de las personas.

Por tanto, la hipótesis se verifica o se rechaza sobre la base de las respuestas obtenidas de la pregunta 6 realizada a la muestra de la población.

Pregunta No.6

¿Considera usted que alguno de estos problemas en la salud de su familia, son consecuencia de las líneas de Alta Tensión cercanas a su vivienda?

El mayor porcentaje de los encuestados, un 35,82% no sabe o no conoce si son las líneas de Alta Tensión las que han provocado los problemas de salud a su

familia, también se verifica que un importante número de personas cree que son la causa de problemas del oído (17,91%) y del padecimiento del cáncer (11,94%).

Con estas respuestas, se establece que la población desconoce en su mayoría si los campos electromagnéticos CEM de las líneas eléctricas existentes son la causa de la amplia gama de enfermedades existentes o que han padecido.

Además, los resultados obtenidos en las mediciones de CEM en el trayecto de la línea a 69 kV Manta-Montecristi, indican que los puntos analizados cumplen con los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz, que establece la Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998, Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz), acogidos por el Ecuador en la Normativa Ambiental vigente.

Con estas consideraciones de tipo cuantitativo y cualitativo, obtenidos a través de las diferentes técnicas de investigación utilizadas en esta tesis, permiten determinar que se acepta la hipótesis nula H_0 y se rechaza la hipótesis alterna H_1 , es decir, que los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz), producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, no producen afectación en la salud de las personas.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados encontrados en la presente Tesis De Grado que ha buscado determinar el grado de afectación ambiental por campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en el eje Manta-Montecristi, y considerando los objetivos planteados en la investigación; se establecen las siguientes conclusiones y recomendaciones:

5.1 CONCLUSIONES

1. Hasta la presente fecha, los estudios científico técnicos, epidemiológicos y biológicos no han podido determinar con certeza sobre los posibles riesgos a la salud relacionados con los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz); sin embargo ante la duda la investigación sigue realizándose y obligatoriamente debe derivar en la aplicación del Principio de Precaución contenido en el Artículo 396 de la Constitución Política del Ecuador, el cual dice: *“El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas”*. Esto también es concordante con el "Principio de Precaución" establecido en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Principio 15).
2. Las evidencias científicas sobre **los efectos a largo plazo** de la exposición a CEM, no permiten actualmente afirmar que existan riesgos para la salud. Esta afirmación no significa que se descarte de manera absoluta la posibilidad de que nuevos estudios experimentales, clínicos y epidemiológicos detecten riesgos no probados actualmente.

3. La presente Tesis de Grado se convierte en el primer estudio realizado para determinar los valores de los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz) producidos por las líneas de subtransmisión a 69 KV en la Provincia de Manabí, ya que la empresa distribuidora CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí sólo ha realizado hasta el momento mediciones a nivel de subestaciones eléctricas.
4. Los resultados obtenidos en las mediciones de CEM en el trayecto de la línea a 69 KV Manta-Montecristi, indican que **los puntos analizados cumplen con los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60Hz**, que establece la Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), 1998, Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz); acogidos por el Ecuador en la Normativa Ambiental vigente.
5. De la encuesta realizada a la población expuesta que habita en el eje de las líneas de subtransmisión a 69 KV Manta- Montecristi, **es evidente la preocupación social por los posibles efectos sobre la salud humana asociados a la exposición a campos electromagnéticos CEM** y la gente mayoritariamente considera que las líneas de Alta Tensión causan algún riesgo para la salud al pasar cerca o encima de sus casas.
6. En base a la extensa investigación de estudios epidemiológicos y biológicos y la normativa vigente en otros países; se concluye en la necesidad de que la Normativa Ecuatoriana sobre las Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos sea revisada, haciéndola mucho más estricta a efectos de aplicar el concepto de "evitación prudente" a la exposición a CEM. Es necesario y urgente un cambio en la normativa nacional y en los reglamentos de líneas de alta tensión, subestaciones y transformadores que considere el principio de precaución, minimicen las emisiones electromagnéticas, aumenten las distancias de seguridad así como el blindaje electromagnético.

5.2 RECOMENDACIONES

1. El público interesado en los potenciales efectos de los campos electromagnéticos (CEM) debe tener acceso a información seria, concisa e independiente sobre el tema. La información fidedigna es la mejor medida de seguridad, tanto para prevenir potenciales efectos nocivos derivados de la sobreexposición a CEM y estos mensajes deben ser dados en un lenguaje comprensible y objetivo que permita al ciudadano tomar decisiones bien informadas.
2. La Autoridad Ambiental, Autoridad de Salud, Municipios, Universidades y Empresas Eléctricas, deben contar con los medios para generar información sobre los CEM, a través de investigaciones de calidad para facilitar los resultados a la colectividad y elaborar planes de acción conjuntos, que no sólo busquen informar sino implementar mejoras para la protección de la ciudadanía ante potenciales efectos de los CEM de baja frecuencia.
3. Que la empresa distribuidora CNEL EP- Unidad de Negocio Manabí realice en adelante mediciones anuales de campos electromagnéticos en su sistema de subestaciones y líneas de subtransmisión a 69 KV en toda la Provincia de Manabí, especialmente en los lugares donde se evidencia mayor exposición y efectos acumulativos de CEM.
4. Cuando la empresa eléctrica distribuidora o transmisora necesiten decidir sobre el trazado de nuevas líneas eléctricas de subtransmisión y emplazamiento de nuevas subestaciones, será conveniente considerar además de aspectos paisajísticos, impacto visual y de respeto al entorno natural, la justa sensibilidad y preocupación de la ciudadanía. Para ello deben articularse los sistemas que permitan a los representantes de los ciudadanos participar en las decisiones sobre determinados tramos del trazado (proximidad de escuelas, colegios, parques, hospitales, etc.) y el consiguiente respeto a la franja de servidumbre.

5. Se recomienda seguir estrictamente la Normativa Ambiental contemplada en el Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, Decreto Ejecutivo No. 1761 (R.O. No. 396, 23 de agosto del 2001), así como la Regulación No. CONELEC-003/06 que establece las líneas de transporte de energía eléctrica que requieren Estudio de Impacto Ambiental, a fin de regular la instalación de nuevas líneas de alta tensión con la debida participación ciudadana, para evitar percepciones del riesgo no justificadas y exposiciones innecesarias a CEM.
6. Actualizar, completar o armonizar respecto a normativas internacionales la Regulación No. CONELEC-002/10 cuyo objetivo es la determinación de distancias de seguridad entre la red eléctrica y las edificaciones, a fin de limitar el contacto y acercamiento de las personas, con el propósito de salvaguardar la integridad física de las personas y por ende se precautelan efectos por CEM.

GLOSARIO DE DEFINICIONES

Administración Ambiental

Es la organización que establece un Estado para llevar a cabo la gestión ambiental. Comprende la estructura y funcionamiento de las instituciones para orientar y ejecutar los procesos, la determinación de procedimientos y la operación de las acciones derivadas. El Ministerio del Ambiente (MAE) es la máxima autoridad en los aspectos ambientales en Ecuador.

Alta Tensión

Nivel de voltaje superior a 40 KV, asociado con la transmisión y subtransmisión de energía eléctrica.

Auditoría Ambiental

Consiste en el conjunto de métodos y procedimientos de carácter técnico que tienen por objeto verificar el cumplimiento de las normas de protección del medio ambiente en obras y proyectos de desarrollo y en el manejo sustentable de los recursos naturales.

Baja Tensión

Instalaciones y equipos que operan a voltajes inferiores a 600 voltios.

Calidad Ambiental

El control de la calidad ambiental tiene por objeto prevenir, limitar y evitar actividades que generen efectos nocivos y peligrosos para la salud humana o deterioren el medio ambiente y los recursos naturales.

Campos Electromagnéticos

Se denominan a los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables en el tiempo, de frecuencias de hasta 300 GHz.

CONELEC

Consejo Nacional de Electricidad, ente regulador del Sector Eléctrico Ecuatoriano.

Contaminación

Es la presencia en el ambiente de sustancias, elementos, energía o combinación de ellas, en concentraciones y permanencia superiores o inferiores a las establecidas en la legislación vigente.

