



## **INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**

**Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica  
Unidad Profesional “Adolfo López Mateos”  
Sección de Estudios de Postgrado e Investigación  
Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas**

**“INCIDENCIA DE LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL  
EN EL CAMPO BIO-ELECTROMAGNÉTICO HUMANO”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE  
MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

**P R E S E N T A:**

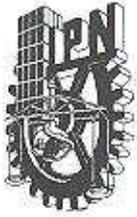
**Ing. EDUARDO ÁNGEL ZAVALA ROMERO**

**Directores de Tesis:**

**Dr. IGNACIO ENRIQUE PEÓN ESCALANTE.  
Dr. JULIÁN PATIÑO ORTIZ**

**ABRIL / 2011**





# INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

## ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D. F. siendo las 13:00 horas del día 08 del mes de Abril del 2011 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación de E.S.I.M.E. ZAC para examinar la tesis titulada:

**"INCIDENCIA DE LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL EN EL CAMPO BIOELECTROMAGNÉTICO HUMANO"**

Presentada por el alumno:

**ZAVALA**

Apellido paterno

**ROMERO**

Apellido materno

**EDUARDO ÁNGEL**

Nombre(s)

Con registro: 

A	0	3	0	6	7	0
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de:

**MAESTRO EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

### LA COMISIÓN REVISORA

#### Directores de tesis

DR. IGNACIO ENRIQUE PEÓN ESCALANTE

**Presidente**

DR. LUIS MANUEL HERNÁNDEZ SIMÓN

**Secretario**

DR. MIGUEL PATINO ORTIZ

DR. JULIAN PATINO ORTIZ

**Tercer Vocal**

M. EN C. LEOPOLDO ALBERTO GALINDO SORIA

**PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES**

DR. JAIME ROBLES GARCÍA





INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL  
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la ciudad de México, Distrito Federal, el día 14 de Abril de 2011, el que suscribe Eduardo Angel Zavala Romero, alumno del Programa de la Maestría en Ciencias en Ingeniería de Sistemas, con número de registro A030670, adscrito a la Sección de Estudios de Posgrado e Investigación de la ESIME Unidad Zacatenco, manifiesta que es autor intelectual del presente Trabajo de Tesis bajo la dirección del Dr. Ignacio Enrique Peón Escalante y del Dr. Julián Patiño Ortiz y cede los derechos del trabajo intitulado:

**“INCIDENCIA DE LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL  
EN EL CAMPO BIO-ELECTROMAGNÉTICO HUMANO”**

Al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación. Los usuarios de la información no deben de reproducir el contenido textual, graficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o directores del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo en la siguiente dirección [eduardoza\\_231@hotmail.com](mailto:eduardoza_231@hotmail.com).

Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

---

Ing. Eduardo Angel Zavala Romero  
Número de Registro  
A030670

**R E S U M E N**  
**“INCIDENCIA DE LOS SISTEMAS DE TELEFONÍA MÓVIL  
EN EL CAMPO BIO-ELECTROMAGNÉTICO HUMANO”**

Ante el uso extremo, de los teléfonos móviles se ha generado la controversia, de si el uso de este aparato es nocivo para la salud.

Para ello, se han realizado diversos estudios sobre estas ideas, en diferentes partes del mundo.

En esta tesis se analiza dicha problemática, basándose en documentos escritos y en pruebas experimentales realizadas por el autor.

Para tal fin, se propusieron y ejecutaron diversos experimentos innovadores, tales como el análisis de un método estadístico de las variables bio-electromagnéticas y el análisis estadístico del efluvio-grafía.

Los resultados alcanzados comprueban la hipótesis propuesta, es decir, los teléfonos móviles si pueden ser nocivos para la salud, en el Sistema Nervioso Central.

Finalmente, se presenta una propuesta de cambios factibles y viables para disminuir el índice de la tasa de absorción específica y de la densidad de potencia de los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil, para que el sistema de telefonía móvil sea más seguro para la salud del usuario .

**ABSTRACT**  
"IMPACT OF MOBILE TELEPHONY SYSTEMS  
IN BIO-ELECTROMAGNETIC FIELD HUMAN"

Before Extreme use of Mobile Phones in itself has generated controversy, whether the use of this device is Harmful to Health.

To do this, there have been several studies on these ideas, in different parts of the world.

In this thesis analyzes this problem itself, based on written documents and in Experimental Tests conducted by the author.

To this end, proposed and implemented various innovative experiments, such as a statistical analysis of bio-electromagnetic variables and statistical analysis of the efflux-graphy.

The results obtained prove the hypothesis, ie, cell phones whether they can be harmful to health in the Central Nervous System.

Finally, we present a proposal for a feasible and sustainable change to reduce the level of specific absorption rate and the power density of electromagnetic fields of mobile phone system, so that the mobile phone system is safer for health user.

## AGRADECIMIENTOS

A mi **madre**, que me dio toda su buena enseñanza y su amor, para obtener una profesión

A mi **padre**, por el recuerdo de sus buenos actos.

A mis **hermanas, Estela y María Esther**, por su paciencia, su apoyo moral, y económico que me sirvieron de guía en mi vida.

A mis **profesores de Maestría**, por sus enseñanzas, sus consejos para complementar mi formación educativa.

A mis **profesores Isaías Badillo Piña y Leopoldo Arturo Galindo Soria**, por su apoyo y su orientación para este trabajo

A mi **director de tesis Ignacio Peón Escalante**, por ser paciente y compartir sus enseñanzas en la elaboración de este trabajo

A mis compañeros y amigos, **Oscar Marín Martínez y Mauricio Ruiz Moreno**, por sus aportaciones teóricas, para la elaboración de esta tesis.

A la **vida**, por darme la oportunidad de terminar este trabajo.

## CONTENIDO

Agradecimientos		
Resumen		
Abstract		
<b>CAPÍTULO. I INTRODUCCIÓN</b>		<b>1</b>
1.1	Introducción al Proyecto de Tesis	2
1.2	Justificación para el Desarrollo de esta Tesis	2
1.3	Hipótesis	2
1.4	Objetivo General	3
1.4.1	Objetivos Específicos	3
1.5	Descripción de los Capítulos	3
<b>CAPÍTULO II. MARCO CONTEXTUAL</b>		<b>6</b>
<b>2.1</b>	<b>Contexto Temporal: Avances Tecnológicos de las Comunicaciones.</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b>Contexto Físico</b>	<b>9</b>
2.2.1	Formación del Espectro Electromagnético	10
<b>2.3</b>	<b>Contexto Legal</b>	<b>11</b>
2.3.1	Norma Oficial Mexicana. NOM-081-SCT1-1993	12
2.3.1.1	Norma Oficial Mexicana NOM-126-SCT1- 1995	12
2.3.2	Normas y Límites a la Exposición de los Campos Electromagnéticos	13
2.3.2.1	Límites de Exposición a la Telefonía Móvil	14
2.3.2.2	Proyecto Internacional, sobre la Exposición a los Campos Electromagnéticos	15
<b>2.4</b>	<b>Contexto Bio-Electromagnético</b>	<b>17</b>
2.4.1	Naturaleza de los Efectos Biológicos debido a la Exposición de los Campos Electromagnéticos	19
2.4.2	Mecanismos de Acoplamiento entre el Cuerpo Humano y los Campos Electromagnéticos de Radio Frecuencia.	20
2.4.3	Aspectos Fisiológicos del Cuerpo Humano debido a la Exposición a los Campos Electromagnéticos	21
2.4.4	Propagación y Absorción de la Energía Electromagnética del Sistema de Telefonía Móvil en el Cuerpo Humano	22
<b>2.5</b>	<b>Síntesis del Capítulo II</b>	<b>23</b>
<b>CAPITULO III. MARCO CONCEPTUAL Y MARCO TEÓRICO</b>		<b>24</b>
<b>3.1</b>	<b>Marco Conceptual</b>	<b>25</b>
3.1.1	Tipos de Términos Usados en el Sistema de Telefonía Móvil	25
<b>3.2</b>	<b>Marco Teórico</b>	<b>26</b>
3.2.1	Teoría General de Sistemas	26
3.2.1.1	Conceptos de Sistema, Subsistema, Suprasistema,	27
3.2.1.2	Modelo de Tenseguridad Biológico	28
<b>3.3</b>	<b>Marco Metodológico para el Desarrollo de la Tesis.</b>	<b>30</b>
3.3.1	Selección de la Metodología para el Objetivo de Estudio	31
3.3.2	Concepto de FODA	32
<b>3.4</b>	<b>Teoría Electromagnética</b>	<b>34</b>
3.4.1	Elementos Básicos del Sistema de Telefonía Móvil	35

3.4.1.1	Zonas de Radiación a la Exposición de los Campos Electromagnéticos	37
3.4.2	Cámara Kirlian y la Efluvio-Grafía del Cuerpo Humano	37
3.4.2.1	Principio de Funcionamiento de la Cámara Kirlian K2	39
3.4.3	Aclaración sobre la Distribución de Probabilidad “Normal” de un Software Empleado como Apoyo.	40
3.4.4	Sistemas Computacionales de Campos Electromagnéticos	42
3.5	<b>SÍNTESIS DEL CAPÍTULO II</b>	46
<b>CAPÍTULO IV.</b>		
<b>APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES DE PETER CHECKLAND – AL CASO DE ESTUDIO: DIAGNÓSTICO SOBRE LOS EFECTOS QUE CAUSA A LA SALUD, EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.</b>		48
4.1	Aplicación de la Técnica de la Metodología de Sistemas Suaves (MSS) de Peter Checkland	49
4.2	<b>ETAPA 1 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) DESCRIPCIÓN BREVE DE LA PROBLEMÁTICA: EVIDENCIAS CIENTÍFICAS</b>	50
4.2.1	Primera actividad de la Etapa 1: La Problemática Social y Sanitaria Asociada al uso del Teléfono Móvil según (Bianucci, 2001) “.	50
4.2.1.1	Segunda actividad de la Etapa 1: Definir los Impactos Socio-Culturales, por el uso del Teléfono Móvil	53
4.2.2	Tercera actividad de la Etapa 1: Identificar los Elementos que Intervienen en el Problema No Estructurado.	54
4.3	Cuarta actividad de la Etapa 1: Efectuar un Diagnóstico con la Aplicación de la técnica FODA. (Fortalezas, Oportunidades, Debilidades, Amenazas). en el Problema No Estructurado	56
4.4	<b>ETAPA 2 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) IDENTIFICAR LA SITUACIÓN PROBLEMATICA EXPRESADA.</b>	59
4.4.1	Primera actividad de la Etapa 2: Efectos Producidos en el Cuerpo Humano por la Exposición a los Campos Electromagnéticos.	60
4.5	<b>ETAPA 3 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) PRECISAR LAS DEFINICIONES RAÍZ E IDENTIFICAR LOS SISTEMAS RELEVANTES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.</b>	61
4.5.1	Primera actividad de la Etapa 3: Precisar la 1ª Definición Raíz: Aspecto Físico del Sistema de Telefonía Móvil.	62
4.5.2	Segunda actividad de la Etapa 3: Precisar la 2ª Definición Raíz: Parte Legal del Sistema de Telefonía Móvil.	65
4.5.3	Tercera actividad de la Etapa 3: Identificar los Sistemas Relevantes en el Sistema de Telefonía Móvil.	68
4.6	<b>ETAPA 4 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES DEFINIR EL MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL. ¿EL CÓMO HACERLE?</b>	69
4.6.1	Primera actividad de la Etapa 4: Elaborar el Modelo Conceptual Actual formulado en base a los Sistemas Relevantes del Sistema de Telefonía Móvil	71
4.7	Segunda actividad de la Etapa 4: Aplicar los Análisis Propuestos para las Posibles Soluciones a la Controversia presentada.	74
4.8	<b>ETAPA 4a DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) ELABORAR CONCEPTOS DEL SISTEMA FORMAL EN EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.</b>	75

4.8.1	Primera actividad de la Etapa 4a: Representación Implícita de las Variables Bio –Electromagnéticas.	77
4.8.1.1	Segunda actividad de la Etapa 4a: Definir las Expresiones Matemáticas Bio -Electromagnéticas	78
4.8.2	Tercera actividad de la Etapa 4ª: Realizar Análisis Matemático Bio - Electromagnético	79
<b>4.9</b>	<b>Cuarta actividad de la Etapa 4a: Cuantificar los Resultados Obtenidos de las Expresiones Matemáticas Bio-Electromagnéticas</b>	80
4.10	Quinta actividad de la Etapa 4a: Realizar un Análisis Estadístico Bio – Electromagnético de las Efluvio-grafías	86
4.11	Sexta actividad de la Etapa 4a: Cuantificar los Resultados Obtenidos del Análisis Aplicado a las Efluvio-grafías.	87
<b>4.12</b>	<b>ETAPA 4b DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) INTRODUCIR OTROS SISTEMAS APLICABLES PARA OBTENER EL MODELO IDEAL.</b>	91
<b>4.13</b>	<b>ETAPA 5 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) COMPARAR ENTRE EL MODELO ACTUAL Y EL MODELO IDEAL (ETAPA 4 CON ETAPA 2)</b>	93
<b>4.14</b>	<b>ETAPA 6 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) PROPONER CÁMBIOS DESEABLES Y VIABLES.</b>	96
4.15	Tabla de Cambios Viables para el Sistema de Telefonía Móvil.	98
4.16	<b>SÍNTESIS DEL CAPITULO IV.</b>	101
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.</b>		104
5.1	Validación de la Hipótesis Propuesta Para esta Tesis	105
5.2	Objetivos Alcanzados de esta Tesis.	105
5.3	Conclusión del Análisis Matemático de Expresiones Bio-Electromagnéticas.	105
5.4	Conclusión del Análisis Estadístico de la Efluvio-grafía Bio- Electromagnética.	105
5.5	Conclusión General sobre los Campos Electromagnéticos.	106
5.6	Trabajos Futuros sobre el Sistema de Telefonía Móvil.	106
5.6.1	Limitaciones Encontradas en Esta Tesis.	106
5.6.2	Recomendaciones de Aspectos Físicos para el uso del Teléfono Móvil.	107
5.7	Conclusiones Personales.	107
<b>Bibliografía.</b>		109
<b>Referencias a Páginas de Internet</b>		109
<b>ANEXOS</b>		114
Anexo 1	Telefonía Móvil Miles de Suscripciones (Usuarios)	114
Anexo 2	Compañías Concesionarias del Sistema de Telefonía Móvil en México	115
Anexo 3	Contexto Físico del Sistema de Telefonía Móvil	116
Anexo 4.	Problemas Bio-Electromagnéticos-Sociales	117
Anexo 5	Proceso de Llamadas de Teléfono Móvil a Teléfono Móvil	118
Anexo 6	Fotografías de las Efluvio-grafías Kirlian	119
Anexo 7	Estudios Realizados a los Campos Electromagnéticos	121
Anexo 8	Citas de Estudio sobre Campos Electromagnéticos	123
Anexo 9	Expresiones Matemáticas Bio-Electromagnéticas	127
Anexo 10	Cantidad de Profundidad de Penetración de las Ondas Electromagnéticas	128

	en el Tejido Humano.	
Anexo 11	Protector a la Radiación del Teléfono Móvil.	129
Anexo 12	Por el Momento la OMS Recomienda: Sobre los Campos Electromagnéticos	131
<b>GLOSARIO DE TERMINOS, TÉCNICOS, BIO-ELECTROMAGNÉTICOS, MÉDICOS, SISTÉMICOS</b>		133
Glosario de Siglas		141
Índice de Figuras		142
Índice de Tablas		145

---

---

# **CAPÍTULO I.- INTRODUCCIÓN.**

---

---

## 1.1 INTRODUCCIÓN AL PROYECTO DE TESIS.

Las normas y restricciones que existen actualmente, que se refieren a la exposición a los campos electromagnéticos, radiados al ambiente atmosférico por las fuentes emisoras de ondas electromagnéticas. Y que comprenden el rango de frecuencias desde 0 Hz hasta 10 GHz. La señal de comunicación del sistema de telefonía móvil, se encuentra dentro del rango de los GHz considerado dentro de la parte de las microondas. El objeto de estudio de esta tesis se enfoca básicamente a verificar que hay respecto a las normas del sistema telefónico móvil. Debido a que el sistema de telefonía móvil, ha generado los siguientes puntos de vista entre la población.

1. El desarrollo científico por su naturaleza, es necesario para mejorar la calidad de vida de la humanidad. Es útil en lugares muy apartados de las ciudades, en donde la única forma de comunicación, es a través del sistema de telefonía móvil y es de gran ayuda en momentos de emergencia.
2. El funcionamiento del sistema de telefonía móvil, genera un campo electromagnético en el entorno del cuerpo humano del usuario, específicamente en la parte del cuerpo donde se ubique.
3. Para tal fin, ¿La radiación emitida por el sistema de telefonía móvil, está dentro de las normas y límites seguros? Lo cual es el Objeto de esta tesis

## 1.2 JUSTIFICACIÓN PARA EL DÉsarROLLO DE ESTA TESIS.

Los sistemas de telefonía móvil trabajan en la región de las microondas. Los efectos que éstas puedan causar sobre la población están relacionados, entre otros factores, por el tiempo de exposición, la intensidad del campo y condiciones particulares de cada individuo (los niños y las personas con determinadas afecciones son más susceptibles). Entonces, el impacto posible de afectación podría ser de salud pública.

1. En el mundo existen, 5000 millones de teléfonos móviles activos (UIT, 2010)
2. En México hay 88 797 millones de teléfonos móviles activos (COFETEL, 2010) (La gráfica de la cantidad de usuarios, está en el anexo1)
3. Existe una controversia, sobre si el uso (o abuso) del teléfono móvil causa daño a la salud del usuario.

Considerando lo anterior se propone lo siguiente:

## 1.3 HIPÓTESIS.

La utilización del teléfono móvil, puede causar daños al sistema nervioso central del usuario y es proporcional a la intensidad y duración de la llamada.

---

---

## 1.4 OBJETIVO GENERAL.

Analizar la incidencia de los sistemas de telefonía móvil en el campo bio-electromagnético humano para identificar su posible impacto en su salud.

### 1.4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Analizar, Evaluar y Diagnosticar la situación actual de la investigación de la telefonía móvil en la afectación humana, para determinar su impacto.
2. Realizar mediciones con el sistema de la Cámara Kirlian, para encontrar relaciones del uso del teléfono móvil y sus posibles efectos en la salud
3. Analizar con un método estadístico los parámetros bio-electromagnéticos encontrados, para identificar si existe un posible impacto negativo o positivo a la salud humana.