Control Ambiental

Es la vigilancia, inspección y aplicación de medidas para mantener o recuperar características ambientales apropiadas para la conservación y mejoramiento de los seres naturales y sociales.

Costo Ambiental

Son los gastos necesarios para la protección, conservación, mejoramiento y rehabilitación del medio.

Daño Ambiental

Es toda pérdida, disminución, detrimento o menoscabo significativo de las condiciones preexistentes en el medio ambiente o uno de sus componentes. Afecta al funcionamiento del ecosistema o a la renovabilidad de sus recursos.

Daños Sociales

Son los ocasionados a la salud humana, al paisaje, al sosiego público y a los bienes públicos o privados, directamente afectados por actividad contaminante.

Derechos Ambientales Colectivos

Son aquellos compartidos por la comunidad para gozar de un medio ambiente sano y libre de contaminación. Involucra valores estéticos, escénicos, recreativos: de integridad física y mental y en general de la calidad de vida.

Electropolución o Contaminación Electromagnética

Conjunto de todas aquellas ondas electromagnéticas y radiaciones, muchas veces nocivas, que tienen su origen en los diversos aparatos e instalaciones eléctricas o electrónicas, y que se encuentran dispersas en nuestro entorno.

Empresa Distribuidora

Es la persona jurídica que tiene la concesión del Estado para brindar el servicio de suministro de energía eléctrica a los consumidores finales ubicados dentro de su área de concesión, área respecto de la cual goza de exclusividad regulada.

Empresa de Transmisión

Empresa que presta el servicio de transmisión de energía eléctrica en alta tensión desde el punto de entrega de un generador o un autogenerador, o hasta el punto de recepción de un distribuidor.

Energía Electromagnética

La energía almacenada en un campo electromagnético.

Estudio de Impacto Ambiental

Son estudios técnicos que proporcionan antecedentes para la predicción e identificación de los impactos ambientales. Además describen las medidas para prevenir, controlar, mitigar y compensar las alteraciones ambientales significativas.

Evaluación de Impacto Ambiental

Es el procedimiento administrativo de carácter técnico que tiene por objeto determinar obligatoriamente y en forma previa, la viabilidad ambiental de un proyecto, obra o actividad pública o privada. Tiene dos fases; el estudio de impacto ambiental y la declaratoria de impacto ambiental. Su aplicación abarca desde la fase de prefactibilidad hasta la de abandono o desmantelamiento del proyecto, obra o actividad pasando por las fases intermedias.

Exposición pública ambiental

Toda exposición a campos electromagnéticos experimentado por las personas en general, excepto la exposición ocupacional y exposición durante procedimientos médicos.

Franja de Servidumbre

Franja de terreno que se deja a lo largo de la línea para garantizar que bajo ninguna circunstancia se presenten accidentes con personas o animales o se

realicen plantaciones o construcciones, haciéndose necesaria y obligatoria su delimitación.

Frecuencia

El número de ciclos sinusoidales completados por las ondas electromagnéticas en un segundo; expresado generalmente en hertzios (Hz).

Fuente emisora de radiación no ionizante de 60 Hz

Es toda instalación que disponga de equipamiento eléctrico tales como generadores, motores, subestaciones, transformadores, líneas de transmisión de alta tensión, sistemas de distribución u otros.

Gestión Ambiental

Conjunto de políticas, normas, actividades operativas y administrativas de planeamiento, financiamiento y control estrechamente vinculadas, que deben ser ejecutadas por el Estado y la sociedad para garantizar el desarrollo sustentable y una óptima calidad de vida.

Impacto Ambiental

Es la alteración positiva o negativa del medio ambiente, provocada directa o indirectamente por un proyecto o actividad en un área determinada.

Intensidad del Campo Eléctrico

La intensidad de campo eléctrico (E) en una carga positiva estacionaria en un punto de un campo eléctrico; medido en voltios por metro (V/ m).

Intensidad del Campo Magnético

Una cantidad axial del vector, H, que, junto con la densidad de flujo magnético, especifica un campo magnético en cualquier punto en el espacio, y se expresa en amperio por metro (A / m).

Licencia Ambiental

Es la autorización que otorga la autoridad competente a una persona natural o jurídica, para la ejecución de un proyecto, obra o actividad. En ella se establecen los requisitos, obligaciones y condiciones que el beneficiario debe cumplir para prevenir, mitigar o corregir los efectos indeseables que el proyecto, obra o actividad autorizada pueda causar en el ambiente.

Línea de Transmisión

La línea de transmisión de energía eléctrica es un tramo radial entre dos subestaciones consistente de un conjunto de estructuras, conductores y accesorios que forman una o más ternas de conductores diseñada para operar a voltajes mayores de 40 KV.

Longitud de Onda

La distancia entre dos puntos sucesivos de una onda periódica en la dirección de propagación, en la cual la oscilación tiene la misma fase.

Media Tensión

Instalaciones y equipos que operan a voltajes entre 600 voltios y 40 KV.

Medio Ambiente

Sistema global constituido por elementos naturales y artificiales, físicos, químicos o biológicos, socioculturales y sus interacciones, en permanente modificación por la naturaleza o la acción humana, que rige la existencia y desarrollo de la vida en sus diversas manifestaciones.

Niveles de referencia

Valores destinados a proveer de protección al individuo expuesto a campos electromagnéticos. En cualquier situación particular de exposición, los valores

medidos o calculados de cualquiera de las cantidades de: Intensidad de campo eléctrico (E), la Intensidad de campo magnético (H), y la Inducción magnética (B), pueden compararse con el nivel de referencia adecuado.

Personal ocupacionalmente expuesto

Consiste de adultos que generalmente están expuestos a campos electromagnéticos bajo condiciones conocidas y que son entrenados para estar conscientes del riesgo potencial y para manejarlo mediante las protecciones adecuadas, durante su jornada de trabajo.

Radiaciones no ionizantes (RNI)

Incluye todas las radiaciones y campos del espectro electromagnético que no poseen la suficiente energía para producir la ionización de materia. Se caracterizan por poseer longitudes de onda mayores de 100 nanómetros, frecuencias inferiores a 3×10^{15} Hz y una energía por fotón menor a 12 electronvoltios (eV).

Sistema de energía eléctrica

Conjuntos de equipos eléctricos utilizados para la generación, transformación, transmisión, distribución y utilización de energía eléctrica.

Subestaciones

Es un conjunto de equipos de conexión y protección, conductores y barras, transformadores y otros equipos auxiliares que están conectados a una o más líneas de transmisión o subtransmisión de energía eléctrica.

Zona ocupacional

Es aquella área destinada a la realización de actividades laborales, cuyas radiaciones no ionizantes están por debajo de los límites de exposición aplicables a

los trabajadores, pero que sobrepasa los límites aplicables de exposición al público en general.

Zona de rebasamiento

Se determina zona de rebasamiento cuando la exposición de radiaciones no ionizantes sobrepasa los límites aplicables de exposición a los trabajadores y al público en general.

CAPITULO VI

6. PROPUESTA DE LA TESIS

“REVISIÓN DE LOS NIVELES DE REFERENCIA PARA LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTRICOS Y MAGNÉTICOS PROVENIENTES DE FUENTES DE 60 Hz, TABLA 1 Y TABLA 2 DE LA NORMA DE RADIACIONES NO IONIZANTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS VIGENTES EN EL ECUADOR”.

6.1 JUSTIFICACIÓN

La presente propuesta: “REVISIÓN DE LOS NIVELES DE REFERENCIA PARA LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTRICOS Y MAGNÉTICOS PROVENIENTES DE FUENTES DE 60 Hz, TABLA 1 Y TABLA 2 DE LA NORMA DE RADIACIONES NO IONIZANTES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS VIGENTES EN EL ECUADOR”, se justifica porque de la revisión bibliográfica se concluye que la actual base experimental y epidemiológica sobre los posibles efectos nocivos de las radiaciones no ionizantes (RNI) todavía es limitada, y los expertos consideran que existen indicios que aconsejarían prestar atención a posibles efectos de exposiciones a intensidades próximas o inferiores a los límites recomendados, que es el caso del Ecuador.

Esta situación genera incertidumbre entre la ciudadanía respecto a la validez de los niveles de seguridad establecidos, lo que persistirá en tanto no exista un consenso generalizado que permita establecer estándares de radio protección no ionizante, por lo que debe prevalecer en la normativa ambiental ecuatoriana la aplicación del concepto de "evitación prudente" a la exposición a CEM.

Así también, la Universidad por la responsabilidad social que tiene, debe liderar a través de propuestas el conocimiento de los valores de CEM producidos por el sistema eléctrico de subtransmisión y subestaciones de la empresa distribuidora de electricidad, y verificar los potenciales peligros a la salud pública.

6.2 FUNDAMENTACIÓN

Esta propuesta de revisión de los niveles de referencia vigentes en el Ecuador para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, Tabla 1 y Tabla 2 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de campos electromagnéticos, se fundamenta en los siguientes aspectos:

1. Que los estudios científico técnicos, epidemiológicos y biológicos no han podido determinar con certeza sobre los posibles riesgos a la salud relacionados con los campos electromagnéticos (CEM) de baja frecuencia (60 Hz).
2. Ante la duda se debe ir hacia la aplicación del Principio de Precaución contenido en el Artículo 396 de la Constitución Política del Ecuador, el cual dice: *“El Estado adoptará las políticas y medidas oportunas que eviten los impactos ambientales negativos, cuando exista certidumbre de daño. En caso de duda sobre el impacto ambiental de alguna acción u omisión, aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas”*. Esto también es concordante con el "Principio de Precaución" establecido en la Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y Desarrollo (Principio 15).

6.3 OBJETIVOS

Objetivo General

Formular una propuesta de revisión de los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos (CEM) provenientes de fuentes de 60 Hz, Tabla 1 y Tabla 2 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos vigentes en el Ecuador.

Objetivos Específicos

- Revisar y comparar los niveles de referencia de las Normativas Internacionales sobre exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial (60 Hz), respecto a los valores de la Normativa Ecuatoriana.
- Determinar la propuesta de los nuevos niveles de niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos (CEM) provenientes de fuentes de 60 Hz.

6.4 IMPORTANCIA

La importancia de la propuesta radica en la necesidad de precautelar la salud pública, ya que existe abundante bibliografía sobre los efectos sanitarios de los campos magnéticos de frecuencias bajas y extremadamente bajas, producidas por tendidos de líneas aéreas y subestaciones asociadas.

Por ello, dentro de este cometido es clave lograr límites muy inferiores a los actuales niveles de referencia de las Normativa Ecuatoriana sobre exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial (60 Hz). Es decir, la aplicación de medidas precautorias que corresponden cuando hay sospecha pero no prueba de afectaciones a la salud pública, le dan total relevancia a la propuesta de esta Tesis de Grado que propone el ajuste de la normativa vigente sobre los CEM permisibles en las actividades eléctricas.

6.5 UBICACIÓN SECTORIAL

Se establece que la propuesta de revisión de los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos (CEM) provenientes de fuentes de 60 Hz, Tabla 1 y Tabla 2 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos, surtirá efectos en las actividades del Sector Eléctrico

Ecuatoriano en todo el territorio nacional, siendo este el sector donde se desarrollan las obras para la operación, mantenimiento, mejoramiento y la expansión de la infraestructura eléctrica que está determinada por la demanda energética de un mercado específico.

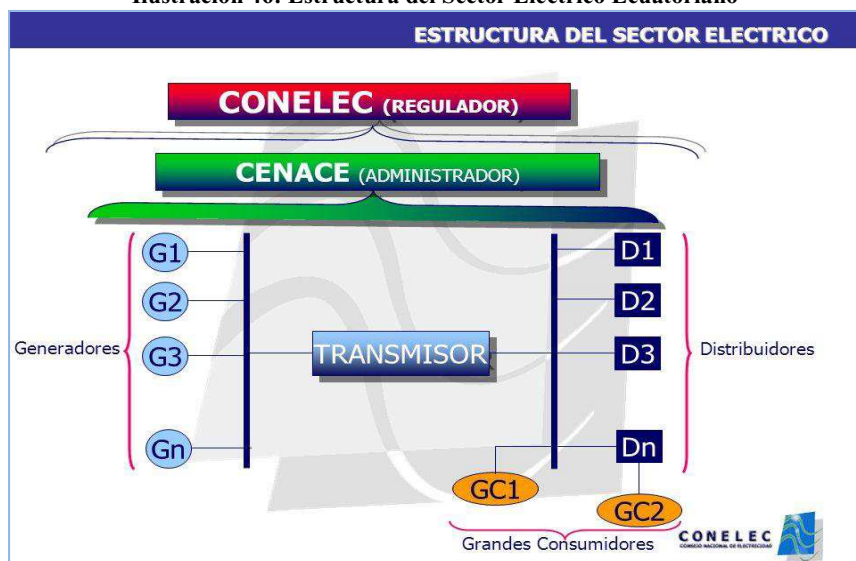
Ilustración 45: Mapa satelital del Ecuador



Fuente: Google Earth
Elaboración: Autor

Es necesario conocer la estructura del Sector Eléctrico Ecuatoriano para realizar las gestiones de la propuesta ante las instancias que correspondan, siendo el Ministerio del Ambiente la entidad principal donde se gestionara la misma.

Ilustración 46: Estructura del Sector Eléctrico Ecuatoriano



Fuente: CONELEC

6.6 FACTIBILIDAD

La factibilidad de la propuesta se fundamenta básicamente en la obligación constitucional que tiene el Estado Ecuatoriano de precautelar y proteger el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, por lo que según establece el Art. 396 de la Constitución del Ecuador: *“aunque no exista evidencia científica del daño, el Estado adoptará medidas protectoras eficaces y oportunas”*.

Factibilidad legal

Se tiene un amplio fundamento legal, partiendo del hecho que la Constitución Política de la República del Ecuador regula ampliamente el tema del Medio Ambiente en su Sección Segunda Art. 14 y 15 y en otras normas contenidas en la misma, consagrando el principio fundamental que el Estado protegerá el derecho de la población a vivir en un medio ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice un desarrollo sustentable y que el Estado velará para que este derecho no sea afectado y garantizará la preservación de la naturaleza.

A su vez, la propuesta se fundamenta en la Constitución Política de la República del Ecuador Título VII del Régimen del Buen Vivir Capítulo II Biodiversidad y Recursos Naturales, Sección Primera sobre la Naturaleza y Ambiente, Art. 395 al 399, que establece los Principios Ambientales a observar, las políticas y medidas oportunas que el Estado adoptará para evitar los impactos ambientales negativos cuando existe certidumbre del daño, la forma en que el Estado actuará en caso de que estos sucedan, así como la importancia del pronunciamiento de la comunidad y los procesos de participación ciudadana sobre los proyectos que supongan afectación al ambiente y a su seguridad integral.

Debe indicarse que el Sector Eléctrico en los aspectos ambientales está sujeto al control del Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC) como Autoridad Ambiental de aplicación responsable (AAAr); puesto que este organismo por

disposición de Ley está designado para ejercer el control sobre quienes desarrollan actividades de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica.

Factibilidad Económica

Esta propuesta es totalmente factible desde el punto de vista económico ya que estas decisiones son exclusivas de entidades públicas existentes, las que tienen talento humano capacitado y esquemas organizacionales establecidos, así como presupuestos operativos y de inversión definidos en el Presupuesto General del Estado.

Será necesario realizar la socialización y gestión de las propuestas en instituciones como el Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), Asociación de Municipalidades del Ecuador (AME), Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública Estratégica CNEL EP y Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP. Las Universidades Manabitas a través de sus Carreras de Ingeniería Eléctrica, en especial de la ULEAM deberán liderar este proceso.

6.7 DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

La propuesta consiste en plantear ante los organismos pertinentes, en especial a la decisión del Ministerio del Ambiente (MAE), la revisión de los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos (CEM) provenientes de fuentes de 60 Hz, Tabla 1 y Tabla 2 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos vigentes en el Ecuador.