## 1.5 DESCRIPCIÓN DE LOS CAPÍTULOS.

El contenido de esta tesis, se enfoca a verificar las normas que existen para el sistema de telefonía móvil, y si están dentro de los límites de las normas oficiales actuales. La tesis está estructurada en cinco capítulos, los cuales son:

**Capítulo uno.** Es una breve introducción al objeto de estudio (tesis)

**Capítulo dos.** Se refiere al marco contextual.

Se describe la historia, normas y aplicación del sistema de telefonía móvil, y la relación con el entorno que rodea al objeto de estudio.

**Capítulo tres.** Se refiere, a los marcos: conceptual, y teórico, relacionándolos con el sistema de telefonía móvil.

**Capítulo cuatro.** Es la aplicación de la metodología de sistemas suaves de Peter Checkland, en las etapas 1,2 y 3. Y el diagnóstico del sistema de telefonía móvil a través de los sistemas relevantes.

Se aplica la etapa 4, de la metodología de sistemas suaves de Peter Checkland. Para el diseño del sistema de telefonía móvil, aplicando dos análisis. Los dos análisis son los siguientes.

- a) El uso de los formularios ya establecidos por la teoría electromagnética, apoyándose en los valores de los parámetros dieléctricos ya definidos por organismos oficiales.
- b) Los datos estadísticos, derivados del efluvio-grafía irradiada en la cámara Kirlian y captadas por una cámara digital, tratando los datos de manera estadística utilizando el parámetro de la moda.

Se aplican las etapas 5 y 6 de la metodología de sistemas suaves de Peter Checkland. Para encontrar las diferencias que existen entre el modelo conceptual actual y el modelo mejorado, resultando el cuadro de comparación de características deseables y cambios factibles como resultado final.

**Capítulo cinco. Conclusiones y Recomendaciones.**

Se establecen los resultados obtenidos de los dos análisis, y define una solución a la controversia generada, del sistema de telefonía móvil, así como las propuestas propias y de la organización mundial de la salud. Una síntesis esta en la siguiente figura.

ANTES



Figura 1.5.1. El esquema muestra la situación actual, que para nuestro objetivo de estudio será el “antes”. Este es el estado como se muestra el sistema de telefonía móvil, que además es la base de análisis del objeto de estudio.

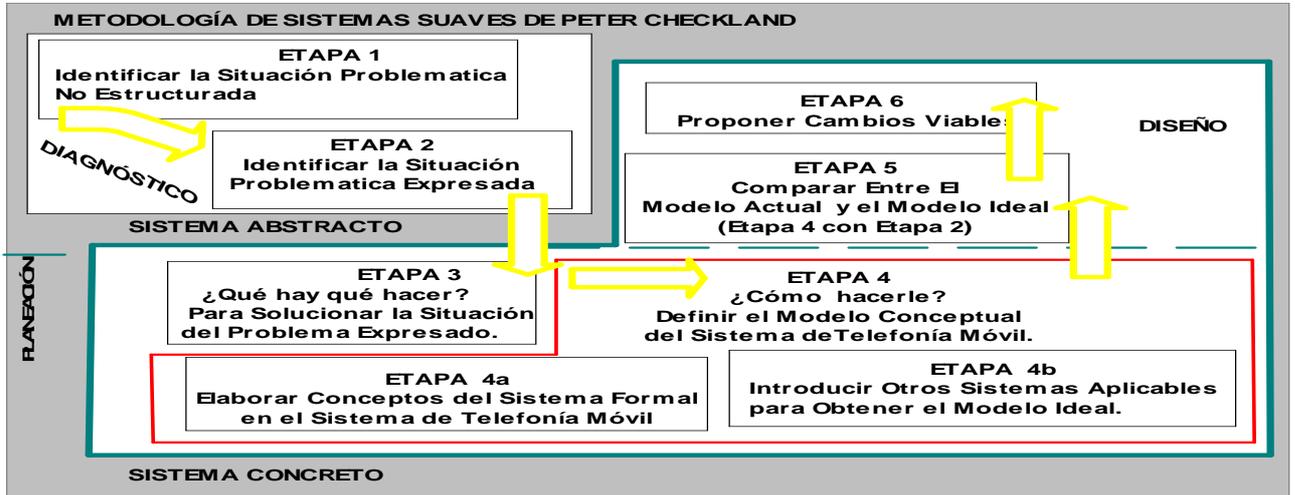
Ahora, se presenta el desarrollo para poder proponer los cambios.

CAMBIOS:



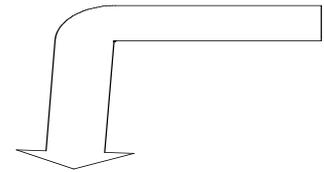
POR MEDIO DE

**CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES DE PETER CHECKLAND AL OBJETO DE ESTUDIO:  
- DIAGNÓSTICO SOBRE LOS EFECTOS QUE CAUSA A LA SALUD, EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL**

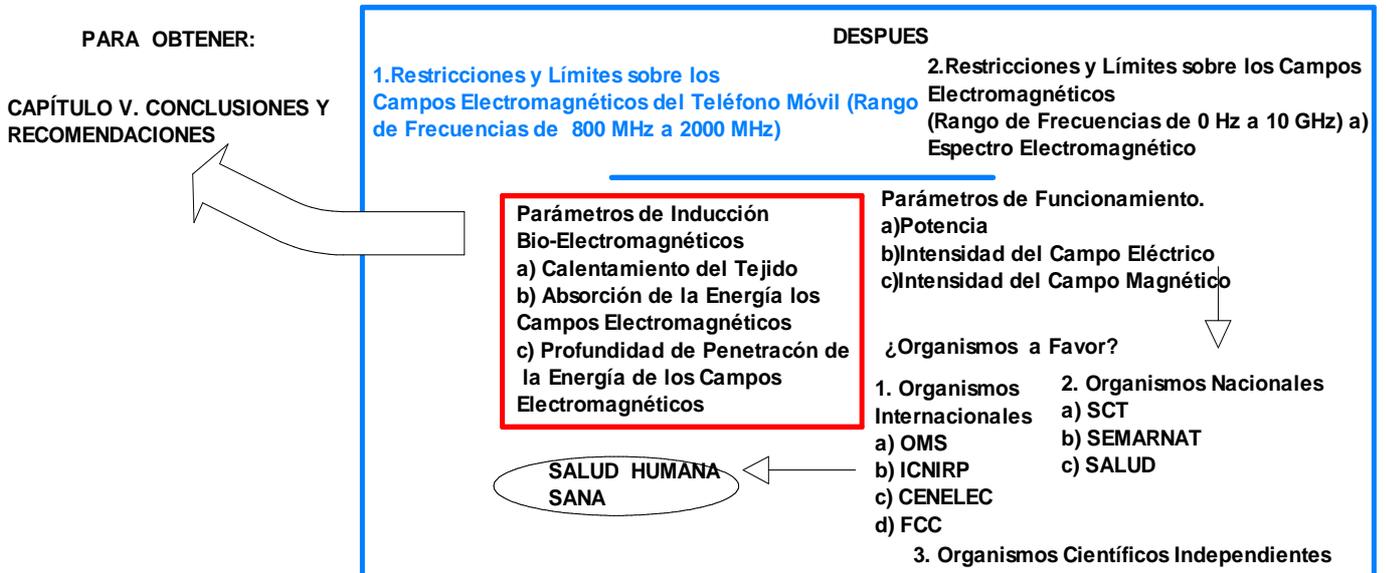


**TÉCNICAS**  
a) Análisis Modal  
b) Análisis Efluviografía

**HERRAMIENTAS**  
a) Cámara Kirlian  
b) Software de Edición de Imágenes



1.)



2.)

Figura 1.5.2. Muestra la manera de cómo hacer y los cambios, para tener un nuevo sistema de telefonía móvil, que en este objeto de estudio es el después. 1.) Desarrollo para encontrar los cambio. 2.) Se propone los siguientes cambios.

---

---

## **CAPÍTULO II.- MARCO CONTEXTUAL.**

---

---

## 2.1 CONTEXTO TEMPORAL: AVANCES TECNOLÓGICOS DE LAS TELECOMUNICACIONES.

A partir del desarrollo de la válvula del filamento (bulbo) en 1920, que dio origen al primer radio –receptor, se evolucionó hasta la creación, en 1983, del procesador de un solo chip de señal digital, que opera en más de cinco millones de operaciones por segundo, lo cual permitió que los teléfonos móviles redujeran su tamaño y su peso, hasta convertirse en teléfonos portátiles.

Las primeras emisiones de telefonía móvil se remontan al uso de radiotransmisores instalados en vehículos, de uso militar o institucional; como referencia se cita la primera utilización por parte de la policía de Detroit en 1921. Los radioteléfonos propiamente dichos se introdujeron en 1946 en Estados Unidos; al siguiente año, laboratorios de telefonía Bell (Bell Telephone) desarrolló la tecnología celular, base de los modernos sistemas de telefonía móvil propiamente dicha.

El primer teléfono celular (teléfono móvil, TM) de mano de presentado el 17 de octubre de 1973, y se le denominó “Sistema de Radio Teléfono”. Los inventores de esta patente fueron, Martin Cooper, Richard Dronsuth, Albert J. Mikulski, Charles N. Lynk, Jr., James J. Mikulski, John F. Mitchell, Roy A. Richardson, y Juan H. Sangster. El Sistema Bell también patentó un sistema celular antes que Martin Cooper.

El objetivo original del TM, fue de enlazar una conversación, entre dos usuarios, vía sistema de telefonía móvil. Este objetivo original ya cambió, ahora el objetivo es tener mayores servicios multimedia. Junto al rápido desarrollo tecnológico se van incrementando los servicios de dicho sistema.

Actualmente la importancia de tener un TM, se centra principalmente en: usar los servicios de multimedia como, tomar fotografías y grabación en video, también ver televisión, escuchar la radio y conectarse a Internet y al final con menor importancia usarlo para realizar precisamente llamadas telefónicas.

El uso de dicho aparato generó un cambio en la sociedad, el usuario se siente más modernizado, lo usa en momentos y lugares no permitidos, y tiende a ser adicto al uso del mismo aparato.

En forma general, el uso del TM, provocó un cambio cultural en la sociedad y a la vez un cambio de comportamiento del usuario.

Además con todos los servicios adicionales que tiene este aparato, la función original de comunicar a los usuarios, paso a ser menos importante frente a los servicios adicionales, debido a esto el calificativo de TM, debería ser, según el autor de esta tesis **“Comunicador Organizador Multimedia Móvil- Portátil Individual – COMMPI”**

Aunado a lo anterior, en la siguiente tabla, se muestran los últimos avances de la tecnología del sistema de telefonía móvil;

Tabla 2.1.1 Avances de la Tecnología del Sistema de Telefonía Móvil.

Generaciones	1 <sup>a</sup> (1924)- 1978	2 <sup>a</sup> Inicios de 1990	3 <sup>a</sup> Inicios de 2001	4 <sup>a</sup> + 2010
Frecuencia	1924(400MHz) 1978(800MHz)	850 – 900 MHz 1800-1900MHz	1850-1970 MHz	Hasta 2000 MHz
Largo - Peso	30 cm -800 gr	16cm -500 gr 13.5 cm -170gr	10 cm-113 gr	10 cm-113 gr
Velocidad	2.4 Kbps	9.6 y 14.4Kbps	144 Kbps-12Mbps	100 Mbps
Redes	Celular analógico	Celular digital	Celular digital multimedia	
	Conmutación de circuitos	GPRS “General Packet Radio Service, servicio general de radio mediante paquetes de información”		
Servicios	Voz			
	Mensajes Cortos de Texto			
	Identificador de Llamadas			
	Radio FM			
	Juegos			
	<b>Multimedia</b>			
	Fax			
	Mensajes multimedia cortos “MMS”			
	Llamada en espera			
	Cámara Fotográfica			
	Cámara de Video			
	Video Conferencia			
	Video Teléfono			
	Tarjeta de memoria SIM(8-16Mbs)			
	VoIP “Protocolo en Internet para Voz			
	Internet			
	Inalámbrico “Bluetooth” Wi Fi			
	Televisión “Alta Definición”			
	Informes y Noticias			
<b>Software</b>				
Paquetería Microsoft				
Pantalla sensible al tacto				
Servicios de Banco				
Tarjetas de Crédito				
<b>Pago de Servicios</b>				
<b>Localizador</b>			GAP	

---

---

Lo anterior, se puede esquematizar, sintetizando en la siguiente línea de tiempo:

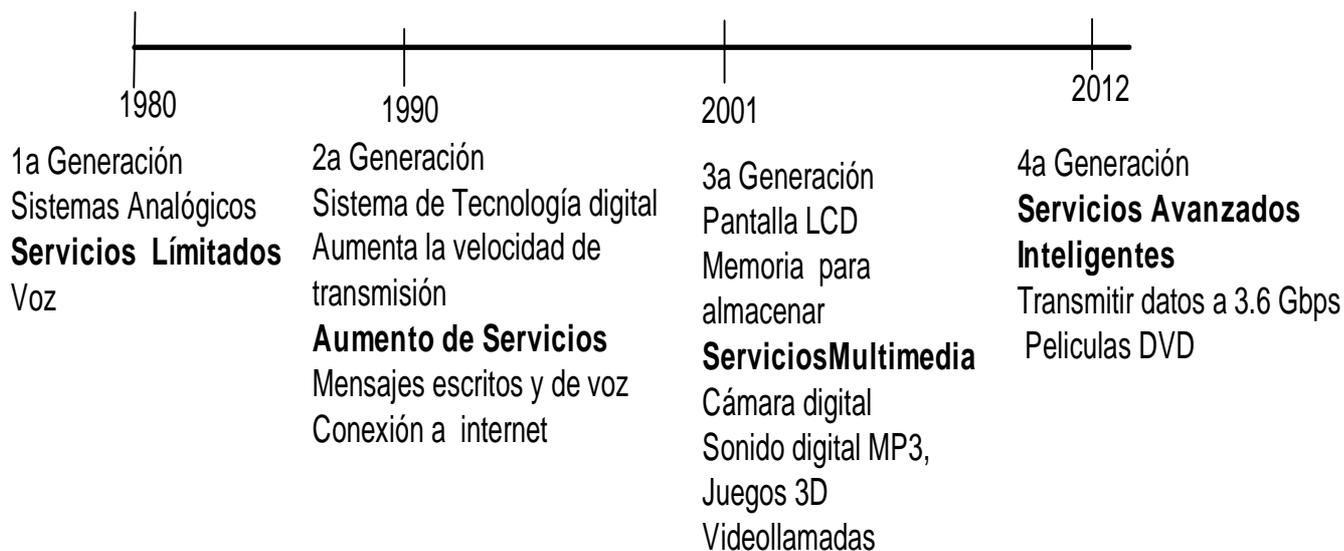


Figura 2.1.1 Cronología más Relevante del Sistema de Telefonía Móvil.

## 2.2 CONTEXTO FÍSICO.

Existen de manera natural, el campo eléctrico y el campo magnético en el espacio libre. Se presenta el campo magnético, en la orientación de una brújula hacia el lado norte, y se presenta el campo eléctrico en los relámpagos provocados por tormentas de lluvias. De manera artificial el hombre crea el campo eléctrico y el campo magnético, en beneficio, de su calidad de vida.

El funcionamiento de estos dos campos juntos, dio origen a la formación de los campos electromagnéticos, y que son parte de la teoría electromagnética.

El uso de los campos electromagnéticos, dio motivo a que se clasifiquen, en base a tres características propias de los campos electromagnéticos, las cuales son:

- a) Energía que llevan los campos eléctricos y magnéticos
- b) La frecuencia con que se repiten estos campos en un tiempo de un segundo
- c) La longitud de onda, es decir la distancia, que alcanzan los campos eléctricos y magnéticos. De un punto inicial al punto determinado.

En base a estas tres características, se forma el espectro electromagnético

Se denomina **espectro electromagnético** a la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas.

Existe una clasificación en el espectro electromagnético, en base a la frecuencia de uso.

---

---

La medida de la frecuencia va desde ( $10^0$ ) Hz (Herz) (la transmisión de energía eléctrica (Líneas de transmisión,) hasta alcanzar los ( $10^{26}$ ) Hz (los rayos Gamma).

Mientras más pequeña sea la frecuencia, más grande es la longitud de onda y habrá menor energía, mientras más grande es la frecuencia, más pequeña es la longitud de onda y habrá mayor energía.

Existen actualmente una infinidad de aplicaciones de estos campos, para beneficio del hombre en mejorar su calidad de vida, si es que no, se exceden de sus normas establecidas.

De acuerdo a la medida de la frecuencia, los usos se clasifican en:

**Radiaciones No Ionizantes** con la medida de ( $10^0$  Hz -  $10^{16}$  Hz) y **Radiaciones Ionizantes** con la medida de ( $10^{16}$  Hz -  $10^{26}$  Hz). A las radiaciones ionizantes (dependiendo de su intensidad de corriente) se les considera que no dañan la salud del público en general.

El objeto de estudio, se refiere al **sistema de telefonía móvil**, el cual se encuentra ubicado en el rango de las microondas con una medida de  $10^9$  Hz.

El sistema de telefonía móvil, se encuentra ubicado en el espectro electromagnético en un rango de frecuencias de 900 -1800 MHz, como se muestra en la figura 2.2.1.1

## 2.2.1 FORMACIÓN DEL ESPECTRO ELECTROMAGNÉTICO.

En el año de 1900 solo existían, los efectos naturales creados por el comportamiento de la misma naturaleza, los cuales son.

- a) Campo magnético natural de la tierra
- b) El relámpago
- c) La luz visible

A partir del año 2000, se muestran los usos de los campos electromagnéticos, creados por el hombre.

Para nuestro estudio, se ve que el sistema de telefonía móvil se encuentra en el rango de 900 MHz a 1800 MHz, el cual es considerado dentro de las comunicaciones de microondas en la parte de radiofrecuencia.



Figura 2.2.1.1 Esquema del Espectro Electromagnético.

El grado de contaminación electromagnética comercial. (Becher (1990), Oschaman (2003)). Oschaman (2003), afirma “Existe evidencia confiable de que los campos electromagnéticos son una espada de doble filo. Algunas frecuencias no son buenas para algunas personas y otras pueden estimular la sanación”.

“Un campo diminuto que oscila a 50 ó 60 Hz puede ser dañino, mientras que un campo de similar potencia pero de frecuencia más baja (2, 7, 10,15 Hz) puede estimular la sanación de tejido tales como nervios, huesos, ligamentos y capilares respectivamente”  
 La ubicación del teléfono móvil, cuando se lleva en el cuerpo humano, está en el anexo 3.