Para ello ha sido necesario revisar la normativa internacional sobre exposición humana a campos electromagnéticos (CEM) la cual es realmente dispersa, debido a los distintos criterios técnicos utilizados y las diferencias en cuanto a su alcance y ámbito de aplicación; luego de esta revisión se verifica que los actuales niveles de referencia para exposición a CEM en el Ecuador que fueron adoptadas de la Comisión Internacional de Protección de Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP),

1998, Recomendación para Limitar la Exposición a Campos Eléctricos Magnéticos y Electromagnéticos (Hasta 300 GHz), al momento con el uso intensivo de la tecnología y el crecimiento de la demanda eléctrica, **son excesivamente tolerables**, es decir niveles de referencia muy altos, lo cual también se verificó con las mediciones de campo realizadas en el desarrollo de la presente Tesis de Grado donde sólo en el punto 12 medido se obtenía el valor más alto con 2.9 micro Teslas, siendo 28 veces inferior a la normativa si se considera el nivel de referencia para público en general.

Considerando el Principio de Precaución antes mencionado, en la legislación de otros países, se ha disminuido sensiblemente los valores de exposición a campos electromagnéticos, así se verifica que en EEUU, Florida los límites máximos permitidos de CEM son de 15-20 micro Teslas y en Nueva York 20 micro Teslas, Argentina 25 micro Teslas, Costa Rica 15 micro Teslas, Polonia 48 micro Teslas y Rusia 50 micro Teslas, para citar algunos ejemplos. En el caso de Suiza ya se adoptó en 1999 un valor límite de 1 micro Tesla para las nuevas instalaciones eléctricas en su Ordenanza para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes. Así también, el Parlamento Italiano aprobó la denominada Ley Marco sobre la Contaminación Electromagnética que plantea el establecimiento del valor máximo de 0.2 micro Teslas de campo electromagnético como objetivo de calidad.

Resumen de la Normativa Internacional

De acuerdo a lo antes indicado, a continuación exponemos una tabla resumen de la Normativa Internacional sobre exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencia industrial (60 Hz), en las que se detallan los valores, tanto para el público como para los trabajadores, el estatus legal de la normativa y en qué se basa.

**Cuadro16: Normativa Internacional De Exposición A Campos Eléctricos (En Kv/M) y Magnéticos
(En μT) De Frecuencia Industrial.**

ORGANISMO	Trabajadores	Público	Estatus	Base
ICNIRP (para 60 Hz)	8.3 kV/m 417 μT	4.16 kV/m 83 μT	A	Z
PAÍS	Trabajadores	Público	Estatus	Base
UNIÓN EUROPEA ^(a)	-	5 kV/m 100 μT	A	Z
Alemania ^(b)	10 - 5 kV/m ^(a) 100 μT ^(a)		B	Z
Australia	30 - 10 kV/m ^(b) 5.000 - 500 μT ^(c)	10 ^(d) - 5 ^(e) kV/m 1.000 ^(f) - 100 ^(e) μT	A	Z
Austria	30 - 10 kV/m ^(b) 5.000 - 500 μT ^(c)	10 ^(d) - 5 kV/m 1.000 ^(f) - 100 μT	C	Z
Bélgica ^(b)	10 ^(g) - 7 ^(h) - 5 ⁽ⁱ⁾ kV/m		B	Y
Bulgaria	25 kV/m 1.200 μT	-	C	-
^(*) Checoslovaquia ^(b)	15 ^(g) - 10 ^(h) - 1 ⁽ⁱ⁾ kV/m		C	Y , X
Estados Unidos	25 kV/m ^(o) 1.000 μT ^(p)	-	A	Z
Florida ^(b)	10 ^(j) - 8 ^(k) - 2 ^(l) kV/m 20 - 15 μT ^(r)		C	X , W
Minnesota ^(b)	8 kV/m ^(g)		D	Y
Montana ^(b)	7 ^(h) - 1 ^(l) kV/m		B	Y , X
New Jersey ^(b)	3 kV/m ^(l)		A	X
Nueva York ^(b)	11,8 ^(g) - 11 ^(m) - 7 ⁽ⁿ⁾ - 1,6 ^(l) kV/m 20 μT		D	W
Oregon ^(b)	9 kV/m ⁽ⁱ⁾		B	X
Holanda	250-62,5-40 kV/m ^(q) 600 μT	8 kV/m 120 μT	A	Z
Hungría	-	5 kV/m	-	-
Italia ^(x)	-	10 - 5 kV/m ^(s) 1.000 - 100 μT _(s)	B	Y
Japón ^(b)	3 ^(t)		B	X

Polonia	20 ^(u) - 15 kV/m 5.000 - 500 μ T ^(v)	10 - 1 ^(w) kV/m -	B	Y, X, Z
Reino Unido ^(β)	12 kV/m 1.600 μ T		A	Z
Suiza ^(δ)	5 kV/m 100 - 1 μ T ^(x)		B	
^(*) U.R.S.S.	25 - 5 ^(y) kV/m	20 - 15 - 10 - 5 - 1 kV/m ^(z)	B	Y, X

(*) Actualmente son la República Checa, Eslovaquia y la C.E.I. (se ignora si estas normativas siguen en vigor)

LEYENDA

Organismo/País

- (α) Es una recomendación aplicable únicamente en sitios donde el público pase bastante tiempo.
- (β) Normativa referida al campo eléctrico y magnético generado únicamente por líneas eléctricas aéreas y en la que no se hace distinción entre trabajadores y público.
- (χ) Italia, además, impone unas distancias mínimas a las líneas eléctricas de muy alta tensión:
- 10 metros a líneas de 132 KV
 - 18 metros a líneas de 220 KV
 - 28 metros a líneas de 400 KV
- (δ) Legislación aplicable a los campos generados por instalaciones estacionarias (no incluye electrodomésticos).

Exposición de Trabajadores y Público

- a) Campo eléctrico y magnético generado por líneas eléctricas y transformadores de más de 1 KV. Se aplica en edificios o terrenos con presencia no puntual de personas. Se puede alcanzar valores de 10 KV/m y 200 μ T durante cortos periodos de tiempo que no excedan el 5% del día.
- b) El tiempo de exposición, en horas al día, viene dado por: $t < 80/E$ (Siendo E la intensidad del campo eléctrico externo entre 10 y 30 KV/m).

- c) Respectivamente: toda la jornada laboral y 2 horas al día. Se puede alcanzar 25.000 μ T en extremidades.
 - d) Durante unas pocas horas al día. Se puede exceder unos minutos al día (hasta 20 kV/m durante 5 minutos en el caso de Austria) siempre que se tomen precauciones para prevenir efectos indirectos.
 - e) Durante 24 horas al día en espacios abiertos en donde se pueda asumir de forma razonable que el público pueda pasar una parte substancial del día.
 - f) Durante unas pocas horas al día. Se puede exceder unos minutos al día (hasta 2.000 μ T durante 5 minutos en el caso de Austria) siempre que se tomen precauciones para prevenir efectos indirectos.
- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> g) h) i) j) k) l) m) n) | <p>Respectivamente: campo generado por líneas eléctricas aéreas en general</p> <p>(g), en el cruce de carreteras (h), en áreas accesibles o habitadas (i),</p> <p>líneas de 500 kV (j), líneas de 69-230 kV (k), en el borde de la calle (l),</p> <p>y en el cruce de carreteras privadas (m) y carreteras públicas (n).</p> |
|--|--|
- o) Recomienda el uso de dispositivos de protección (como trajes aislantes) para campos por encima de 15 kV/m.
 - p) La exposición de las extremidades puede alcanzar 5.000 μ T. Los trabajadores con marcapasos no deben exponerse a campos por encima de 100 μ T.
 - q) Respectivamente: exposición del cuerpo, excluyendo la cabeza e incluyendo la cabeza, cuando no sean posibles efectos indirectos, y exposición cuando sean posibles efectos indirectos.
 - r) Respectivamente, campo magnético generado por líneas eléctricas aéreas de 500 y 230 KV.
 - s) Respectivamente, exposición durante unas pocas horas al día y donde se pueda asumir de forma razonable que el público pasa una parte significativa del día.
 - t) No se aplica donde raramente haya personas presentes.
 - u) Durante 2 horas al día como máximo.