### 2.3 CONTEXTO LEGAL.

Una norma es una regla que debe ser respetada y que permite ajustar ciertas conductas o actividades. La normatividad que se tiene a la exposición de los campos electromagnéticos, contiene restricciones básicas y niveles de referencia.

- a) Las restricciones en los efectos de la exposición son basadas en los efectos sobre la salud ya establecidos y son llamadas restricciones básicas. Dependientes de la frecuencia, las cantidades físicas usadas para especificar las restricciones básicas de la exposición a los campos electromagnéticos, son densidad de flujo magnético (B), densidad de corriente (J), la TAE (tasa de absorción específica), la densidad de potencia (S). La protección contra efectos adversos sobre la salud requiere que estas restricciones básicas no sean excedidas.

- 
- 
- b) Los niveles de referencia de la exposición son proveídos para comparación con valores medidos de cantidades físicas. El cumplimiento con todos los niveles de referencia dados en estas recomendaciones asegurara el cumplimiento de las restricciones básicas. Si los valores medidos son más altos que los niveles de referencia, no necesariamente implica que las restricciones básicas son excedidas, pero si es necesario un análisis más detallado para evaluar el cumplimiento de las restricciones básicas.

Las normas de carácter local y de carácter internacional son las siguientes:

### **2.3.1 NORMA OFICIAL MEXICANA. NOM-081-SCT1-1993.**

(Secretaría de Comunicaciones y Transportes, SCT).

Sistemas de Radiotelefonía con Tecnología Celular que operan en la Banda de 800 MHz

Esta norma establece las reglas de carácter general que deben seguir los sistemas de radiotelefonía móvil con tecnología celular que operan en la banda de 800 MHz, para garantizar el correcto funcionamiento de los equipos de transmisión y recepción, tanto fijos como móviles necesarios para proporcionar este servicio.

Para garantizar la compatibilidad, es esencial que se especifiquen tanto los parámetros de los sistemas de radio así como el procedimiento para el proceso de las llamadas. De ahí que resulte imprescindible llevar a cabo una normativa respecto a estos temas antes de que sean Implantados en el Mercado.

El Servicio de Tecnología de Telefonía Celular en México se presta a través de dos tipos de asignación de bandas de frecuencia: la banda de frecuencia A y la banda de frecuencia B.

En la actualidad se utilizan teléfonos móviles con una, dos y tres bandas de frecuencia, esto es por si el usuario del teléfono móvil, se traslada a otro lugar, fuera de su territorio original, el teléfono móvil, recibirá la señal del nuevo lugar, y se pondrá en funcionamiento.

Las compañías concesionarias del sistema de telefonía móvil en México, se encuentra en el anexo 2.

#### **2.3.1.1 NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-126-SCT1-1995.**

(Límites de Exposición Máxima de Seres Humanos a Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia (100KHz a 300GHz).

Para la aplicación de restricciones basadas en la valoración de posibles efectos en la salud de los campos electromagnéticos se deben diferenciar entre restricciones básicas y niveles de referencia.

Estas restricciones básicas y niveles de referencia como límites a la exposición han sido desarrolladas con la literatura científica publicada. Los efectos de las exposiciones a largo plazo no se han establecido.

Sin embargo, como los factores de seguridad son del orden de cincuenta entre los valores umbrales que producen efectos agudos y las restricciones básicas, esta recomendación cubre de forma implícita los posibles efectos a largo plazo en toda la banda de frecuencias.

Las restricciones básicas son limitaciones a la exposición de campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos variables con el tiempo que directamente producen efectos sobre la salud y consideraciones biológicas.

La tabla siguiente muestra los valores de los límites de exposición a los campos electromagnéticos.

Tabla 2.3.1.1.1 Límites de Exposición Máxima para Exposición No Ocupacional de Seres Humanos a Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia (100KHz a 300GHz).

Rango de Frecuencia = (MHz)	Intensidad de Campo Eléctrico (E)= (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H)= (A/m)	Densidad de Potencia (S) =(mW./cm <sup>2</sup> )
100 -1500	$1,616*f^{1/2}$	$0,004*f^{1/2}$	f/1500
1500-300.000	62,0	0,16	1,0

(IRPA -1988); (MEXICO. NOM-126-SCT1-1995).

Si el rango de frecuencia del sistema de telefonía móvil es de 800 – 1900 MHz, entonces los resultados de sus variables son las siguientes:

Tabla 2.3.1.1.2 Valores Obtenidos de las Variables Dependientes de la Frecuencia.

Rango de Frecuencia = (MHz)	Intensidad de Campo Eléctrico (E)= (V/m)	Intensidad de Campo Magnético (H)= (A/m)	Densidad de Potencia (S) =(mW./cm <sup>2</sup> )
800	45.707	0.11313	0.53333
1900	62,0	0,16	1,0

La tabla muestra los valores obtenidos de cada una de las frecuencias, existe muy poca diferencia entre las intensidades del (E) y el (H), y existe una diferencia de la mitad de la unidad en la densidad de potencia, es decir que la frecuencia de 1900 MHz calienta más al tejido humano. Los valores en el rango de 1900 MHz, ya están establecidos por la norma.

## 2.3.2 NORMAS Y LIMITES A LA EXPOSICIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Para asegurar que los aparatos emisores de radiofrecuencia sean seguros y que su uso no interfiera con el de otros aparatos, se han adoptado normas internacionales, por diferentes organismos para el caso de emisiones no ionizantes, entornos no controlados (exposición permanente) y radiación continua, a continuación se destacan las más importantes.

Tabla 2.3.2.1 Las Restricciones Básicas para (TAE) Tasa de Absorción Específica: De cuerpo Entero Promedio, y Localizado para Frecuencias entre 1Hz a 10 GHz.

Características de la Exposición	Rango de Frecuencias	TAE (W/KG)		
		Promedio en todo el Cuerpo	Localizado Cabeza y Tronco	Localizado Extremidades
Exposición al Público en General	10 MHz A 10 GHZ	0.08	2	4

Los niveles de referencia son obtenidos, cuando es apropiado, a partir de las restricciones básicas mediante el uso de modelos matemáticos y por extrapolación de los resultados de las investigaciones de laboratorio en frecuencias específicas. Para el caso de campos de baja frecuencia, se desarrollaron diversos modelos de medición y de cómputo para derivar los niveles de referencia de intensidad de campo a partir de las restricciones básicas. En ciertas situaciones donde la exposición está muy localizada, como un teléfono móvil junto a la cabeza, el uso de los niveles de referencia no es apropiado. En este caso se aplicaría directamente la restricción básica localizada.

Tabla 2.3.2.2 Niveles de Referencia para Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos

Rango de Frecuencias MHz	Campo Eléctrico E= (V/m)	Campo Magnético H= (A/m)	Densidad de flujo Magnético B= (μT)	Densidad de Potencia S= (W/m <sup>2</sup> )
400-2000	$1.375 f^{0.5}$	$0.0037 f^{0.5}$	$0.0046 f^{0.5}$	f/200

(ICNIRP, (UPC, 2002))

Tabla 2.3.2. 3 Los Límites de Exposición para las Bandas de Telefonía Móvil

Organización	Telefonía Móvil Frecuencia= 900 MHz		Telefonía Móvil Frecuencia =1800 MHz	
	S	E	S	E
ICNIRP(OMS)/CENELEC(UE)	0.45 mW/cm <sup>2</sup>	41 V/m	0.90mW/cm <sup>2</sup>	58 V/m
FCC / IEEE	0.60 mW/cm <sup>2</sup>		1.200 mW/cm <sup>2</sup>	

(INFORME SATI, 2010).

### 2.3.2.1 LÍMITES DE EXPOSICIÓN A LA TELEFONÍA MÓVIL.

La Recomendación del Consejo 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz).

Los límites de exposición del público en general y de los trabajadores, a las emisiones electromagnéticas, son propuestos por los organismos científicos internacionalmente

---

---

reconocidos a esos efectos, como la Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP) de la Organización Mundial de la Salud (OMS) o el Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC) de la Unión Europea, sobre la base del conocimiento científico y además, se someten a revisiones periódicas tanto por esos organismos como por los Comités o Agencias científicas de los distintos países

Esta normativa debe satisfacer los deseos de la sociedad y su cumplimiento riguroso, tiene por objeto, tranquilizar a los ciudadanos, respecto de las instalaciones de sistemas de telecomunicación, se determinan los niveles máximos de exposición a las emisiones radioeléctricas.

La determinación de estos niveles se hace estableciendo parámetros medibles en las instalaciones. Un parámetro importante es la "Tasa de Absorción Específica " (TAE, o SAR por sus siglas en inglés) que se relaciona con la energía absorbida por el cuerpo humano.

Una TAE de 4 W/Kg se considera dentro de los márgenes en los que el organismo humano dispone de mecanismos de autorregulación de la temperatura corporal.

La normativa establece la relación entre la TAE y el nivel de densidad de potencia del campo electromagnético, que se mide en  $W/m^2$  o  $mW/cm^2$ .

**La Norma Europea EN 50360 establecida por el ICNIRP establece un nivel máximo de SAR de 2 W/Kg.** Fuente: Manual SAR Conection

La Comisión Europea, a través de la Recomendación del Consejo citada anteriormente, establece una:

**Tasa de Absorción Específica máxima de 0,08 W/Kg para las frecuencias utilizadas en telefonía móvil (900 y 1800 MHz), corresponde a unos límites de:**

**0.45 y 0.9  $mW/cm^2$ , respectivamente, para la densidad de potencia.**  
(UPC, 2002)

### **2.3.2.2 PROYECTO INTERNACIONAL, SOBRE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.**

En respuesta a la creciente preocupación de la sociedad por los posibles efectos sobre la salud de la exposición a un número y variedad creciente de fuentes de campos electromagnéticos, la Organización Mundial de la Salud (OMS) inició en 1996 un gran proyecto de investigación multidisciplinar.

El Proyecto Internacional sobre campos electromagnéticos o «Proyecto Internacional CEM (Campos Electromagnéticos)» reúne los conocimientos y recursos disponibles actuales de organismos e instituciones científicas clave internacionales y nacionales.

La Radio Frecuencia es parte del espectro electromagnético con frecuencias entre los 3 kHz a los 300 GHz aunque la OMS en su proyecto para el estudio de los efectos de los teléfonos

---

---

móviles CEM 1996 tan sólo consideró aquellas frecuencias comprendidas entre 1 MHz y 10 GHz.

## 1. EL COMITÉ DE ARMONIZACIÓN DE NORMAS DE LA ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, SOBRE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Las disparidades de las normas sobre campos electromagnéticos de todo el mundo se debe a factores políticos y científicos. Los principales motivos de tales disparidades son las diferentes interpretaciones de los datos científicos en los que se basan las normas y la aplicación de distintas filosofías para la protección de la salud pública. Además, puede haber diferencias en el modo en que los científicos de distintas zonas geográficas interpretan los datos sobre riesgos.

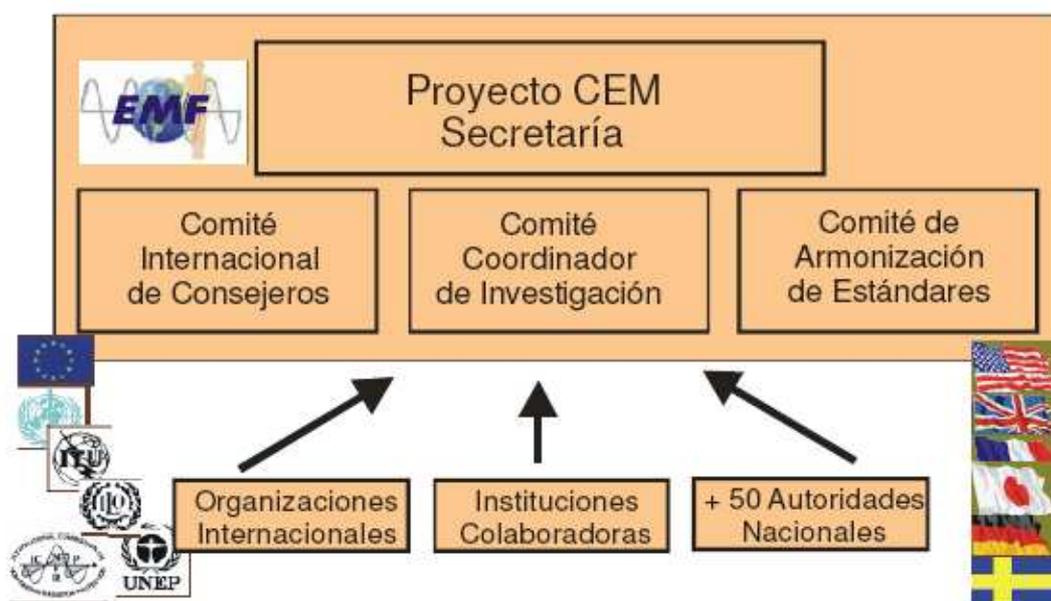


Figura 2.3.2.2.1 Estructura organizativa del proyecto a los campos electromagnéticos. La estructura muestra que existe una masiva participación de las naciones de casi todo el mundo junto con otros organismos científicos independientes y es dirigido por la Organización Mundial de la Salud.

## 2. RESULTADOS SOBRE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

- Recopilación de normas actuales sobre campos electromagnéticos de todo el mundo
- Marco para la redacción de normas nacionales sobre campos electromagnéticos
- Modelos de legislación que las autoridades nacionales pueden usar para adoptar medidas de protección frente a los campos electromagnéticos
- Para estudiar los efectos que provocan las radiaciones no ionizantes de radio frecuencia, se creó una comisión internacional generada por la iniciativa de la Organización Mundial de la Salud. (CEM 1996 tan solo consideró aquellas frecuencias comprendidas entre 1MHz y 10 GHz). Se espera que emita una resolución al respecto.

---

---

e). En la actualidad todavía existe la polémica de que causa o no causa un daño a la salud por el uso del sistema de la telefonía celular.

### **3. DESARROLLO DE ESTÁNDARES INTERNACIONALES SOBRE LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.**

Las siguientes organizaciones científicas independientes participaron, para elaborar estándares de límites a la exposición a los campos electromagnéticos:

- a) **ICNIRP:** Comisión Internacional sobre Protección frente a Radiaciones no Ionizante (por su siglas en inglés, International Commission on Non Ionising Radiation Protection) (Organismo Independiente que elabora las normas para la Organización Mundial del Trabajo, dependiente de la Organización Mundial de la Salud)
- b) **FCC:** Comisión Federal de Comunicaciones (por sus siglas en inglés Federal Communications Commission (USA).
- c) **IEEE:** Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica (por sus siglas en inglés, Institute of Electrical and Electronic Engineering (USA)
- d) **CENELEC:** Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (por su siglas en inglés European Committee for Electrotechnical Standardization) Unión Europea (UE)

Estudian, establecen y recomiendan límites para la exposición segura a las radio frecuencias. Esos límites (ICNIRP) resultan más abajo de los niveles en que la exposición pudiera causar riesgos de efectos adversos a la salud (2%).

Una TAE de 4W/Kg. puede sobrepasar la capacidad termorregulador del organismo (Principio de Precaución: Margen de seguridad = 50 veces).  
La OMS revisa, apoya y recomienda las normas Internacionales del (ICNIRP).

Último Informe de la OMS, a los campos electromagnéticos y la salud pública. Estaciones de base y tecnologías inalámbricas:

### **4. CONCLUSIONES SOBRE EL PROYECTO INTERNACIONAL A LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.**

Teniendo en cuenta los muy bajos niveles de exposición y los resultados de investigaciones reunidos hasta el momento, no hay ninguna prueba científica convincente de que las débiles señales de RF procedentes de las estaciones de base y de las redes inalámbricas tengan efectos adversos en la salud. (OMS, Nota descriptiva N°304 Mayo 2006)

## **2.4 CONTEXTO BIO-ELECTROMAGNÉTICO.**

Bio-Electromagnetismo es la rama que estudia los efectos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos que aparecen en los tejidos biológicos.

Los efectos incluyen los orígenes (comportamiento de tejidos excitables), los potenciales y corrientes eléctricas en las zonas conductoras, la respuesta de células excitables a estímulos eléctricos y magnéticos y las propiedades intrínsecas tanto eléctricas como magnéticas de un tejido

Bio-Electromagnetismo es una rama evidentemente multi-disciplinaria, involucrando entre otras ciencias a la biofísica, la electrónica médica, la física médica y la ingeniería biomédica. Es quizás por este motivo que el bio-electromagnetismo se ha venido estudiando desde dos puntos de vista distintos: el físico y el anatómico.

Algunos resultados de la unión entre disciplinas se muestran en la figura siguiente:

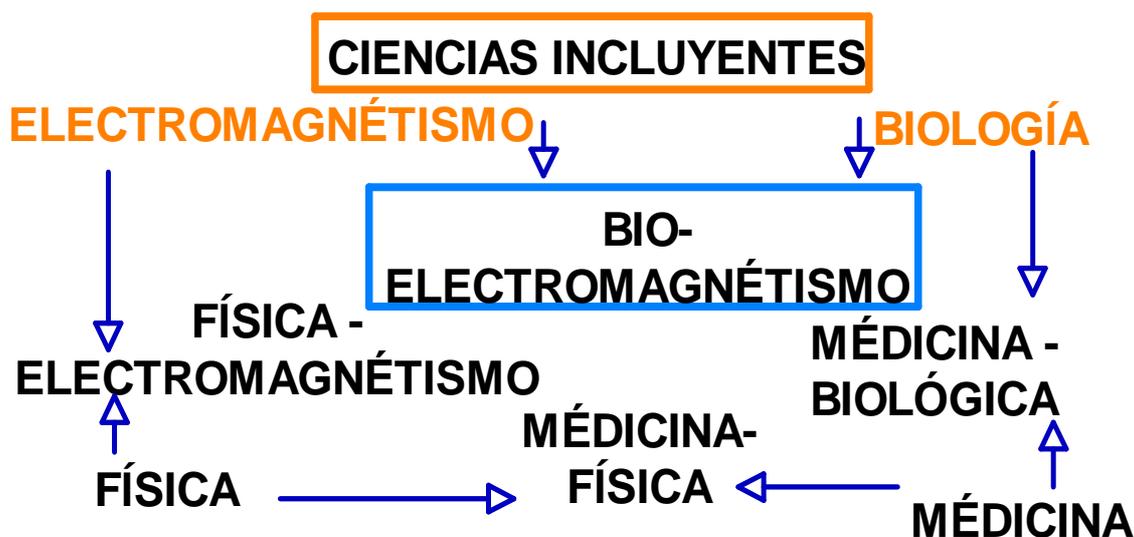


Figura 2.4.1 Ciencias Incluyentes del Campo Bio-Electromagnético.

El campo Bio-Electromagnético nace, en base a la combinación, de las ciencias básicas como, la Física, la Biología, la Medicina. En conjunto analizan los efectos bio-electromagnéticos.

Hoy en día los fenómenos físicos o humanos que se presentan a diario en la vida cotidiana, y que son de importancia para el ser humano. Ya se deben de analizar, de forma sistémica las ciencias.

Cada disciplina de la ciencia, aporta los estudios necesarios de su disciplina, y junto con otros análisis de otras disciplinas, se llegara a un resultado más completo, y se podrá dar una solución más formal a algún inconveniente que se presente.

El análisis bio-electromagnético, está basado en las ciencias médicas, ciencias biológicas, ciencias físicas.

## 2.4.1 NATURALEZA DE LOS EFECTOS BIOLÓGICOS DEBIDO A LA EXPOSICIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Se pueden indicar la presencia de "efectos" en cualquier sistema biológico cuando podemos medir un cambio producido tras la introducción en el mismo de algún tipo de estímulo ajeno a este.

Aunque estos cambios no siempre tienen que ser perjudiciales para el sistema biológico implicado, de hecho en su interacción con el medio se producen constantes alteraciones tanto funcionales como estructurales, de forma inmediata y reversible o cambios de tipo permanente que modifican definitivamente su función.

Se consideran peligrosos cuando causan perjuicios detectables a la salud del individuo o de su descendencia (ICNIRP 1998). La exposición a los campos electromagnéticos da origen, a que se presenten efectos sobre la salud del usuario expuesto, como se muestra en la siguiente figura 2.4.1.1:

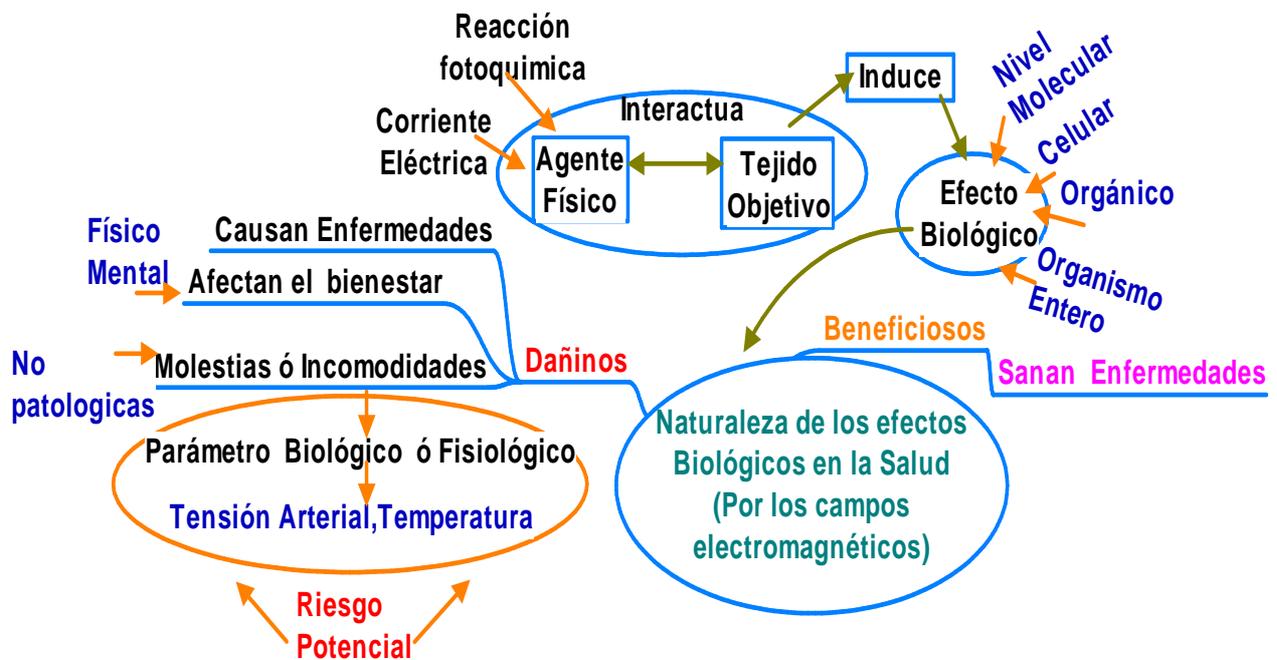


Figura 2.4.1.1 Naturaleza de los Efectos Biológicos, debido a la exposición de los campos Electromagnéticos.

El tiempo de exposición a los campos electromagnéticos y sus consecuencias adversas para la salud del usuario son estudiados en laboratorio como estudios epidemiológicos, y debe tenerse en observación los cambios personales físicos y mentales.

La radiación de los campos electromagnéticos es transmitida de manera física y en forma invisible al cuerpo humano, y los efectos que sufre el cuerpo humano debido a la radiación, serían biológicos.

---

---

## 2.4.2 MECANISMOS DE ACOPLAMIENTO ENTRE EL CUERPO HUMANO Y LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE RADIO FRECUENCIA.

Hay tres tipos de mecanismos de acoplamiento básicos establecidos a través de los cuales interactúan los campos eléctrico y magnético variables en el tiempo con el cuerpo humano:

1. Acoplamiento a campos eléctricos de baja frecuencia.
2. Acoplamiento a campos magnéticos de baja frecuencia.
3. Absorción de energía de los campos electromagnéticos.

### 1. Acoplamiento entre el cuerpo humano y los campos eléctricos de baja frecuencia

La interacción de campos eléctricos variables en el tiempo con el cuerpo humano resulta en un flujo de cargas eléctricas (corriente eléctrica), la polarización de la dirección de las cargas (formación de dipolos eléctricos), y la reorientación de dipolos eléctricos ya esta presente en el tejido.

Las magnitudes relativas de estos diferentes efectos dependen de las propiedades eléctricas del cuerpo que son, la conductividad eléctrica (que gobierna el flujo de corriente eléctrica) y la permitividad (que gobierna la magnitud del efecto de polarización).

La conductividad eléctrica y la permitividad varían con el tipo de tejido y también dependen de la frecuencia del campo aplicado. Los campos eléctricos externos al cuerpo inducen una carga superficial en el cuerpo; esto produce corrientes inducidas en el cuerpo, la distribución de los cuales depende de las condiciones de exposición, del tamaño y forma del cuerpo, y de la posición del cuerpo frente al campo.

### 2. Acoplamiento entre el cuerpo humano y los campos magnéticos de baja frecuencia

La interacción física de los campos magnéticos variables en el tiempo con el cuerpo humano genera campos eléctricos inducidos y la circulación de corrientes eléctricas. Las magnitudes de los campos inducidos y de la densidad de corriente son proporcionales al radio de la espira, la conductividad eléctrica del tejido, y la tasa de cambio y la magnitud de la densidad de flujo magnético.

Para una magnitud y frecuencia dada del campo magnético, los campos eléctricos inducidos son más fuertes cuando las dimensiones de la espira son mayores. La trayectoria exacta y la magnitud resultante de las corrientes inducidas en cualquier parte del cuerpo dependerán de la conductividad eléctrica del tejido.

El cuerpo no es eléctricamente homogéneo; sin embargo, la densidad de las corrientes inducidas puede ser calculada usando modelos anatómicamente y eléctricamente realistas del cuerpo y métodos computacionales, los cuales tienen un alto grado de resolución anatómica.

---

---

### 3. Absorción de energía de los campos electromagnéticos

La exposición a los campos eléctricos y magnéticos normalmente produce una absorción de energía insignificante y un incremento no mensurable de temperatura en el cuerpo.

Sin embargo, la exposición a los campos electromagnéticos a frecuencias por encima de los 100 KHz, puede producir una absorción de energía y un incremento de temperatura significativos.

En general, la exposición a campos electromagnéticos uniformes (onda plana), ocasiona una deposición y una distribución de la energía dentro del cuerpo altamente no uniformes, las cuales deben ser evaluadas mediante mediciones dosimétricas y cálculos matemáticos.

Con respecto a la absorción de energía por el cuerpo humano, los campos electromagnéticos pueden ser divididos en cuatro rangos. Uno de ellos es el siguiente:

a) Frecuencias en el rango por encima de los 20 MHz a 300 MHz, en las cuales una absorción relativamente alta puede ocurrir en todo el cuerpo, y aún valores más altos si se consideran las resonancias parciales del cuerpo (Ej. cabeza). (UNEP /OMS/IRPA ,1993)

#### **2.4.3 ASPECTOS FISIOLÓGICOS DEL CUERPO HUMANO DEBIDO A LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.**

Un efecto biológico ocurre cuando la exposición produce un cambio fisiológico detectable en un sistema biológico, pero un efecto adverso para la salud ocurre cuando el efecto biológico sobrepasa el límite normal de variabilidad fisiológica del organismo y presenta dificultad de adaptación con detrimento del estado de salud.

Algunos efectos biológicos pueden ser inocuos, por ejemplo, la radiación solar, principalmente los rayos ultravioletas, producen el incremento del flujo sanguíneo de la piel como respuesta a un ligero calentamiento del cuerpo; pueden ser ventajosos porque ayudan en la producción de vitamina D o adversos porque pueden producir cáncer de piel.

Las oscilaciones electromagnéticas se propagan en el espacio en línea recta y al incidir sobre los cuerpos pueden o bien penetrar, reflejarse o absorberse.

En dependencia de estos 3 factores se produce su efecto sobre los organismos vivos, a mayor penetración y absorción de energía mayor será su acción biológica.

Se plantea que los efectos de las radiaciones no ionizantes son de 3 tipos: térmico, no térmicos y atérmicos.

Los tejidos biológicos poseen la propiedad de absorber a la onda electromagnética, que está en función de su frecuencia. Como se muestra en la tabla 2.4.3.1

Tabla 2.4.3.1 Efectos Atérmico y Térmico Dependientes de la Radio Frecuencia

Frecuencia	Efecto Atérmico	Efecto Térmico
De 300MHz a 3 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alteración del cito esqueleto y de las membranas (de las neuronas y de las células sanguíneas).</li> <li>-Cambios de la permeabilidad y de las propiedades funcionales de las membranas celulares.</li> <li>-Activación de la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas en las células</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Dilatación de los capilares.</li> <li>-Activación del sistema endocrino.</li> <li>-Estimulación de los procesos tiroideos.</li> <li>-Disminución de la presión arterial.</li> <li>-Máxima cantidad de calor en la sangre, la linfa, tejidos musculares, y Parénquimas.</li> <li>- Recalentamiento de la piel (Ej. efecto "oreja caliente").</li> </ul>

Para las frecuencias comprendidas entre 100 KHz y 10 GHz se establecen restricciones sobre la Tasa de Absorción Especifica para prevenir el calentamiento del cuerpo humano y el excesivo calentamiento local de tejidos. (NTP- 698)

## 2.4.4 PROPAGACIÓN Y ABSORCIÓN DE LA ENERGÍA ELECTROMAGNÉTICA DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL EN EL CUERPO HUMANO.

A medida que la onda electromagnética se propaga en el tejido, se extrae energía de la onda (se absorbe). Esta absorción puede resultar en una progresiva reducción de la densidad de potencia de la onda en cuanto esta siga avanzando en el tejido.

Esta reducción es cuantificada por la profundidad de penetración ( $\delta$ ), la cual define la distancia en la cual la densidad de potencia decrece en un factor de  $e^{-1}$ .

Tabla 2.4.4.1. Cantidad de Penetración en Diferentes Tejidos Contenidos Con o Sin Agua

Característica del tejido	Tipo de tejido	Penetración de las OEM en la banda desde 300Mhz a 3Ghz	Penetración de las OEM en la banda desde 3 Ghz a 30Ghz	Grado de formación de calor
Con poco contenido en agua	Nervioso, óseo, intersticial, tendinoso	hasta 26 cm.	hasta 11,2 cm	Menor
Con alto contenido en agua	Sangre, linfa, tejido muscular, parénquimas	hasta 3,6 cm.	hasta 1,7 cm	Mayor

---

---

Es importante tomar en cuenta, el valor de la cantidad de penetración, debido a que el efecto que se produce en el cuerpo, puede ser dañino o no.

Mientras que a menor frecuencia, mayor penetración, y a mayor frecuencia menor penetración. (UPC-2002).

## 2.5 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO II.

Se sabe que los teléfonos móviles son dispositivos de radio de baja frecuencia que transmiten y reciben radiación de microondas, a frecuencias de aproximadamente 900 MHz y 1800 MHz.

Parte de la energía de las ondas de radio emitida por los teléfonos móviles es absorbida por la cabeza del usuario, fundamentalmente por los tejidos superficiales. Por tanto, las directrices de exposición sobre los teléfonos móviles se expresan en términos de energía absorbida en la cabeza por una masa pequeña de tejido (TAE).

El establecimiento de directrices sobre la Tasa de Absorción Específica (TAE) es útil para indicar al público cuál es el nivel seguro de las ondas del sistema de telefonía móvil.

**La Norma Europea EN 50360 establecida por el Comité Internacional sobre Protección a la Radiación No Ionizante (ICNIRP) establece un nivel máximo de Tasa de Absorción Específica (TAE) de de 2 W/Kg.**

La Comisión Europea, a través de la Recomendación del Consejo citada anteriormente, establece para la exposición del público en general a los campos electromagnéticos una:

**Tasa de Absorción Específica máxima (TAE) de 0,08 W/Kg para las frecuencias utilizadas en telefonía móvil (900 y 1800 MHz), corresponde a unos límites de 0.45 y 0.9 mW/cm<sup>2</sup>, respectivamente, para la densidad de potencia (S).**

Los efectos que producen la penetración de las radiaciones electromagnéticas de los teléfonos móviles se consideran directos. Los factores físicos que influyen son los siguientes:

- a) Distancia de la fuente de emisión.
- b) Tiempo de exposición a las fuentes de microondas.
- c) Edad de los individuos irradiados.
- d) Tipo de modulación de estas microondas.
- e) Rango de frecuencias de la fuente de emisión. (Bianucci, 2001).

---

---

# **CAPÍTULO III.- MARCO CONCEPTUAL Y MARCO TEÓRICO.**

### 3.1 MARCO CONCEPTUAL.

Un marco conceptual es el grupo central de conceptos y teorías que se utilizan para formular y desarrollar un argumento (o tesis).

Esto se refiere a las ideas básicas que forman la base para los argumentos, mientras que la revisión de literatura se refiere a los artículos, estudios y libros específicos que uno usa dentro de la estructura predefinida.

Las aseveraciones, las opiniones, la teoría de esta tesis, están basadas en estos conceptos.

#### 3.1.1 TIPOS DE TÉRMINOS USADOS EN EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL



Figura 3.1.1.1 Los términos más usados en esta tesis, forman el Marco Conceptual

Las palabras claves que más se utilizan están divididas en cuatro partes y son:

1. Términos Técnicos: Son términos técnicos del sistema de telefonía móvil
2. Términos Médicos: Son términos médicos, referentes al sistema de telefonía móvil
3. Términos Bio-electromagnéticos: Son términos presentados por la interacción de los campos electromagnéticos y el cuerpo humano
4. Términos Sistémicos: Son términos referentes al entorno que rodea al sistema de telefonía móvil. Destacando las palabras más fundamentales, para la problemática bajo estudio, aproximadamente son veintidós, todas los demás se encuentran en el glosario, al final de esta tesis.

---

---

## 3.2 MARCO TEÓRICO.

El marco teórico es la fase en que reunimos información fundamentada para confeccionar el diseño metodológico de la exploración; es decir, el momento en que establecemos cómo y qué información acumularemos, de qué manera la analizaremos y aproximadamente cuánto tiempo tardaremos. Simultáneamente, la información acumulada para el Marco Teórico nos proporcionará un conocimiento profundo de la teoría que le da significado a la exploración. Es a partir de las teorías existentes sobre el objeto de estudio, como pueden generarse nuevos conocimientos.

La validez interna y externa de una exploración se demuestra en las teorías que la apoyan y en esa medida, los resultados pueden generalizarse.

El marco teórico de la exploración considera:

- a) Conceptos explícitos e implícitos del problema
- b) Conceptualización específica operacional.
- c) Relaciones de teorías y conceptos adoptados.
- d) Análisis teórico del cual se desprenden las hipótesis.
- e) Concluir las implicaciones de la teoría con el problema.

### 3.2.1 TEORÍA GENERAL DE SISTEMAS.

Teoría de Sistemas o también llamada Teoría General de Sistemas (TGS) es un enfoque multidisciplinario que estudia las propiedades comunes en distintas entidades.

El biólogo austriaco Ludwig Von Bertalanffy (1901 – 1972) fue el que dio origen al término a mediados del siglo XX. Se le considera teoría de teorías, ya que busca reglas de valor general que puedan ser aplicadas a cualquier sistema y en cualquier nivel de la realidad.

Cabe destacar que los sistemas son módulos ordenados de elementos que se encuentran interrelacionados y que interactúan entre sí.

Pese a que la teoría de sistemas nació de un especialista biología, con el tiempo se trasladó a diversos campos de estudio, como la cibernética y la teoría de la información. El sociólogo alemán Niklas Luhmann (1927 – 1998) ha sido uno de los responsables de implementar la teoría de sistemas en ciencias sociales.

Entre los principios de la teoría de sistemas, se encuentran la utilización de los mismos conceptos para describir los rasgos principales de sistemas diferentes, la búsqueda de leyes generales que facilitan la comprensión de la dinámica de cualquier sistema y la formalización de las descripciones de la realidad.

En conclusión, la teoría de sistemas tiene un enfoque dinámico, multidimensional y multidisciplinario. (Definición, 2010).

---

---

### 3.2.1.1 CONCEPTOS DE SISTEMA, SUBSISTEMA, SUPRASISTEMA.

Un sistema es una serie de elementos que forman una actividad, un procedimiento o un plan de procedimientos que buscan una meta o metas comunes, mediante la manipulación de datos, energía o materia.

Los sistemas puede ser físicos o abstractos; Los primeros son los que tratan con herramientas, maquinarias equipos y en general con objetos y artefactos reales. Los segundo son el contraste de los primeros; en estos sistemas, los símbolos representas atributos de objetos que no existen, excepto en la mente (del investigador); concepto como planes, hipótesis e ideas sujetas a investigación puede ser descritos como sistemas abstractos.

**Sinergia:** La suma del todo es mayor que la suma de cada una de sus partes. El comportamiento de un elemento no representa el comportamiento del todo.