- v) El tiempo de exposición, en horas al día, viene dado por: $D=H^2t$ (siendo H la intensidad del campo magnético externo en kA/m y $D=1,28(kA/m)^2h$; resultando 8 horas a 500 μT y 5 minutos a 5.000 μT).
- w) En zonas donde haya viviendas, hospitales, escuelas, etc.
- x) Se aplica a las líneas aéreas y subterráneas de nueva construcción de más de 1 kV y a todas las subestaciones y transformadores. Es posible hacer excepciones si se han tomado medidas adecuadas para reducir el campo.
- y) Exposición durante un periodo de tiempo (en horas al día) dado por: $t=50/E-2$ (Siendo E la intensidad de campo eléctrico externo entre 5 y 20 kV/m; para valores entre 20-25 kV/m la duración máxima de la exposición será de 10 minutos).
- z) Respectivamente: campo eléctrico generado por líneas eléctricas aéreas en áreas no accesibles, deshabitadas, cruce de carreteras, áreas habitadas y edificios.

Estatus

- A - Guía o Recomendación.
- B - Legislación (de obligado cumplimiento).
- C - Norma (a veces con cierta fuerza legal) [En el caso de Austria es una Norma Experimental o Pre-norma].
- D - Valor exigido por la administración para autorizar la construcción de una nueva instalación eléctrica.

Base

- Z - Limitar la densidad de corriente inducida en el interior del organismo.
- Y - Preocupación por posibles efectos en la salud.
- X - Percepción de hormigueo en la piel o chispazos.
- W - Limitar el campo a los valores que generan las instalaciones ya existentes

La Propuesta de Reducción de los Niveles de Referencia para exposición a los CEM en la Normativa Ambiental Ecuatoriana.

Con toda esta evidencia de la Normativa Internacional sobre la exposición permisible a los CEM, **se propone la reducción de los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz**, para público en general y para personal ocupacionalmente expuesto, que se encuentran establecidos en la Tabla 1 de la Norma de Radiaciones No Ionizantes de Campos Electromagnéticos (R.O. 041 del 14 de Marzo del 2007) y en la Tabla 2 de la misma Norma los Niveles de referencia para limitar la exposición a radiaciones no ionizantes 60 HZ para líneas de alta tensión en el límite de su franja de servidumbre.

En las siguientes Tablas 3 y 4 se proponen los cambios respectivos en los niveles de referencia de CEM, para consideración y aprobación de la Autoridad Ambiental:

Tabla 3

Propuesta de niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos de 60 Hz

Tipo de exposición	Intensidad Campo Eléctrico	Intensidad Campo Magnético	Densidad de Flujo Magnético(B) (Micro Teslas)
Público en General	4167	11	15
Personal expuesto / Ocupacionalmente Expuesto	8333	55	75

Elaborado: Autor

Tabla 4

Propuesta de niveles de referencia para limitar la exposición a radiaciones no ionizantes 60 Hz para líneas de alta tensión, medidos en el límite de su franja de servidumbre

Nivel de Voltaje (kV)	Intensidad Campo Eléctrico (E) (V/ M)	Densidad de flujo Magnético (B) (μT)	Ancho de la franja de servidumbre (M)
230	4 167	15	30
138	4 167	15	20
69	4 167	15	16

Elaborado: Autor

Como se puede observar, se mantienen los mismos valores de intensidad de campo eléctrico tanto para público en general como para personal ocupacionalmente expuesto, por ser valores que son concordantes con medidas precautorias a nivel mundial.

Pero se plantea reducir sensiblemente los valores de densidad de flujo magnético de 83 a 15 micro Teslas para público en general y de 417 a 75 micro Teslas para personal ocupacionalmente expuesto, siendo concordante con la regulación adoptada por el Estado de Florida (Estados Unidos), que es la más estricta a nivel mundial para los campos electromagnéticos CEM de bajas y extremadas bajas frecuencias, cuya magnitud es ***5.5 veces inferior a la recomendada por ICNIRP***, y que precautela mucho mejor los potenciales riesgos de afectación a la salud pública.

La intensidad de campo magnético se reduce de 67 a 11 A/m para público en general y de 333 a 55 A/m para personal ocupacionalmente expuesto, lo cual se establece en virtud de que menor densidad de flujo magnético implica menor intensidad de campo magnético.

6.8 DESCRIPCIÓN DE LOS BENEFICIARIOS

Los beneficiarios directos de la propuesta de reducción de los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz en la Normativa Ambiental Ecuatoriana, serán todas aquellas comunidades o asentamientos humanos de la República del Ecuador, donde se observe el efecto acumulativo de las líneas de transmisión y subtransmisión y que se encuentren especialmente expuestas a los CEM en la zona de influencia de líneas eléctricas y subestaciones, así como también todo el personal de las empresas eléctricas que se encuentran ocupacionalmente expuestos por sus actividades.

Serán especialmente beneficiarios aquellos moradores de viviendas que se encuentran muy cerca de las líneas de transmisión y subtransmisión irrespetando las franjas de servidumbre establecidas, que por años han vivido debajo de las mismas debido a la falta de control y planificación de los GAD Municipales y a la falta de acción de los operadores de las líneas de transmisión o de subtransmisión, que en este caso son las empresas eléctricas de transmisión o de distribución.

Los beneficiarios indirectos de la propuesta de reducción de los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz, será también el público en general que todos los días circula por sectores del trazado de líneas eléctricas y subestaciones, tanto en la zona urbana como rural del Ecuador.

6.9 PLAN DE ACCIÓN

Para viabilizar la socialización, gestión y aplicación de esta propuesta que busca reducir los niveles de referencia para la exposición a campos eléctricos y magnéticos provenientes de fuentes de 60 Hz en la Normativa Ambiental Ecuatoriana, es necesario realizar las siguientes acciones:

- ✓ Creación de un Comité Técnico de Análisis de Campos Electromagnéticos (CEM), bajo la administración de la Facultad de Ingeniería Carrera de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- ✓ Talleres de Capacitación sobre los Campos Electromagnéticos (CEM) a Entidades y público en general.
- ✓ Presentación y Socialización de la Propuesta a las Instituciones Responsables del cambio en la Normativa Ambiental.
- ✓ Presentación y Socialización de la Propuesta a las Entidades Ciudadanas y público en general.

Estas acciones se las resume en el siguiente cuadro:

Cuadro 17: Plan de Acción.

Objetivos	Actividades	Fecha De Inicio	Fecha De Finalización	Duración	Recursos	Responsables	Observación
1.- Creación de Comité Técnico de CEM	1.Presentación y aceptación 2.Elaboración del Reglamento del comité 3.Aprobación del reglamento 4. Conformación del Comité 5.Inicio de Actividades	Enero del 2015	Febrero del 2015	2 meses	Facultad de Ingeniería	*Autor de la Tesis. *Decano Facultad de Ingeniería ULEAM.	No se requieren recursos económicos, sólo gestión interna en la Facultad.
2.- Capacitación sobre los CEM	1.Preparación y revisión del material 2.Impresión del material 3. Planificación y organización de talleres 4. Ejecución de Talleres	Marzo del 2015	Mayo del 2015	3 meses	Facultad de Ingeniería	*Autor de la Tesis. * Decano Facultad de Ingeniería ULEAM. *Coordinador Carrera de Ingeniería Eléctrica.	Se requiere Presupuesto ULEAM
3.- Presentación y Socialización de Propuesta a nivel institucional decisorio.	1.Preparación y revisión de la propuesta 2. Socialización en Instituciones decisorias. 3. Gestión y Seguimiento 4. Aceptación y cambio de los niveles de referencia de CEM	Marzo del 2015	Diciembre del 2015	10 meses	Facultad de Ingeniería	*Autor de la Tesis. * Decano Facultad de Ingeniería ULEAM. * Decano Facultad de Ingeniería ULEAM. *Coordinador Carrera de Ingeniería Eléctrica	Se requiere Presupuesto ULEAM

Elaborado: Autor

Las Universidades Manabitas a través de sus Carreras de Ingeniería Eléctrica, en especial la ULEAM, deberán liderar este proceso.