**Subsistema:** Sistema de un sistema mayor. Cada una de las partes de un sistema es un subsistema. Es decir es un conjunto de partes e interrelaciones que se encuentra estructural y funcionalmente en un sistema mayor, ya que posee sus propias características.

**Recursividad:** Es saber reconocer que un sistema está compuesto por subsistemas que tienen las mismas funciones y características de los sistemas. **SUPRASISTEMA - SISTEMA - SUBSISTEMA.**

**Niveles de Organización (Jerarquía):** A medida que vamos pasando de un subsistema a un sistema y de este a un suprasistema vamos pasando por distintos niveles de organización de los más simples a los más complejos.

#### a) CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS.

1. Todo sistema contiene otros sistemas (subsistemas) y a la vez está contenido en otro sistema de carácter superior (suprasistema).

Estos dan como resultado, haciendo hincapié en la idea de una auténtica categorización de suprasistemas, sistemas y subsistemas.

2. Todos los componentes de un sistema, así como sus interrelaciones, actúan y operan orientados en función de los objetivos del sistema.

Se puede deducir que los objetivos constituyen el factor o elementos que direcciona todas las partes del conjunto.

3. La alteración o variación de una de las partes o de sus relaciones incide en las demás y en el conjunto.

En la figura 3.2.1.1.1, se encuentran los tres conceptos, entorno del sistema de telefonía móvil:



Figura 3.2.1.1.1 Subsistema, Sistema, Suprasistema del Sistema de Telefonía Móvil. El subsistema del sistema de telefonía móvil, es el objeto de estudio de esta tesis, el cual consiste en el tema de la tesis.

### 3.2.1.2 MODELO DE TENSEGRIDAD BIOLÓGICO.

Uno de los modelos conceptuales que inspiraron al autor de esta tesis durante el desarrollo de la etapa 4 de la Metodología de Sistemas Suaves, fue el modelo de Tensegridad propuesto originalmente por Buckminster Fuller (1975) y adaptado por Oschman (2003) para representar metafóricamente la interacción de las diferentes formas de energía sobre el cuerpo humano, incluyendo desde luego la energía electromagnética de los sistemas de telefonía móvil.

**Tensegridad** es un término arquitectónico acuñado por Buckminster Fuller como contracción de tensional integrity (**integridad tensional**).

La tensegridad se define como la característica que exhiben determinadas estructuras, cuya estabilidad depende del equilibrio entre fuerzas de tracción y compresión.

Las estructuras de tensegridad fueron exploradas por el artista Kenneth Snelson, produciendo esculturas como Needle Tower (Figura 3.2.1.2.1), de 18 metros de altura y construida en 1968.

El término “tensegrity” fue acuñado por Buckminster Fuller, conocido por uno de sus más famosos diseños arquitectónicos denominado domo geodésico, como la Biosphère construida por Fuller para la Expo 67 en Montreal.

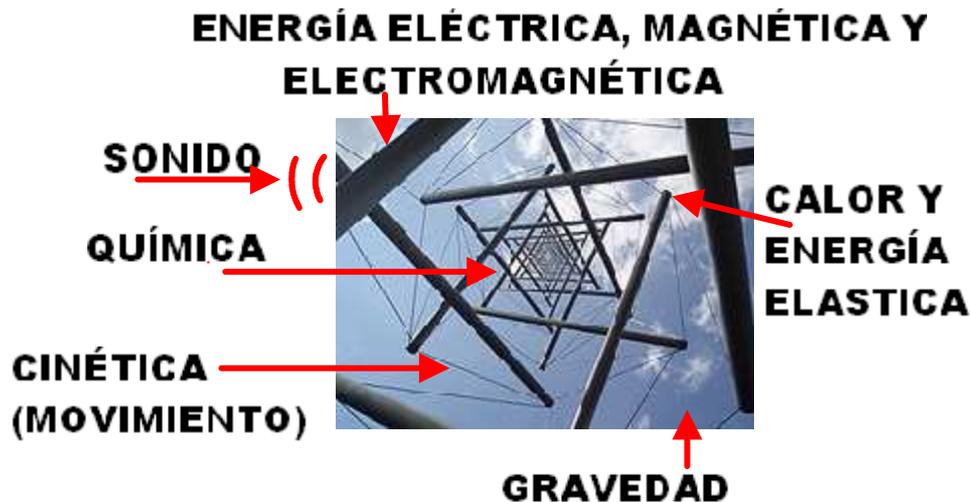


Figura 3.2.1.2.1 El modelo de tensegridad de Buckminster Fuller.

Está dibujado con las espirales representadas como bobinas, cada una de las bobinas tiene la capacidad de convertir energía de una forma a otra. Dado que el tejido viviente es una continuidad elástica semiconductora de tensegridad, cualquier forma de energía puede ser absorbida prontamente y conducida de un área a otra.

**1. CONCEPTO.** Una estructura constituye un sistema de tensegridad si se encuentra en un estado de auto equilibrio estable, formado por elementos que soportan compresión y elementos que soportan tracción. En las estructuras de tensegridad, los elementos sometidos a compresión suelen ser barras, mientras que los elementos sometidos a tracción están formados por cables. El equilibrio entre esfuerzos de ambos tipos de elementos dota de forma y rigidez a la estructura. Esta clase de construcciones combina amplias posibilidades de diseño junto a gran resistencia, así como ligereza y economía de materiales.

## 2. DE LA ARQUITECTURA A LA CÉLULA.

A mediados de los años 70, Donald Ingber se plantea una hipótesis en la que relaciona las estructuras de tensegridad con el comportamiento mecánico de las células. Para comprobarlo, modela una estructura compuesta por seis barras unidas con hilos elásticos.

Al colocarla sobre una superficie rígida tiende a adoptar una forma aplanada, mientras que sobre una superficie flexible se alzaba mostrando una conformación más redondeada. Este comportamiento se ajustaba al observado en células cuando se depositaban sobre el mismo tipo de superficies.

Ingber concluyó que, desde un punto de vista mecánico, **la célula podía considerarse un sistema de tensegridad**. Los descubrimientos en biología confirmaron esta hipótesis cuando, a principios de la década de los 80, Keith R. Porter lograba desvelar una red tridimensional de filamentos en el interior de las células: el citoesqueleto, que tendrían el mismo papel que las barras y los cables en las estructuras de tensegridad: equilibrar los esfuerzos que darían forma y rigidez a la célula. (Tensegridad, 2010)

---

---

**3. El laboratorio Ingber** está interesado en el mecanismo general de la célula y la regulación del desarrollo: cómo las células responden a las señales y coordinar sus comportamientos para producir tejidos con forma especializada y la función.

El enfoque específico sobre el control de la angiogénesis y el desarrollo vascular. Nuestro enfoque ha sido impulsado por la hipótesis de que el proceso de construcción del tejido pueden ser regulados mecánicamente. Hemos introducido el concepto de que las células vivas estabilizar su citoesqueleto interno, y el control de su forma y mecánica, utilizando un sistema arquitectónico describió por primera vez por Buckminster Fuller, conocido como "tensegridad"

Para abordar las cuestiones relativas a la distorsión de la forma mecánica de la célula y la influencia de la bioquímica intracelular del citoesqueleto y formación de patrones, que han combinado el uso de técnicas de diversos campos, incluyendo la biología celular molecular, la ingeniería mecánica, física, química y ciencias de la computación.

Este trabajo ha conducido a la identificación de las fuerzas mecánicas y el citoesqueleto de la célula como críticos y los reguladores del desarrollo, y el descubrimiento de que la integrina receptores transmembrana que anclan las células a la matriz extracelular también median mecanotransducción. El proceso mediante señales mecánicas se convierten en una respuesta bioquímica intracelular.

Nuestro laboratorio también ha demostrado que células de la matriz extracelular y la distorsión de la forma juegan un papel central en el control de la angiogénesis que se requiere para el crecimiento del tumor y la expansión, y ha desarrollado numerosas nuevas microtecnologías, nanotecnologías, el control de los sistemas magnéticos y modelos computacionales en el curso de llevar a cabo estos estudios. Sus posibles aplicaciones se están estudiando actualmente en las zonas sensibles que van desde el diagnóstico clínico-ultra a nano escala dispositivos médicos, los tejidos de ingeniería y materiales biológicamente inspirados para la reparación de tejidos y la reconstrucción. (Laboratorio Ingber, 2010)

### **3.3 MARCO METODOLÓGICO PARA EL DESARROLLO DE LA TESIS.**

La metodología es el conjunto de métodos por los cuales se regirá esta tesis. Un método es el procedimiento que se llevará a cabo en orden a la consecución de determinados objetivos. Los métodos aplicados son los siguientes.

**Método histórico**, que es aquel que estudia los objetos en sus distintas etapas, su nacimiento, desarrollo, evolución.

El **sistémico**, que será el que parte del análisis de los componentes y las relaciones entre estos para profundizar el conocimiento.

Debe de existir coherencia entre el método (el "cómo") empleado y la teoría que proporciona el marco teórico en el cual se insertan los conocimientos buscados, o sea el contenido ("el qué").

---

---

Evidentemente, la teoría y, los métodos implican por lo general una opción ideológica; quiere decir, en sentido genérico, un enfoque basado en un sistema coherente de ideas, que nos indiquen el "para qué" de la investigación.

Método y metodología son dos conceptos diferentes. El método es el procedimiento para lograr los objetivos. Metodología es el estudio del método

**La metodología** es el estudio analítico y crítico de los métodos de investigación

**La metodología** es el enlace entre el sujeto y el objeto de conocimiento.

Sin ella es prácticamente imposible logra el camino que conduce al conocimiento científico (Concepto de Metodología, 2010)

Las actividades a realizar, se basan en el marco metodológico para poder entender la situación problema, y así poder aplicar una metodología que nos guíe. Para llegar al objetivo propuesto por el objeto de estudio.

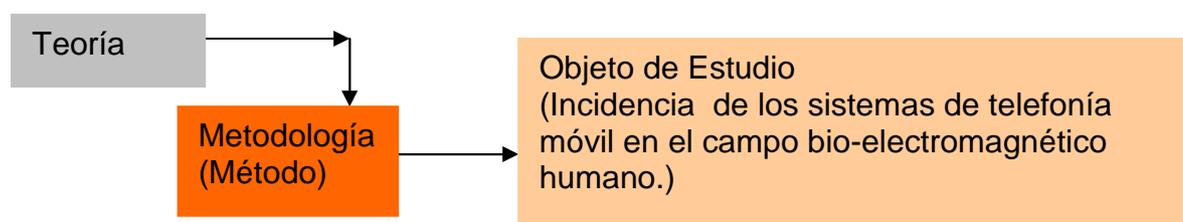


Figura 3.3.1 Proceso de Investigación, es en conjunto la teoría y la metodología.

Entendemos por método un orden epistemológico, a partir de la lógica del pensamiento científico que surge de la teoría, teoría y método van siempre juntos, mientras que la metodología es la parte instrumental de la investigación, y como tal se aplica al objeto de estudio.

### **3.3.1 SELECCIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA EL OBJETIVO DE ESTUDIO.**

Indudablemente, el uso del sistema de telefonía móvil es de interés social, no solo es el medio para hacer el análisis de sus efectos a la salud de la persona. Si no también porque genera cambios sociales, como son de conducta y de pensamiento.

Los investigadores, hasta el día de hoy se encuentran divididos, en la apreciación del riesgo que se tiene por el uso del sistema de telefonía móvil, debido a que puede generar cambios adversos a la salud.

La selección de la metodología a usar, tiene que ver con el fin del objeto de estudio, que es la de analizar las diferentes situaciones presentadas, y tener un diagnostico, tomando en cuenta tanto aspectos internos (fortalezas y debilidades), como externos (oportunidades y amenazas).

---

---

La Metodología de Sistemas Suaves (MSS) de Peter Checkland, es una metodología basada en el pensamiento de sistemas. Es una guía útil para estructurar un proceso de aprendizaje participativo, que toma en cuenta las diferentes visiones del mundo de los involucrados.

La Metodología de Checkland puede describirse, como un proceso de siete etapas de análisis que emplean el concepto de sistema de actividad humana, como un medio de conseguir, tanto investigar la situación como efectuar acciones para mejorarla (Wilson, 1994)

### **3.3.2 CONCEPTO DE FODA.**

**(Fortalezas, Oportunidades, Debilidades y Amenazas) (Análisis FODA, 2010).**

El "FODA" es una metodología de estudio para el sistema de telefonía móvil en su servicios (situación externa) y de las características internas (situación interna) de la misma, a efectos de determinar sus **F**ortalezas, **O**portunidades, **D**ebilidades y **A**menazas.

La situación interna se compone de dos factores controlables: fortalezas y debilidades, mientras que la situación externa se compone de dos factores no controlables: oportunidades y amenazas.

Es la herramienta estratégica para conocer la situación real en que se encuentra la organización del sistema de telefonía móvil.

El objetivo del análisis FODA es determinar las ventajas competitivas del sistema de telefonía móvil, bajo análisis y la estrategia genérica a emplear por la misma que más le convenga en función de sus características propias y de las del servicio en que se mueve.

El análisis consta de cuatro pasos:

- a) Análisis Externo
- b) Análisis Interno
- c) Confección de la matriz FODA
- d) Determinación de la estrategia a emplear

#### **a) Análisis Externo:**

La organización del sistema de telefonía móvil no existe ni puede existir fuera de un ambiente, así que el análisis externo permite fijar las oportunidades y amenazas que el contexto puede presentarle a la organización.

El proceso para determinar esas oportunidades o amenazas se puede realizar de la siguiente manera.

1. Estableciendo los principales hechos o eventos del ambiente que tiene o podrían tener alguna relación con la organización. Estos pueden ser:

#### **a) De Carácter Legal:**

---

---

## 1) Tendencias de Normas:

- a) Normas sobre el servicio de telefonía móvil.
- b) Valores de transmisión de los campos electromagnéticos.
- c) Límites y restricciones sobre la exposición a los campos electromagnético

## 2) Legislación:

- a) Exposición al público en general, a los campos electromagnéticos.
- b) Mejoramiento del ambiente.
- c) Descentralización del sistema de telefonía móvil en las zonas urbanas.

## b) De Carácter Social:

- a) Crecimiento y distribución de los usuarios, del sistema de telefonía móvil.
- b) Manera de ver el sistema de telefonía móvil.
- c) Sistema de salubridad e higiene.

## c) De Carácter Tecnológico:

- a) Rapidez de los avances tecnológicos.
- b) Cambios en los sistemas que usa el sistema de telefonía móvil.

2. Determinando cuáles de esos factores podrían tener influencia sobre la organización del sistema de telefonía móvil en términos de facilitar o restringir el logro de objetivos. Es decir, hay circunstancias o hechos presentes en el ambiente que a veces representan una buena OPORTUNIDAD que la organización del sistema de telefonía móvil podría aprovechar, ya sea para desarrollarse aún más o para resolver un problema. También puede haber situaciones que más bien representen AMENAZAS para la organización del sistema de telefonía móvil y que puedan hacer más graves sus problemas.

## 1. Oportunidades.

Las Oportunidades son aquellas situaciones externas, positivas, que se generan en el entorno y que, una vez identificadas, pueden ser aprovechadas.

## 2. Amenazas.

Las Amenazas son situaciones negativas, externas al sistema de telefonía móvil, que pueden atacar contra éste, por lo que llegado al caso, puede ser necesario diseñar una estrategia adecuada para poder sortearla.

## a) Análisis Interno:

Los elementos internos que se deben analizar durante el análisis FODA corresponden a las fortalezas y debilidades que se tienen respecto a la disponibilidad de cambios del sistema de telefonía móvil, personal, activos, calidad del producto, estructura interna y de servicio, percepción de los usuarios, entre otros.

---

---

El análisis interno permite fijar las fortalezas y debilidades de la organización del sistema de telefonía móvil, realizando un estudio que permite conocer la cantidad y calidad de los recursos y procesos con que cuenta el ente.

### **1. Fortalezas.**

Las Fortalezas son todos aquellos elementos internos y positivos que diferencian al sistema de telefonía móvil de otros de igual clase.

### **2. Debilidades.**

Las Debilidades se refieren, por el contrario, a todos aquellos elementos, recursos, habilidades y actitudes que del sistema de telefonía móvil ya tiene y que constituyen barreras para lograr la buena marcha de la organización del sistema de telefonía móvil. También se pueden clasificar: Aspectos del Servicio que se brinda, Aspectos de Organizacionales y Aspectos de Control.

Las Debilidades son problemas internos, que, una vez identificados y desarrollando una adecuada estrategia, pueden y deben eliminarse.

De la combinación de fortalezas con oportunidades surgen las potencialidades, las cuales señalan las líneas de acción más prometedoras para la organización del sistema de telefonía móvil.

Las limitaciones, determinadas por una combinación de debilidades y amenazas, colocan una seria advertencia.

## **3.4 TEORÍA ELECTROMAGNÉTICA.**

El **electromagnetismo** es una rama de la Física que estudia y unifica los fenómenos eléctricos y magnéticos en una sola teoría, cuyos fundamentos fueron sentados por Michael Faraday y formulados por primera vez de modo completo por James Clerk Maxwell.

La formulación consiste en cuatro ecuaciones diferenciales vectoriales que relacionan el campo eléctrico, el campo magnético y sus respectivas fuentes materiales (corriente eléctrica, polarización eléctrica y polarización magnética), conocidas como Ecuaciones de Maxwell.

El electromagnetismo es una teoría de campos; es decir, las explicaciones y predicciones que provee se basan en magnitudes físicas vectoriales dependientes de la posición en el espacio y del tiempo.

El electromagnetismo describe los fenómenos físicos macroscópicos en los cuales intervienen cargas eléctricas en reposo y en movimiento, usando para ello campos eléctricos y magnéticos y sus efectos sobre las sustancias sólidas, líquidas y gaseosas. Por ser una teoría macroscópica, es decir, aplicable sólo a un número muy grande de partículas y a distancias grandes respecto de las dimensiones de éstas, el Electromagnetismo no describe los fenómenos atómicos y moleculares, para los que es necesario usar la Mecánica Cuántica.

---

---

El electromagnetismo considerado como fuerza es una de las cuatro fuerzas fundamentales del universo actualmente conocido. (Wikipedia, 2010)

En la actualidad el electromagnetismo se aplica en muchos usos, como en casa (aparatos electrodomésticos), en la fábrica (equipos de uso industrial), en los hospitales (equipo electrónico médico), en la oficina (equipo electrónico de oficina).

También tiene aplicación en la parte médica, para combatir algunas enfermedades, con el tratamiento del electromagnetismo de acuerdo a la parte médica.

### 3.4.1 ELEMENTOS BÁSICOS DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.

El sistema de telefonía móvil, enlaza la comunicación entre usuarios de manera segura. Los elementos que forman el sistema de telefonía móvil son los siguientes.