Será necesario realizar la socialización y gestión de las propuestas en instituciones como el Ministerio del Ambiente (MAE), Ministerio de Electricidad y Energía Renovable (MEER), Consejo Nacional de Electricidad (CONELEC), Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador (CONGOPE), Asociación de

Municipalidades del Ecuador (AME), Corporación Nacional de Electricidad Empresa Pública Estratégica CNEL EP y Corporación Eléctrica del Ecuador CELEC EP.

6.10 ADMINISTRACIÓN

Se considera que este proceso debe estar a cargo de actores imparciales y que no tengan conflicto de intereses, por lo que se propone que la administración de la propuesta esté a cargo de la Carrera de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM).

6.11 PRESUPUESTO

Con la creación del Comité Técnico de Análisis de Campos Electromagnéticos (CEM), bajo la administración de la Carrera de Ingeniería Eléctrica - Facultad de Ingeniería de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí (ULEAM), se propone que las actividades que se deriven del mismo en el proceso de socialización, gestión y aplicación de la propuesta sean asumidas por la ULEAM; a su vez será importante contar con el auspicio de los GAD Municipales de la provincia de Manabí a través de AME Provincial así como del Consejo Provincial de Manabí y sus correspondientes Departamentos de Medio Ambiente.

Se estima que el proceso a llevar considerando las actividades propuestas será de aproximadamente \$ 10,000 (diez mil dólares americanos).

BIBLIOGRAFIA

1. A summary of standards for human exposure to electric and magnetic fields at power frequencies, B. J. Maddock, Joint Working Group 36.01/06, CIGRE-ELECTRA n° 179, August 1998.
2. CIER. 2004. Los campos electromagnéticos y la salud. Seminario Internacional. Asunción. Paraguay.
3. Campos Electromagnéticos y Salud Pública. Las frecuencias extremadamente bajas, nota descriptiva n° 205, WHO-International EMF Project, noviembre 1998 (<http://www.who.ch/peh-enn7>).
4. C. Llanos y J. Represa. Cinco años de investigación científica sobre los efectos biológicos de los campos electromagnéticos de frecuencia industrial en los seres vivos. Ed. Universidad de Valladolid, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, y Red Eléctrica de España (2001).
5. EMF PROJECT. 2001. Hoja Informativa N° 263.
6. Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Ed. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP). 2001. Disponible en Internet (<http://www.icnirp.de>).
7. ICNIRP. 1997. International Commission On Non Ionizing Radiation Protection. Guidelines for limiting exposure to time varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz).
8. J.E. MOULDER. 2002. Campos electromagnéticos y salud humana. Medical College of Wisconsin.
9. J. REPRESA DE LA GUERRA - C. LLANOS LECUMBERRI. 2000. Cinco años de investigación sobre los efectos biológicos de los campos

electromagnéticos de frecuencia industrial en los seres vivos. Universidad de Valladolid. Consejo Superior de Investigaciones. UNESA. Red Eléctrica de España.

10. J. Moulder Antenas de Telefonía Móvil y Salud Humana Ed. Medical College of Wisconsin, USA (2000) Disponible en Internet [<http://www.mcw.edu/gcrc/cop>]
11. J. Represa. Estudios experimentales sobre los efectos biológicos de los campos electromagnéticos. Ponencia plenaria, IV Congreso Nacional de Medio Ambiente. (1998).
12. OMS. 2003. What is EMF?
13. Preguntas y respuestas sobre los campos eléctricos y magnéticos asociados con el uso de la energía eléctrica. Ed. National Institute of Environmental Health Sciences y U.S. Department of Energy, USA, (1995).
14. R. WELTI. 1999. La interacción de campos electromagnéticos de EBF con sistemas biológicos. CIER. Segundas Jornadas De Trabajos Con Tensión.
15. Úbeda, A. Bases Biológicas para Normativas de Protección ante Radiaciones No Ionizantes: Curso Para Especialistas (SEPR 2000). Radioprotección (2000). Texto publicado en formato electrónico en: www.sepr.es. Accesible también desde, <http://www.hrc.es/bioelectro.html>
16. Úbeda, A.; Cid, M.A.; Martínez, M.A.; Trillo, M.A.; Bayo, M.A. y Leal, J. Exposición Ocupacional a Campos Magnéticos de Frecuencia Industrial en Hospitales. Radioprotección 25: 30-36 (2000). Abstract en: <http://www.hrc.es/bioelectro.html>

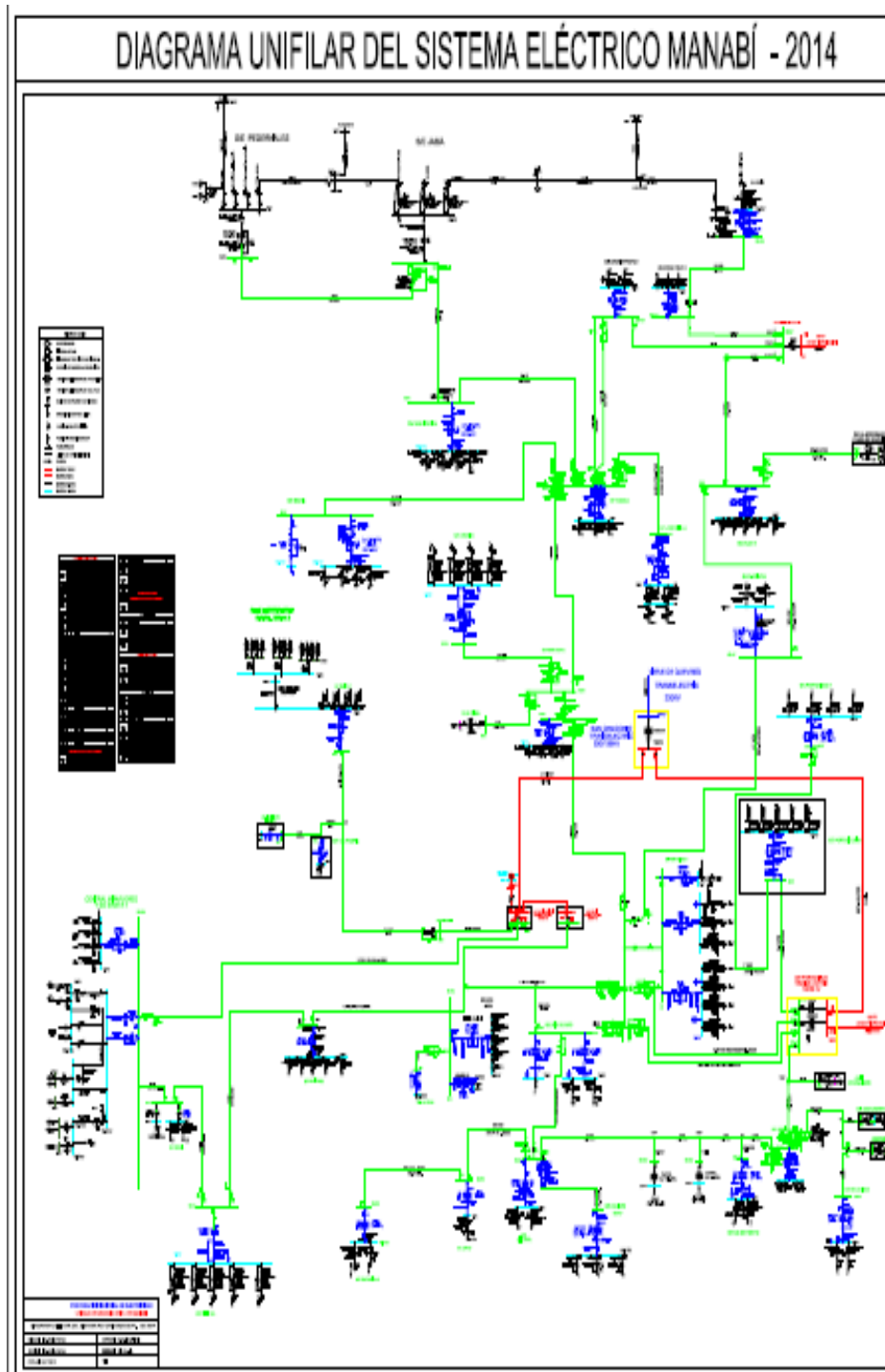
17. Vargas, F. Riesgos para la salud humana de las exposiciones ambientales a campos eléctricos y magnéticos. Física y Sociedad. n° 10 Monográfico. 1999.