1. Teléfono Móvil
2. Estaciones Base (Antenas y Equipo Transmisor – Receptor)
3. Estación de Control y Conmutación
4. Radio Canales

1. Teléfono Móvil. (Estación Móvil).  
El móvil realiza una llamada... (Enciende, marca el número)



Figura 3.4.1.1 Teléfono Móvil (Estación Móvil)

- 2a. Antena (El sitio de la Celula).

Una antena de la estación base cercana toma la llamada del teléfono móvil... (Detecta la onda Electromagnética enviada por el teléfono móvil)

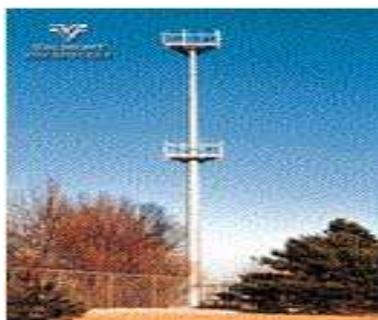


Figura 3.4.1.2 El sitio de la célula Antena

---

---

2b. El BS o la Estación Base. La llamada se en ruta a través del transmisor-receptor de la estación base. En PCS y varias estaciones base GSM, puede ser controlado por un controlador de estaciones base o BSC.



Figura 3.4.1.3 El BS o la Estación Base

3a. El MSC O MTSO (Estación de Control y Conmutación). El centro de conmutación móvil recibe la siguiente llamada. Cada MSC administra decenas de decenas de sitios celulares y sus estaciones base auxiliar.

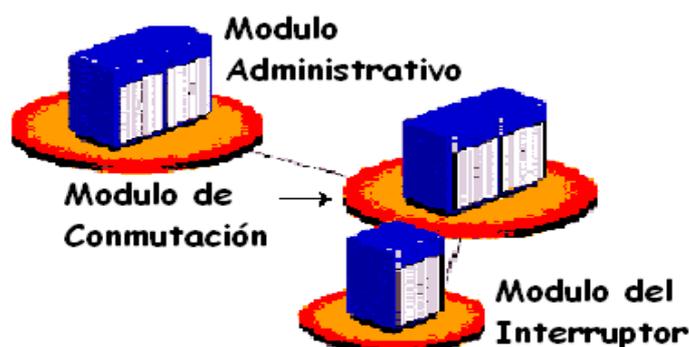


Figura 3.4.1.4 El MSC O MTSO

3b. HLR, VLR, AC, EIR

El conmutador móvil consulta varias bases de datos, antes de permitir una llamada. Hay un servidor dedicado asociado, para cambiar las bases de datos. El Registro de localización de casa (Home Location Register (HLR)), El Registro de localización visitado (Visitado Location Register (VLR)), El Centro de autenticación (AC), y el Equipo de Registro de Identidad (EIR) son algunas de estas bases de datos.

La llamada se procesa y se envía al lado de la red de telefonía en general, también conocida como la red telefónica pública conmutada. (Privateline.com)

4. Radio Canal.

Se entiende por Radio Canal al par de frecuencias portadoras, que van a servir como canales de tráfico en una comunicación. De estas dos frecuencias una va a ser la frecuencia de transmisión (Tx) de la estación base y recepción (Rx) del terminal, la otra frecuencia va a ser la de recepción (Rx) de la estación base y transmisión (Tx) del terminal. Transportan datos y voz entre el usuario y las estaciones base, cada usuario sólo puede usar un canal a la vez. El proceso de una llamada de teléfono móvil a teléfono móvil, se ubica en el anexo 5.

---

---

### 3.4.1.1 ZONAS DE RADIACIÓN A LA EXPOSICIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

Las antenas de las estaciones base, radian ondas electromagnéticas, alrededor de ella y a una distancia determinada. Estas distancias se dividen en zonas.

Las cuales son:

- a) Zona de rebasamiento: que es el límite de no rebasar y esta alrededor de ella a una distancia determinada, aquí es fuerte la intensidad de radiación y la densidad de potencia.
- b) Zona ocupacional: es donde se está más expuesto a las radiaciones de las ondas electromagnéticas, es fuerte la intensidad de radiación y la densidad de potencia
- c) Zona público en general: es donde se está menos expuesto a las radiaciones de las ondas electromagnéticas, y de acuerdo a la distancia donde se encuentre la persona con respecto a la antena, es débil la intensidad de radiación y la densidad de potencia

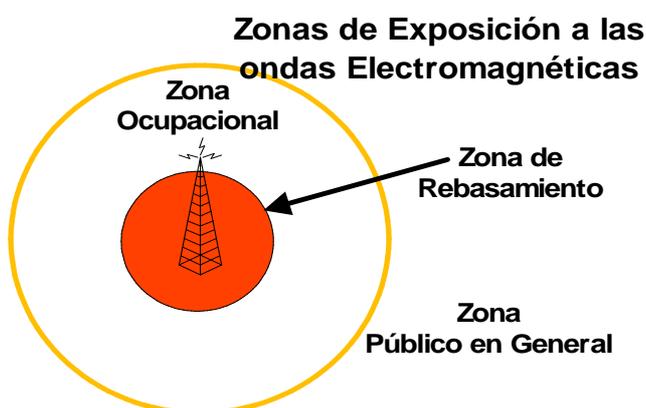


Figura 3.4.1.1.1 Zonas de radiación de una antena de estación base.

### 3.4.2 CÁMARA KIRLIAN Y LA EFLUVIO-GRAFÍA DEL CUERPO HUMANO.

Podríamos definir el campo bio-electromagnético (efluvio-grafía) como una vibración luminosa, una emanación coloreada o un fluido magnético que se sitúa alrededor del cuerpo humano.

El bio-electromagnético tiene forma de óvalo, adoptando diferentes colores y múltiples matices. Sabido es que el hombre posee diferentes sistemas que garantizan y regulan todas las funciones del organismo (aparato digestivo, sistema respiratorio, sistema nervioso, etc.).

El sistema nervioso está formado por una serie de células especializadas que se sitúan a todo lo largo del cuerpo y se comunican entre sí, y junto con el sistema hormonal (sustancias que circulan por la sangre y actúan a nivel de todos los órganos) ejercen un control sobre las diferentes funciones del organismo.

---

---

En el sistema nervioso la comunicación intercelular se efectúa por contacto físico; en el sistema hormonal, por el contrario, la comunicación se efectúa por medios químicos.

En este sistema, la comunicación se efectúa por medio de ondas electromagnéticas, como quedó demostrado el 31 de Octubre de 1972 por los científicos rusos Kasneceev, Sciurin y Michailiva.

Estas ondas electromagnéticas son de la gama de las ultravioletas, con diversos grados de luminosidad según la impresión recibida, y, además de comunicar las células en el interior del cuerpo, se transmiten al exterior como energía vital e información luminosa de estas células. Esta energía proyectada hacia el exterior en forma de ondas electromagnéticas es la causante de la formación del campo bio-electromagnético.

En Europa, desde principios de siglo, han sido numerosos los intentos de demostrar por medio de aparatos la existencia del campo bio-electromagnético.

Debemos citar a dos pioneros, Walter Kilner en Inglaterra y el matrimonio Kirlian en Rusia, a partir de cuyos estudios se comenzó a investigar, de una forma científica, acerca del campo bio-electromagnético. El doctor Kilner, miembro del Colegio Real de Médicos, publicó en 1912 el resultado de las experiencias realizadas durante cuatro años, en diversos hospitales para demostrar la existencia del campo bio-electromagnético.

El doctor Kilner explica cómo es posible ver el campo bio-electromagnético a través de una especie de vitrina, la cual está llena de una solución alcoholizada, la diacina, que es sensible a los rayos ultravioleta, y que es capaz de exaltar la sensibilidad retiniana. Mediante este sistema sólo puede verse un halo de color azul grisáceo que sigue el contorno del cuerpo hasta una distancia de 60 cm fuera de él.

El fenómeno variaba con la edad, el sexo, las facultades mentales y el estado de salud del sujeto.

Otro de los hombres que han estudiado más exhaustivamente la fenomenología del campo bio-electromagnético es; sin duda, el ingeniero Simeón Davidovich Kirlian y su esposa.

Un día, Kirlian fue invitado a ver una demostración de una máquina que efectuaba electrocardiogramas y en el curso de la demostración notó que entre el electrodo cubierto con el cristal y la piel del paciente había una cierta luminiscencia, debido a la electricidad que fluía entre la piel y el instrumento.

A partir de ese momento, se propuso plasmar esa luminiscencia en papel fotográfico. Sin quizá darse cuenta, este intento fue el comienzo de una serie de experimentos que culminaron con lo que actualmente conocemos como cámara Kirlian

---

---

### 3.4.2.1 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO DE LA CÁMARA KIRLIAN K2.

La cámara Kirlian K 2 de Biociber, está compuesta de las siguientes partes:



a) La cámara Kirlian

b) El control eléctrico, de encendido y de Intensidad de corriente

Figura 3.4.2.1.1 Las Partes que componen la Cámara Kirlian

- a) La cámara Kirlian es un cuadrado de aluminio de aproximadamente de 30 cm por 30cm, contiene una sustancia de agua destilada.
- b) Es un generador de alto voltaje, que produce la energía de salida de manera regulada, inicia con una intensidad baja y después se puede ir aumentando cada vez que se requiera. Se conecta de la siguiente forma.

El generador de alto voltaje produce una corriente, que circula a través de sus dos electrodos, uno de ellos es la cámara con signo positivo (P), el otro es el electrodo que se encuentra suelto con signo negativo (N).

La persona toma de un extremo al electrodo negativo, y del otro extremo coloca su mano sobre la cámara. Al hacer funcionar el generador, la corriente circula a través de la mano que toma el electrodo, continúa circulando en el cuerpo de la persona, y sale por la otra mano que está tocando a la cámara Kirlian, y de la cámara Kirlian regresa al generador.

En este proceso se forma la efluvio-grafía en la cámara Kirlian.

La efluvio-grafía es fotografiada por la cámara digital donde aparece con tonos azules. Como se muestra en la figura 3.4.2.1.2:

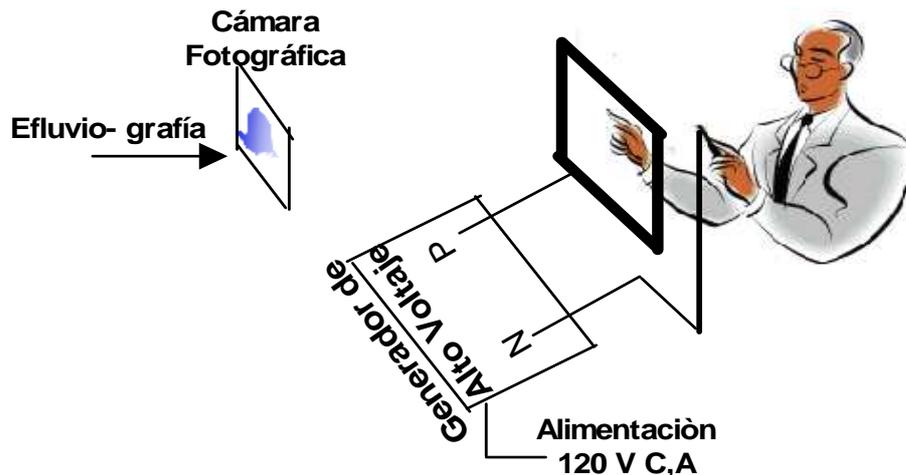


Figura 3.4.2.1.2 La Cámara Kirlian y el usuario, fotografiando su efluvio-grafía

Precauciones: No debe realizarse fotografías a personas que, de un modo u otro, lleven instalados dentro de su cuerpo objetos eléctricos o electrónicos (como un marcapasos). Tampoco a personas que hayan sufrido trastornos cardiovasculares (debido a que altera el ritmo cardiaco de la persona).

A ser posible no hacer fotografías con un objeto metálico en el cuerpo, por ejemplo, hacer la fotografías de un dedo y llevar un anillo puesto, por riesgo de recibir una descarga eléctrica. No hay que olvidar que se trabaja con electricidad de alto voltaje (de 20.000 a 40.000 V), aunque a baja corriente. Por lo cual se debe tener especial cuidado en su manipulación.

### 3.4.3 ACLARACIÓN SOBRE LA DISTRIBUCIÓN DE PROBABILIDAD “NORMAL” DE UN SOFTWARE EMPLEADO COMO APOYO

Un software empleado como apoyo fue el producto “Photoshop”, se empleo en el proyecto, para editar las fotografías obtenidas, en la cámara Kirlian.

Entonces, el software “Photoshop”, apoya en el cálculo de los parámetros estadísticos de la población de pixeles efluvio-gráficos considerando que estos tienen una distribución de probabilidad “normal” Gaussiana.

Sin embargo la mayoría de los procesos biológicos no siguen una distribución Gaussiana sino más bien una distribución exponencial con “cola pesada” la cual representa mucho mejor la ocurrencia de eventos (pixeles) regulares muy alejados de la normalidad (casi imposible de representar con una distribución Gaussiana).

Salvando las limitaciones estadísticas del software disponible, se decidió utilizar como parámetro representativo de la población de pixeles efluvio-gráficos, a la moda en lugar de la desviación estándar y o el promedio.

---

---

El nivel de significancia de los ensayos fue de 0.05; es decir, se tendrá aproximadamente 5 ocurrencias en 100 en que se rechazan la hipótesis; cuando debería ser aceptada, en otras palabras se tiene un 95% de confianza de que se hizo la decisión adecuada.

## 1. EL HISTOGRAMA DE LA EFLUVIO-GRAFÍA CAPTADA EN LA CÁMARA KIRLIAN

El histograma es un instrumento de medida que ayuda al ojo, siempre subjetivo y acomodable, a hacer un diagnóstico de la efluvio-grafía.

El histograma nos muestra una serie de 256 líneas verticales alineadas en su extremo inferior, representativas de la cantidad de píxeles que hay en una efluvio-grafía por cada valor de luminosidad.

En el extremo izquierdo está el valor 0 (negro) y en el derecho el 255 (blanco), como indica la barra de degradado que suele acompañarlo.

Su anchura suele adaptarse a 256 píxeles en la pantalla. Su altura máxima varía con los programas, pero es fija y se hace corresponder al grupo de píxeles más numeroso, adaptando el resto de las columnas proporcionalmente.

En la figura 3.4.3.1, se observa la curva tipo Gaussiana y los valores estadísticos del efluvio grafía obtenido:

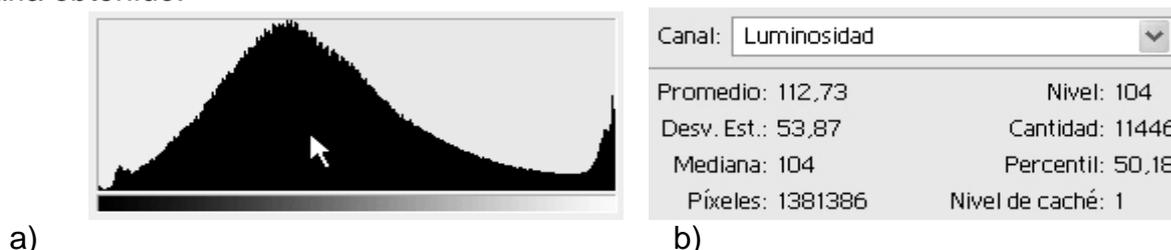


Figura 3.4.3.1. La grafica formada y el cuadro estadístico de una efluvio-grafía.

a) Vista de una población de píxeles. b) Datos estadísticos como: promedio, desviación estándar y mediana, correspondientes al efluvio-grafía.

Las cifras en el efluvio-grafía, se refieren a la luminosidad media, en conjunto, a uno de los canales de color, a la saturación, etc.

En Photoshop, los datos numéricos aparecen en dos columnas: en la primera, datos del efluvio-grafía en conjunto, y en la de la derecha, información específica sobre el nivel que señale el cursor sobre imagen. Los conceptos básicos que se utilizan en Photoshop son los siguientes:

1. **Píxeles**: informa sobre el número total de píxeles de la efluvio-grafía (1.381.386)

2. **Promedio / Media**: es el valor medio de luminosidad de todos los píxeles

3. **Mediana**: si colocásemos todos los píxeles de la imagen en columna y ordenados por luminosidad, la mediana sería el valor del píxel en el punto medio de la fila. Por ejemplo: entre los valores 5, 6 y 10, el promedio sería de 7 (21 entre 3), pero la mediana sería el valor 6. Más aún, no se trata del valor central, sino del valor del píxel central. En un conjunto de valores 2, 3, 5, 5, 5, la mediana no sería 3, sino 5

---

---

**4. Desviación estándar o típica:** es la media de las diferencias de todos los píxeles sobre el promedio. Se suman todas las diferencias elevadas al cuadrado (para que cuente lo mismo la desviación positiva que la negativa) calculando después la raíz cuadrada de la media. Es un indicativo de si la efluio-grafía está poco o muy contrastada.

**5. Nivel:** es el valor del grupo de píxeles sobre el que está el cursor.

**6- Cantidad / Píxeles:** se refiere al número de píxeles que tienen el valor de luz indicado. (Porta Paulo, 2005)

Algunas de las fotografías de las efluio –grafías obtenidas, se encuentran en el anexo 6

### **3.4.4 SISTEMAS COMPUTACIONALES DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**

Existen varios sistemas computacionales de campos electromagnéticos, que se pueden emplear, tales como:

1). **SEMCAD X, SPEAG** (De la compañía Schmid & Partner Engineering AG Zeughausstr).

SEMCAD X ha sido diseñado y optimizado para resolver los problemas más difíciles. La sección de aplicación se destacan algunas de las aplicaciones más complejas en las SEMCAD X más empleadas respecto a la solución de los problemas del mundo real. Tales como los siguientes:

a) SIMULACIONES DEL TELÉFONO MÓVIL

Características principales

- a) Amplia importación interfaz CAD (Diseño Asistido por Computadora) / alta resolución.
  - b) Fantasmas (Maniquís) de base de datos
  - c) Altamente eficiente enfoque para las estructuras en gran parte no homogénea
  - d) La velocidad y la memoria optimización multimodal CAD derivados con los objetivos de ponderación
  - e) Simulación de caracterización individual de banda ancha
  - f) Amplia Pos procesamiento funcionalidad incluyendo los algoritmos de extracción más actual SAR
  - g) La comparación directa (medición - simulación) en el mismo pos procesador
- Interfaz Guión Python (SEMCAD X, 2011).

La figura siguiente muestra la simulación computarizada, de la radiación que hay de un teléfono móvil, por si solo y después colocado sobre el cerebro del usuario.

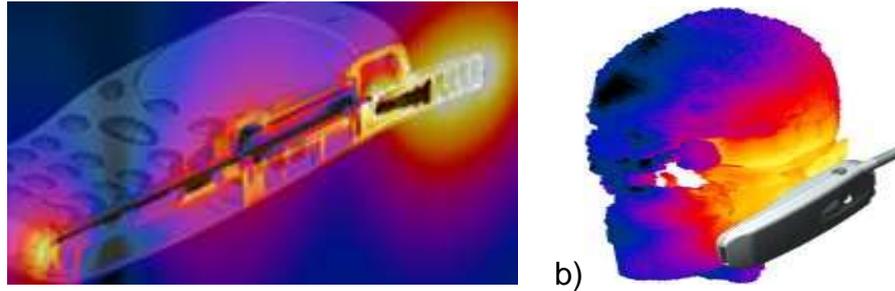


Figura 3.4.4.1 La figura muestra lo siguiente: a) E-campo de la distribución en rodajas a través del teléfono y la antena  
b) SAR la distribución dentro de la cabeza fantasma

## 2). INTRODUCCIÓN A LA SIMULACIÓN DE RF. (De la compañía COMSOL)

El Grupo de COMSOL proporciona soluciones de software para el modelado de Multifísica. Como por ejemplo el del Módulo de RF.

Modelado de radiofrecuencia en microondas, y los regímenes de óptica requiere modelar la propagación de las ondas electromagnéticas en y alrededor de estructuras que pueden ser metálicas, material dieléctrico, y/o magnético, o incluso meta materiales con propiedades de ingeniería. El módulo de RF que ofrece las herramientas necesarias para afrontar este desafío mediante la inclusión del puerto y las condiciones de dispersión de los límites, modelos complejos. Como resultado, se puede fácilmente hacer modelos: de antenas, guías de onda, microondas y componentes ópticos.

El módulo de RF completa la experiencia de modelado, proporcionando características avanzadas de post-procesamiento, tales como el cálculo de parámetros técnicos y ahora el análisis de campo. En conjunto con la capacidad sin igual de COMSOL para acoplar a la física, tales como la calefacción electromagnética, entonces se tiene la solución de la industria multifísica líder de las ondas electromagnéticas. Las características de este modulo son las siguientes:

### 2.1 Física de interfaces y tipos de estudios.

- a) Ondas electromagnéticas.
- b) Análisis de Modo de Límites.
- c) Frecuencia propia.
- d) Dominio de la Frecuencia.
- e) Dominio de la frecuencia modal.
- f) Dependiente del tiempo.
- g) Dependiente del tiempo modal.

### 2.2. Las condiciones de contorno, la frecuencia y el dominio del tiempo.

- a) Continuidad.
- b) Campo eléctrico.
- c) Agrupados Puerto, incluyendo la conexión a Circuito eléctrico.
- d) Campo Magnético.
- e) Perfecto eléctrico del conductor.
- f) Perfecto magnético del conductor.

---

---

### 2.3. Constitutiva de Relaciones.

- a) Materiales Anisotrópico (tienen distintos materiales).
- b) Las pérdidas dieléctricas.
- c) Linealizado Resistividad.
- d) Pérdida Tangente.
- e) Las pérdidas magnéticas.
- f) Índice de refracción.
- g) Permeabilidad relativa.
- h) Permitividad relativa. (COMSOL, 2011)

### 3) SOFTWARE SIMULADOR DE BIO- ELECTROMAGNÉTISMO (de la compañía FEKO).

Las Técnicas que se aplican son: De volumen discretización como la Diferencias Finitas en el Dominio de Tiempo (FDTD) o Método de Elementos Finitos (MEF) son los más adecuados, y populares por lo tanto, para el análisis de los órganos dieléctricos muy heterogéneos.

El híbrido MoM / FEM como se aplica en FEKO, está especialmente indicado para los casos en que hay una región del espacio libre de tamaño arbitrario entre la antena y el cuerpo dieléctrico.

La ventaja que ofrece el MoM / híbrido FEM es que el espacio libre entre la región MoM (antena) y la región del FEM (cuerpo dieléctrico) no tiene que ser discretizado que conduce a una reducción de los requisitos de memoria y tiempo de ejecución.

La posición de “Órganos dieléctricos claros y homogéneos”, que también se pueden anidar unos dentro de otros (por ejemplo, los ojos y un cerebro dentro de un volumen de la cabeza), se pueden resolver utilizando el Principio de Equivalencia de superficie (SEP). El SEP es sin embargo, no muy eficiente para los modelos no homogéneos y el mercado de cambios por lo tanto debe ser utilizado.

#### **a) Condición de los “Órganos Homogéneos”, para los Simuladores.**

Para muchas aplicaciones no es esencial tener el carácter heterogéneo del cuerpo dieléctrico en cuenta (por ejemplo, patrones de radiación y los cálculos de impedancia de entrada). TAE= SAR (Tasa de Absorción Específica, siglas en inglés Specific Absorption Rate) el cumplimiento de las medidas se hace normalmente en fantasmas llenos de un líquido homogéneo que simula la cabeza humana.

Las simulaciones por lo tanto hacen uso de un cuerpo homogéneo con el fin de tener una adecuada comparación entre la medición y entornos de simulación.

#### **b) Aplicaciones Específicas de los Simuladores.**

- 1) Teléfono móvil y el diseño de otro dispositivo móvil, por ejemplo, aplicaciones de PDA (Asistente Digital Personal)
- 2) El cumplimiento de análisis del Teléfono móvil de la estación base.
- 3) Cálculo de los campos de RF dentro de los automóviles.
- 4) Aplicaciones biomédicas, por ejemplo, marcapasos.

---

---

### c) Extracción De La Tasa Específica de Absorción (SAR)

FEKO ha sido completamente verificada a través de mediciones, así como comparaciones con otros códigos de Campos Electromagnéticos, para los cálculos de campo dentro de los volúmenes del dieléctrico. Rutinas especiales se han aplicado para la extracción del SAR máximo según las normas de cumplimiento ICNIRP (Comisión Internacional sobre la Protección de Radiaciones No Ionizantes). El SAR pico es una búsqueda especial, se puede hacer usando procesamiento paralelo.

### d) Modelos Simuladores Fantasma FEKO, para los Campos Electromagnéticos.

Los modelos que FEKO tiene disponibles entre otros, para estudio de los campos electromagnéticos



Figura 3.4.4.2 Superficie de la malla del cuerpo humano modelos disponibles.  
a) Articulaciones Humanos (Método SEP y FEM) b) Mano Articulada (SEP)  
c) Modelos volumen de malla del cuerpo humano disponible (FEKO, 2011)

La aplicación de estos sistemas, da una visualización de los fenómenos físicos presentados, en un tiempo real, y además muestran sus características técnicas presentadas al inicio, en el desarrollo y al final de dicho fenómeno. No se aplicaron por motivos de costos.

El objeto de estudio sólo se ubica en la interacción del teléfono móvil y el área del tejido humano del usuario, donde se encuentre el teléfono móvil.

---

---

### 3.5 SÍNTESIS DEL CAPÍTULO III.

Los conceptos siguientes son importantes para el objeto de estudio. En ellos se basa la explicación de los inconvenientes que pudieran existir por el uso del sistema de telefonía móvil.

#### 1. Tejidos, Radio Frecuencias y Microondas:

Las características eléctricas de los tejidos biológicos presentan variaciones ante el aumento o disminución de la frecuencia del campo aplicado, lo que implica tener y tomar medidas de seguridad que permitan hacer compatibles el desarrollo técnico en este campo con el cuerpo humano y sus diferentes aplicaciones en la práctica diaria.

Las características eléctricas del cuerpo humano generan electricidad en su interior, desde luego en magnitudes muy pequeñas, y funciona con campos eléctricos y magnéticos.

El desarrollo de estos dos campos, generan el bio-electromagnetismo en el interior del cuerpo humano.

**2. Bio-Electromagnetismo** (a veces denominado parcialmente como **bioelectricidad** o **biomagnetismo**) es una rama de las ciencias biológicas que estudia el fenómeno consistente en la producción de campos magnéticos o eléctricos producidos por seres vivos, aunque estos dos conceptos van fuertemente unidos, ya que toda corriente eléctrica produce un campo magnético.

Los ejemplos de este fenómeno incluyen el potencial eléctrico de las membranas celulares y las corrientes eléctricas que fluyen en nervios y músculos como consecuencia de su potencial de acción.

Las células biológicas usan gradientes electrostáticos para almacenar energía metabólica, para realizar trabajo o desencadenar cambios internos, e intercambiarse señales.

El bio-electromagnetismo es la corriente eléctrica producida por potenciales de acción junto con los campos magnéticos que generan a través del fenómeno del electromagnetismo.

El funcionamiento del bio-elctromagnetismo del cuerpo humano, genera un efluvo-grafía (campo luminoso) en la parte externa y alrededor del cuerpo humano, que se puede detectar con el uso de la cámara Kirlian.

**3. Cámara Kirlian.** Es una cámara capaz de plasmar en una imagen el efecto corona (efluvo-grafía) de cualquier objeto u organismo al aplicar un campo eléctrico sobre una placa. (El efecto corona es un fenómeno eléctrico que se produce en los conductores de las líneas de alta tensión y se manifiesta en forma de halo luminoso a su alrededor.

Dado que los conductores suelen ser de sección circular, el halo adopta una forma de corona, de ahí el nombre del fenómeno) .La visualización del efluvo-grafía (efecto corona) es por medio de aparatos muy especiales, uno de ellos es la cámara Kirlian, que detecta el campo energético luminoso alrededor del cuerpo humano.

---

---

Al obtener las fotografías del efluvio-grafía, estas se pueden editar con un software de fotografía. Para el objetivo de estudio de esta tesis, se utilizó el software editor de fotos.

El análisis del efluvio-grafía se puede llevar a cabo, por un profesional en la materia, indicando el estado anímico y de salud del cuerpo humano que se tomo dicha efluvio-grafía.

El uso de la cámara Kirlian, algunas personas la relaciona con el aspecto del Esotérico, pero en esta tesis, solamente se empleo con fines científicos, usándola para obtener el efluvio-grafía del usuario, para posteriormente analizarlas estadísticamente, para ver si cambia su intensidad, coloración, o se mantienen con sus características originales, debido al uso del sistema de telefonía móvil.

---

---

**CAPÍTULO IV.-  
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE  
SISTEMAS SUAVES DE PETER  
CHECKLAND.  
AL ESTUDIO DE CASO:  
– DIAGNÓSTICO SOBRE LOS EFECTOS  
QUE CAUSA A LA SALUD, EL SISTEMA DE  
TELEFONÍA MÓVIL.**

## 4.1 APLICACIÓN DE LA TÉCNICA DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) DE PETER CHECKLAND.

La presentación de la metodología de sistemas suaves de Peter Checkland, se encuentra en el punto 3.3.1. La metodología de Checkland puede describirse, para este objeto de estudio como un proceso de seis etapas de análisis, que involucran la participación humana como también a los sistemas tecnológicos que se presenten bajo dicho análisis, como un medio de investigar la situación como efectuar acciones para mejorarla

Consta de seis etapas distintas, como se muestra en la figura 4.1.1:

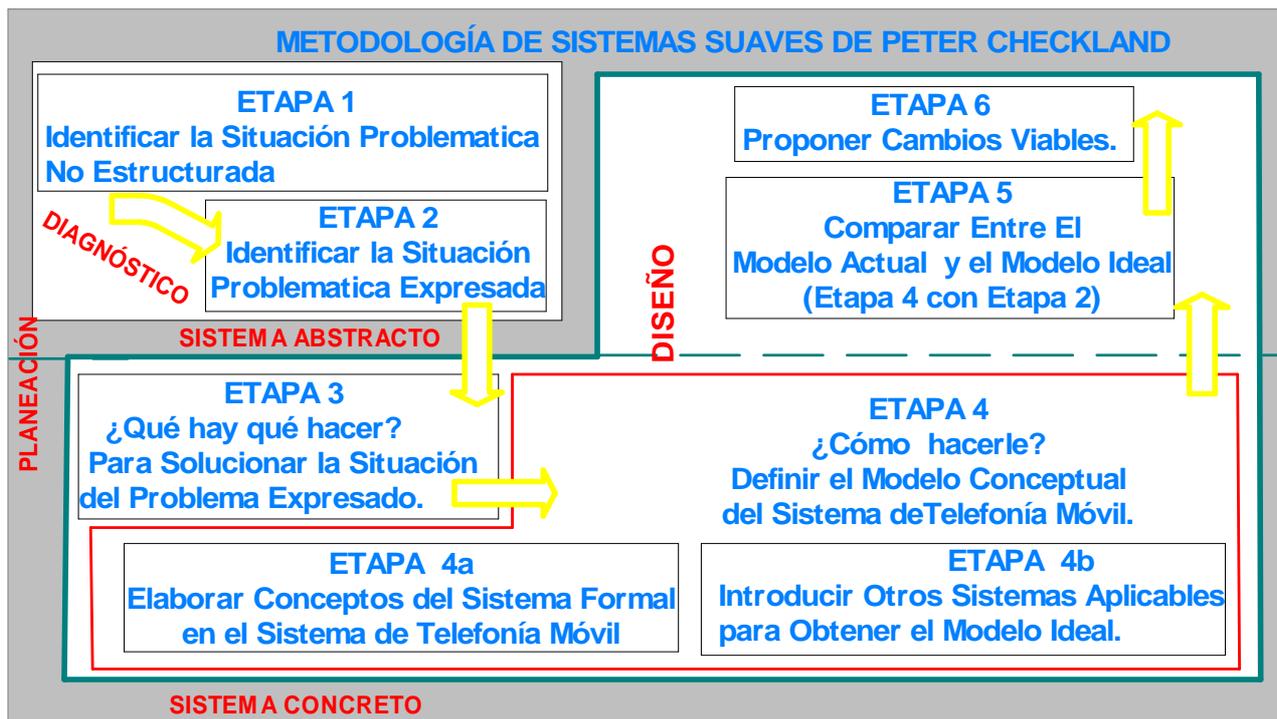


Figura 4.1.1 Modelo de la Metodología de Sistemas Suaves De Peter Checkland (1993)

En esta tesis se utilizarán las etapas necesarias (1-6) de la metodología para el objeto de estudio, como se describen en este capítulo.

El objeto de estudio, no tiene el alcance de implementar (Etapa 7) una acción física o diseñar algún aditamento electrónico adicional, para evitar la radiación del teléfono móvil.

Pero si se sugiere algunos aspectos a seguir para disminuir la radiación del teléfono móvil, en el tejido humano.

Por lo expuesto anteriormente, a continuación se analizan y aplican cada una de las etapas de la técnica de la Metodología de Sistemas Suaves.

## 4.2 ETAPA 1 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) DESCRIPCIÓN BREVE DE LA PROBLEMÁTICA: EVIDENCIAS CIENTÍFICAS.

Ahora, se enumeran las aplicaciones de la MSS de Peter Checkland se inicia con las actividades de la etapa uno, lo anterior se esquematiza en la siguiente figura.

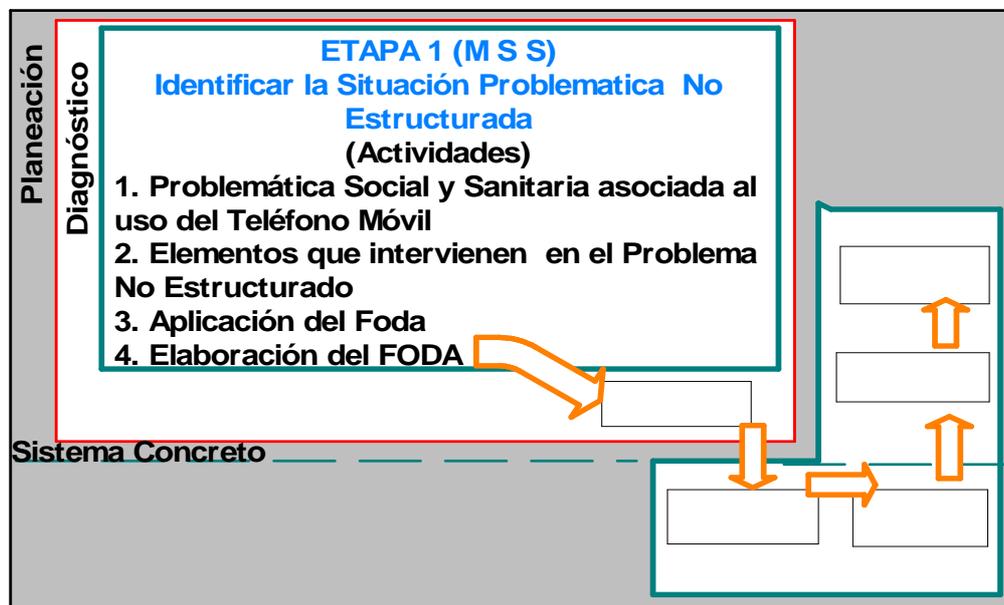


Figura. 4.2.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 1 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.

### 4.2.1 PRIMERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 1: LA PROBLEMÁTICA SOCIAL Y SANITARIA ASOCIADA AL USO DEL TELÉFONO MÓVIL SEGÚN (BIANUCCI, 2001) “.

La primera actividad de la etapa uno, se refiere al comportamiento de los usuarios asociado al uso del teléfono móvil, como se muestra la siguiente figura.

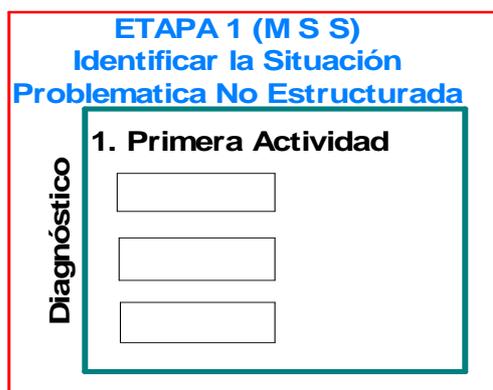


Figura. 4.2.1.1 El esquema muestra la primera actividad de la Etapa 1 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland) de 4 actividades.

---

---

No hay concordancia en el ambiente científico acerca de los problemas que ocasionan los teléfonos móviles. Los resultados de los numerosos estudios que hay realizados son contradictorios, cabe recordar que muchos de estos trabajos están solventados por la industria de las telecomunicaciones, existiendo un gran juego de intereses detrás de los descubrimientos.