PAGINAS WEB

1. <http://www.icnirp.de>
2. <http://www.who.ch/peh-enn7>
3. <http://www.mcw.edu/gcrc/cop>
4. <http://www.hrc.es/bioelectro.html>
5. <http://orgones.galeon.com/productos1482263.html>
6. http://www.quimicaweb.net/grupo_trabajo_ccnn_2/tema5/imagenes/EM3.jpg
7. <http://www.monografias.com/trabajos98/de-metodologia-de-la-investigacion>
8. <http://www.ceac.es/blog/inicio/2013/01/29/efecto-corona-en-lineas-de-transmision>.
9. <http://iie.fing.edu.uy/relacionamiento/rfsalud/emfsalud%20humana.pdf>
10. www.estadistica.mat.uson.mx/Material/elmuestreo.pdf
11. www.sepr.es

ANEXOS

ANEXO A. Diagrama unifilar del Sistema Manabí



ANEXO B. Encuesta

TESIS DE MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS-ENCUESTA

Fecha:

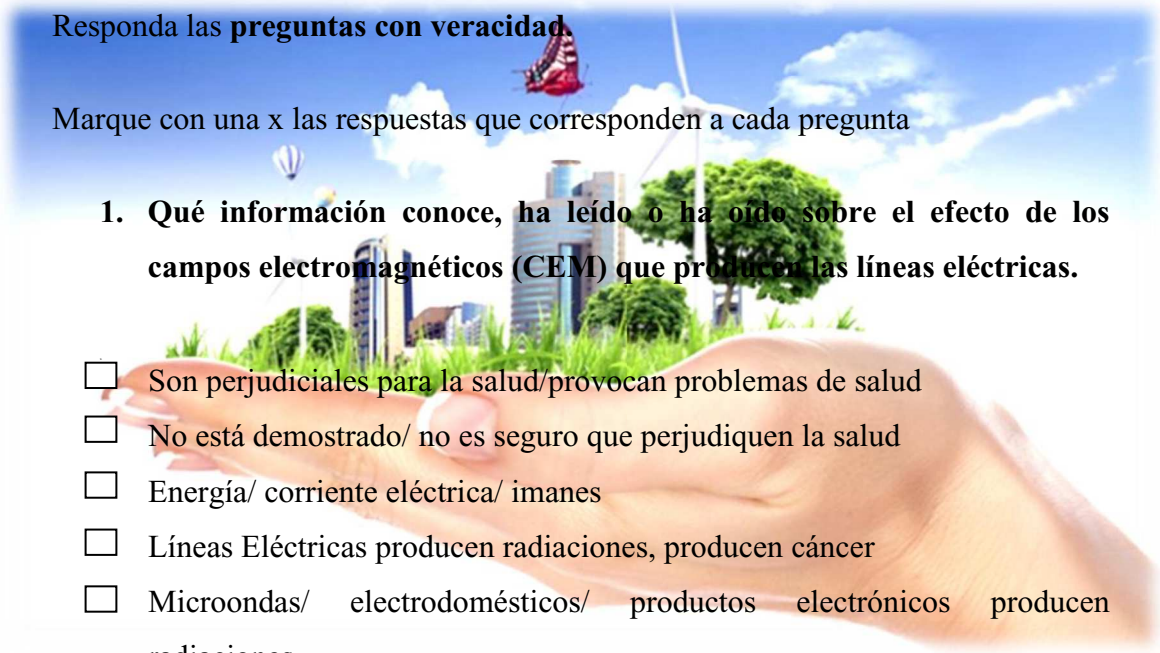
Encuesta sobre la percepción de la población sobre las consecuencias que producen los campos electromagnéticos (CEM) producidos por las líneas de subtransmisión a 69 Kv en el eje Manta- Montecristi, durante el período Julio a diciembre del 2013

INSTRUCCIONES:

Responda las preguntas con veracidad.

Marque con una x las respuestas que corresponden a cada pregunta

1. Qué información conoce, ha leído o ha oído sobre el efecto de los campos electromagnéticos (CEM) que producen las líneas eléctricas.

- 
- ☐ Son perjudiciales para la salud/provocan problemas de salud
 - ☐ No está demostrado/ no es seguro que perjudiquen la salud
 - ☐ Energía/ corriente eléctrica/ imanes
 - ☐ Líneas Eléctricas producen radiaciones, producen cáncer
 - ☐ Microondas/ electrodomésticos/ productos electrónicos producen radiaciones.
 - ☐ Los celulares producen radiaciones
 - ☐ Radiaciones/ son radiactivos/ ondas perjudiciales, dañinas
 - ☐ Otros
 - ☐ No sabe/No conoce

2. Qué tiempo vive o vivió cerca de líneas eléctricas de subtransmisión?

☐ 0 a 5 años, ☐ 5 a 10 años ☐ 10 años en adelante

3. Qué opina sobre la cercanía de las líneas de Alta Tensión a su vivienda?

☐ Está de acuerdo ☐ Está en desacuerdo

☐ Ni de acuerdo ni en desacuerdo ☐ No sabe/ No contesta

4. Cree que las líneas de Alta Tensión causan algún riesgo para la salud al pasar cerca o encima de sus casas?

☐ Si ☐ No ☐ No Sabe

5. Qué enfermedades han padecido o tienen actualmente los miembros de su familia?

- | | |
|--|---|
| ☐ Cáncer | ☐ Cefaleas (dolor de cabeza) |
| ☐ Problemas de vista | ☐ Daños cerebrales |
| ☐ Alteraciones del comportamiento | ☐ Mal de Alzheimer |
| ☐ Problemas del corazón | ☐ Insomnio |
| ☐ Ansiedad | ☐ Leucemia infantil |
| ☐ Problemas de oído | ☐ Daños al sistema nervioso |
| ☐ Problemas psicológicos | ☐ Depresión |
| ☐ Malformaciones congénitas | ☐ Abortos |
| ☐ Otros | ☐ No sabe/No conoce |

6. Considera usted que alguno de estos problemas en la salud de su familia, son consecuencia de las líneas de Alta Tensión cercanas a su vivienda?

- 
- | | |
|--|---|
| ☐ Cáncer | ☐ Cefaleas (dolor de cabeza) |
| ☐ Problemas de vista | ☐ Daños cerebrales |
| ☐ Alteraciones del comportamiento | ☐ Mal de Alzheimer |
| ☐ Problemas del corazón | ☐ Insomnio |
| ☐ Ansiedad | ☐ Leucemia infantil |
| ☐ Problemas de oído | ☐ Daños al sistema nervioso |
| ☐ Problemas psicológicos | ☐ Depresión |
| ☐ Malformaciones congénitas | ☐ Abortos |
| ☐ Otros | ☐ No sabe/No conoce |

7. A quien cree que le correspondería informar sobre algún riesgo producido por las líneas eléctricas de Alta Tensión

- | | | |
|--------------------------------------|--|----------------------------|
| ☐ Municipio | ☐ Empresa Eléctrica | ☐ |
| ☐ Universidad | | Hospitales/Centro de Salud |

8. Esta ud de acuerdo que se realicen mediciones de los campos electromagnéticos (CEM) producidas por las líneas de Alta Tensión?

- | | | |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|
| ☐ Si | ☐ No | ☐ No sabe |
|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------------|

Nombre del encuestado:

Sector:

ANEXO C. Certificado de calibración del equipo de medición de CEM

SPER
SCIENTIFIC LTD.

Environmental Measurement Instruments

CERTIFICATE OF COMPLIANCE

Sper Scientific, Ltd. certifies that this instrument complies with terms and standards maintained at this laboratory, and operates within the stated accuracy specifications for measurements and uncertainties. Documentation for certification policies and procedures are available upon request.

Test Equipment Used:

Manufacturer	Model No.	Serial No.
Electronic Field Measurements Co.	EMF 147	210
Fluke Multimeter	Model 75	80221085

TEST REPORT

Certificate Number:	130628064595		
Certification Type:	Compliance	Description:	Electro Magnetic Field Tester
Frequency:	50~60 Hz	Model Number:	840045C
Volts AC:	110 to 120	Serial Number:	064595
Sensor:	Single Axis	Accuracy:	± 2.5%+ 6dgt

Test Point	Current mA AC	Theoretical EMF mG	Acceptable Deviation	Meter Reading	Pass/Fail
1	0.47	8.1	7.3 to 8.9	8.3	P
2	4.33	73.1	70.1 to 76.1	73.8	P
3	10.5	178	173 to 183	177.5	P

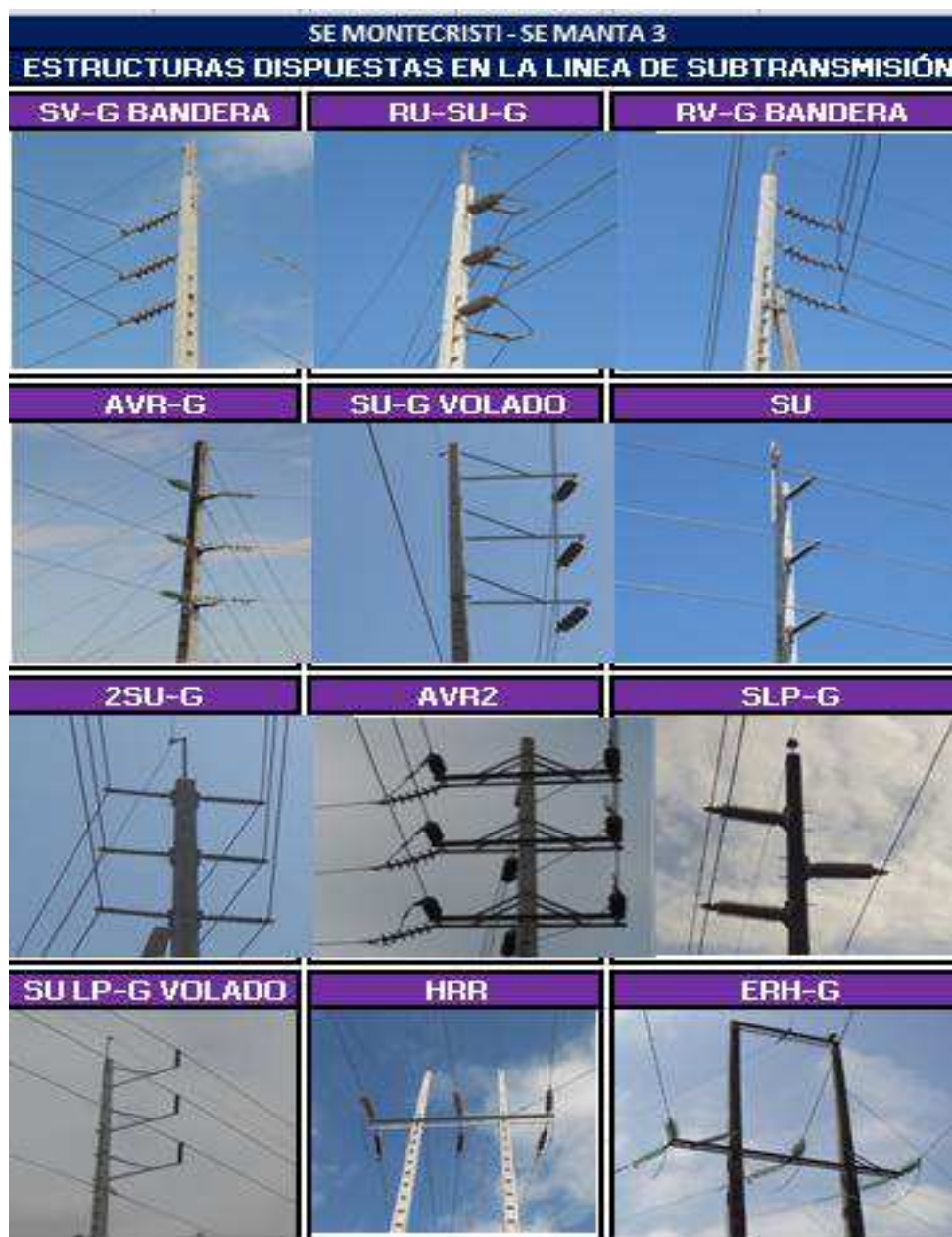
Relative Humidity: 31%
Temperature: 22°C

Certification Date: 6/28/2013
Certification Date Due: 6/28/2014
Test Report Line Number: 54795

NIK VINNIKOV

Supervisor- Quality Assurance
Sper Scientific, Ltd.

ANEXO D. Estructuras de líneas a 69 Kv M1 y M3 Manta Montecristi.



SE MANTA 3 - SE MANTA 1

ESTRUCTURAS DISPUESTAS EN LA LINEA DE SUBTRANSMISIÓN

TORRE RETECIÓN 2C



RU-SU-G



ERH-G



AVR-G



TORRE RETENCIÓN



SU



ESTRUCTURAS DISPUESTAS EN LA LINEA DE SUBTRANSMISIÓN

SLP-G



ERH-G



RU-G

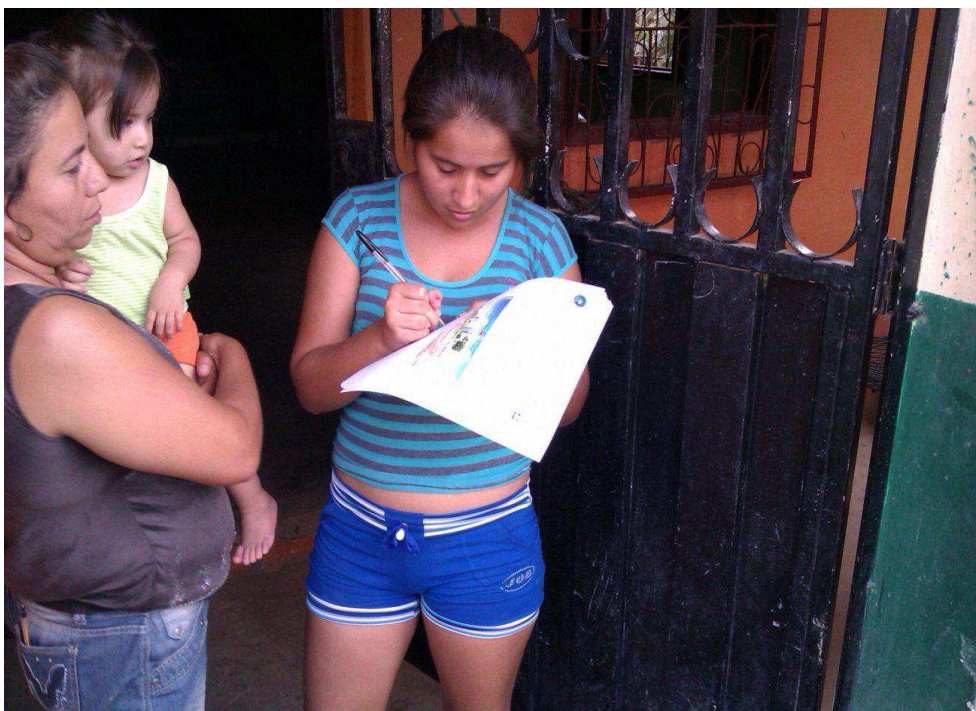


S-G



ANEXO E. Fotos de encuestas.







ANEXO F. Fotos de ruta de la línea M1 y M3 sobre viviendas.