Por otra parte, los estudios sobre personas son muy difíciles de realizar, por lo que algunos científicos desestiman los resultados de investigaciones que han encontrado una vinculación entre las radiaciones que emiten los Teléfonos Móviles y diversas afecciones humanas, argumentando que la metodología empleada es inconsistente.

La Radiofrecuencia no pueden ionizar la materia, pero si son capaces de provocar desplazamientos de iones y rotación y reorientación de moléculas bipolares (como las de agua), ya que induce momentos de fuerzas sobre las mismas. Estos movimientos originan calor (por rotación).

Es decir, el intercambio de energía se produce con calor como elemento intermediario. Algunos órganos son más sensibles al calor pudiendo sufrir algunas afecciones, como los ojos (cataratas) y los testículos (infertilidad masculina) y se cree que el sobrecalentamiento puede conducir a mutación de las células, causando o favoreciendo la aparición de cáncer.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que “las evidencias científicas actuales indican que es improbable que la exposición a campos de radio frecuencia, como los emitidos por los teléfonos móviles, induzca o produzca cáncer” (OMS. NOTA DESCRIPTIVA N° 193. JUNIO 2000).

Pero, improbable, no significa que certeramente y con absoluta seguridad los Teléfonos Móviles sean inocuos. Tal es así, que la OMS, con la colaboración de otras organizaciones como el Comité Internacional sobre Protección a las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), está llevando adelante un programa denominado PROYECTO CEM (Campos Electromagnéticos).

Las cargas que mantienen las células en sus membranas son sensibles a los cambios electromagnéticos débiles (Bianucci, 2001). Por ello se asocian las radiaciones emitidas por los teléfonos móviles a ciertas afecciones como la disminución de la memoria, alteración de los patrones del sueño, dolores de cabeza, disminución de la función mental y de otras funciones fisiológicas, también en los tiempos de reacción, lo cual es un factor muy importante al momento de utilizar los teléfonos móviles mientras se conduce.

En otra publicación realizada por el Ing. Néstor Hugo Mata (Mata N H ,2001) Director del GEBI (Grupo de Estudios de Bio-Ingeniería) F.R.B.B., U.T.N. titulada “Controversia”, detalla también en forma clara y argumentada algunas consecuencias en la salud:

Los investigadores Dr. Harry Lai y Dr J. Singh (1996) de la Universidad de Washington, Seattle observaron la ruptura del ADN (su estudio se encuentra en el anexo 5) y la pérdida de memoria de corto y largo plazo en animales de laboratorio sometidos a radiación de radiofrecuencias de bajo nivel.

---

---

El Dr. Lai dice: "la RF (radio frecuencia) de los teléfonos móviles penetran con mayor profundidad el cráneo de los niños, por tanto, mayor cantidad de tejido cerebral estará expuesto a la radiación. Por otra parte, no todas las células cerebrales, junto con las del cerebelo, se han desarrollado ya que toma más de 10 años en completar el desarrollo.

Con esto podemos suponer que un daño acumulativo del ADN puede iniciar el funcionamiento incorrecto de la reproducción celular dando paso a las posibilidades de enfermedades tales como el cáncer.

Las cargas que mantienen las células en sus membranas son sensibles a los cambios electromagnéticos débiles (Bianucci, 2001). Por ello, se asocian las radiaciones emitidas por los sistemas de telefonía móvil a ciertas afecciones como la disminución de la memoria, alteración de los patrones del sueño, dolores de cabeza, disminución de la función mental y de otras funciones fisiológicas, también en los tiempos de reacción, lo cual es un factor muy importante al momento de utilizar los teléfonos móviles mientras se conduce.

La investigación, acerca de la amenaza que pueden representar las radiaciones de Radiofrecuencia (onda electromagnética) emitidas por los teléfonos móviles, encuentra grandes obstáculos tanto en la dificultad de experimentar con seres humanos y en lograr estudios bien diseñados y consistentes, como en el interés de determinados grupos de la sociedad en que no publiquen hallazgos que demuestren los efectos nocivos de estas radiaciones. (Bianucci, 2001).

Una investigación importante es la siguiente:

## **2. ESTUDIO DE LA PENETRACIÓN DE LA ONDA ELECTROMAGNÉTICA EN EL CEREBRO (GANDHI OM).**

En este estudio, se describe la absorción electromagnética en el cuerpo humano, debido a la radiación de ondas electromagnéticas por las antenas típicas usadas por esos teléfonos. En el anexo 7, se muestra una parte del estudio.

Una medida de prevención que han tomado las compañías son:

## **3. PATENTES PARA PREVENIR LOS EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN ELECTROMAGNÉTICA-**

El caso de la telefonía móvil resulta interesante, debido a que a pesar de que las empresas niegan los efectos negativos, deben de patentar inventos con el objetivo de prevenir y frenar los efectos de la contaminación.

A continuación se desarrolla la segunda actividad de la Etapa uno (de la MSS de Peter Checkland), sobre la situación cultural del usuario del sistema de telefonía móvil.

---

---

### 4.2.1.1 SEGUNDA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 1: DEFINIR LOS IMPACTOS SOCIO-CULTURALES, POR EL USO DEL TELÉFONO MÓVIL

La segunda actividad de la etapa uno, se refiere al impacto cultural en la sociedad debido al uso del teléfono móvil.

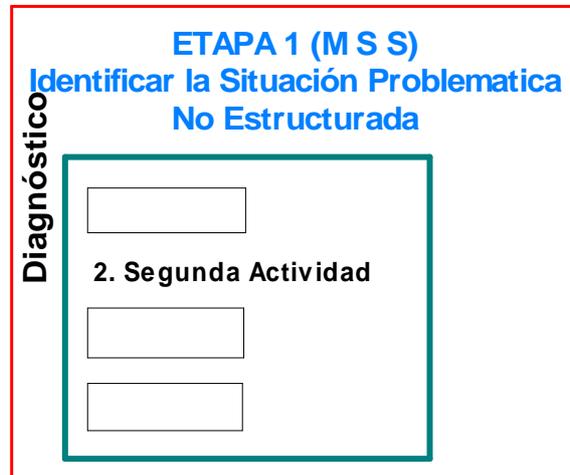


Figura. 4.2.1.1.1 El esquema muestra la segunda actividad de la Etapa 1 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland) de 4 actividades.

Con la enorme difusión y los menores costos de esta tecnología, cada vez más personas poseen un teléfono móvil, modificándose sustancialmente el modo de comunicarse de las personas. Lo que muchas veces resulta una ventaja, otras se vuelve un inconveniente.

Nadie puede negar lo útil que puede resultar para un viajante estar comunicado cuando se tiene un problema en medio de una ruta poco transitada, o para los padres la seguridad que representa que sus hijos puedan ubicarlos frente a cualquier emergencia cualquiera fuese el lugar que se encuentren, y así podríamos seguir enumerando casos donde esta tecnología es un beneficio increíble.

Pero la masificación de su uso, hace que desde niños pequeños hasta adultos estén constantemente hablando “por el teléfono móvil”, desatendiendo otras actividades.

Como ejemplo se puede citar los conductores que utilizan el sistema de telefonía móvil mientras están conduciendo, las personas que establecen llamadas durante una clase (en la escuela o universidad), durante una charla o disertación, o bien utilizarlos en sitio donde expresamente hay letreros que lo prohíben (como en salas de terapia intensiva y unidad coronaria en hospitales).

Los tipos de impactos sociales, se encuentran en el anexo 4

Continúa la tercera etapa, que se refiere al uso de la tecnología y a la sociedad participativa en el sistema de telefonía móvil.

---

---

## 4.2.2 TERCERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 1: IDENTIFICAR LOS ELEMENTOS QUE INTERVIENEN EN EL PROBLEMA NO ESTRUCTURADO.

La tercera actividad de la etapa uno, describe a los elementos que intervienen en el sistema de telefonía móvil.

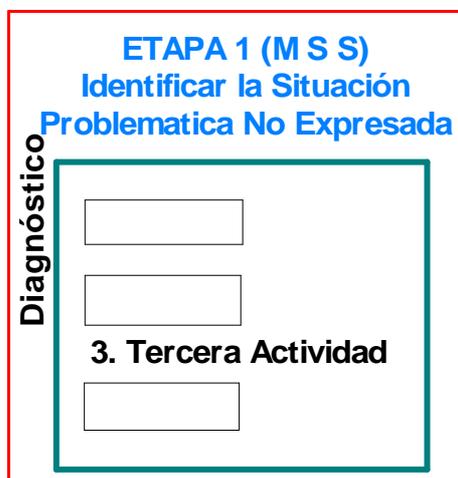


Figura. 4.2.2.1 El esquema muestra la tercera actividad de la Etapa 1 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland) de 4 actividades.

El sistema de telefonía móvil, se desarrolla en diferentes subsistemas involucrados. Estos subsistemas aportan la información o la tecnología necesaria, para que el sistema de telefonía móvil cumpla su objetivo, que es el de la comunicación entre usuarios del sistema.

Los subsistemas necesarios, involucrados en el sistema de telefonía móvil, son los siguientes:

1. Subsistema de Participación social.
2. Subsistema de Participación de Gobierno.
3. Subsistema de Actividades Humanas.
4. Subsistema Tecnológico.

Cada subsistema contiene sus propias leyes y normas, que deben de aplicar, respetar y modificar si ya es obsoleto. En la figura 4.2.2.2, se muestran los subsistemas implicados.

En la aplicación del sistema de telefonía móvil, se ve reflejado las funciones de cada uno de los subsistemas, si alguno de ellos se interrumpe, provoca a que no se aplique correctamente el sistema de telefonía móvil. Si todos cumplen, la aplicación de dicho sistema se llevara correctamente.

Todos son importantes, más sin embargo hay dos que son relevantes, uno es la actividad humana y el otro de ellos el tecnológico, sin ninguno de ellos no existe sistema de telefonía móvil.

La actividad humana es el punto final, de donde llega el sistema de telefonía móvil, y es quien nos va a indicar, si la aplicación de dicho sistema es correcta o es imperfecto.

Considerando lo anterior, ahora en la siguiente figura se presenta una visión sistémica en la que se muestran los diversos subsistemas y su correspondiente interacción en un proceso o sistema de telefonía móvil.

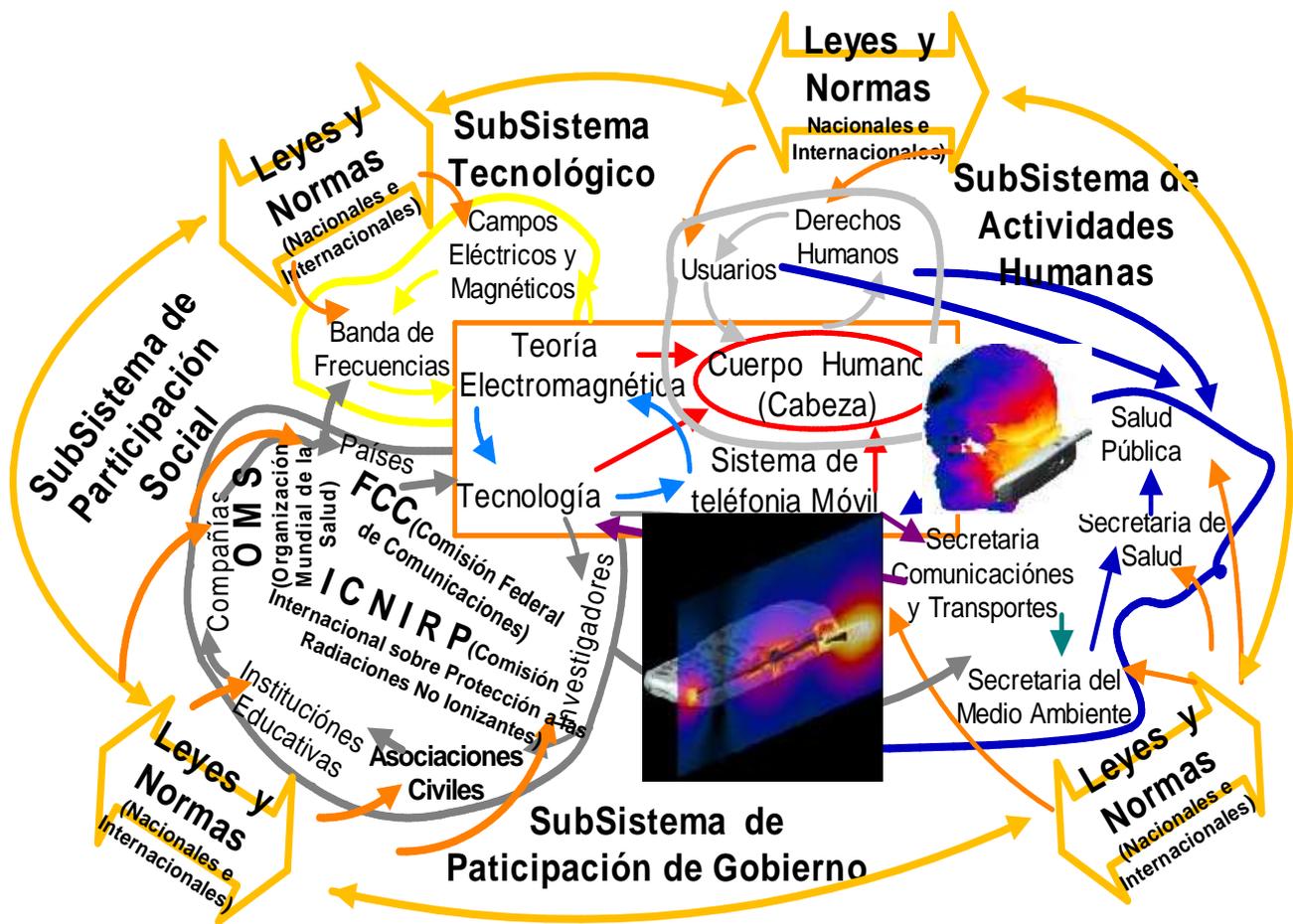


Figura. 4.2.2.2 Subsistemas del Sistema de Telefonía Móvil (Elaboración Propia)

Los puntos de vista de cada elemento que forma parte de algún subsistema, se ubica en cuatro posibilidades las cuales son: Fortaleza, Debilidades, Amenazas y Oportunidades, estas cuatro posibilidades se encuentra en la técnica del FODA.

Esta técnica se aplica en el objeto de estudio, para saber cuáles son los conceptos más sobresalientes, que emiten los elementos que forman cada subsistema.

Como se muestra en la siguiente aplicación.

### 4.3 CUARTA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 1: EFECTUAR UN DIAGNÓSTICO CON LA APLICACIÓN DE LA TÉCNICA FODA. (FORTALEZAS, OPORTUNIDADES, DEBILIDADES, AMENAZAS). EN EL PROBLEMA NO ESTRUCTURADO

La cuarta aplicación de la etapa uno, es la aplicación de la técnica FODA, para ponderar las valorizaciones de los puntos de vista de los elementos que participan en el sistema de telefonía móvil.

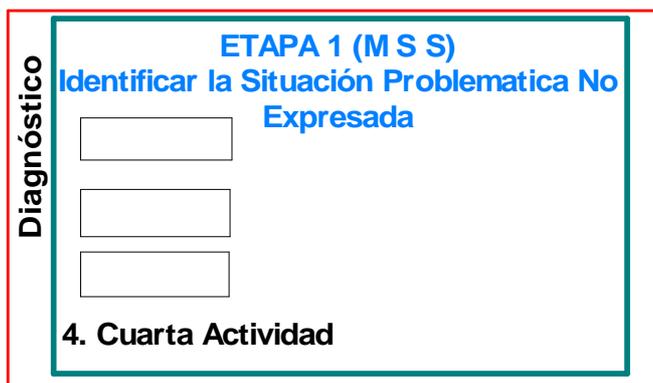


Figura. 4.3.1 El esquema muestra la cuarta actividad de la Etapa 1 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland) de 4 actividades.

La parte teórica de la técnica FODA, se encuentra en el punto 3.3.2. A continuación resumimos la técnica FODA, para posteriormente aplicarla.

El empleo de esta técnica FODA da un Resultado, que nos sirve para tomar una Decisión.

Mientras que los riesgos (combinación de fortalezas y amenazas) y los desafíos (combinación de debilidades y oportunidades), determinados por su correspondiente combinación de factores, exigirán una cuidadosa consideración a la hora de marcar el rumbo que la organización del sistema de telefonía móvil deberá asumir hacia el futuro deseable.

La siguiente tabla es una matriz de la técnica FODA, y muestra la síntesis de los conceptos.

Tabla 4.3.1. Matriz tipo FODA del Sistema de Telefonía Móvil (Análisis FODA, 2010).

	<b>Fortalezas</b>	<b>Debilidades</b>
<b>Análisis Interno</b>	Capacidades distintas Ventajas naturales Recursos superiores	Recursos y capacidades escasas Resistencia al cambio Problemas de aceptación del sistema de telefonía móvil
	<b>Oportunidades</b>	<b>Amenazas</b>
<b>Análisis Externo</b>	Nuevas tecnologías Debilitamiento de controversias Posicionamiento estratégico	Altos riesgos a la salud del usuario Cambios en el entorno

---

---

Con el objeto de pasar de la Problemática No Estructurada (etapa 1) a un Problema Estructurado (etapa 2), se utiliza el método de análisis del FODA.

Todos los actores emiten su punto de vista respecto a dicho sistema, si es bueno el servicio o si es malo, si es saludable el sistema de telefonía móvil o si es dañino.

El actor principal es el usuario, debido a que a él es quien va ser beneficiado o perjudicado en su salud por el uso del sistema de telefonía móvil, sin embargo el usuario no se encuentra enterado de la problemática en donde se encuentra.

El usuario sólo ve los beneficios tangibles físicos, como hacer y recibir una llamada, usar la multimedia del sistema.

Es importante que se lleven acciones, encaminadas a enterar al usuario del funcionamiento en general del sistema de telefonía móvil y del teléfono móvil.

Las valorizaciones de esas acciones se encuentran en la representación del FODA, como se muestra a continuación.

#### Fortalezas.

1. El sistema de telefonía móvil está bien **estructurado**
2. Se usa en todo el mundo, y la comunicación es más rápida con el **sistema de telefonía móvil**
3. La señal eléctrica de los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil, funciona con límites y restricciones de sus parámetros eléctricos como la **densidad de potencia (S), y la tasa de absorción específica (TAE=SAR)**, y que sus valores están dentro de las normas internacionales (**ICNIRP**)
4. El teléfono móvil es pequeño y portátil, que se lleva en alguna prenda de vestir pegado al cuerpo.
5. Enlaza a familiares y amigos
6. Útil en momentos de emergencia
7. **Interactúa con multimedia**
8. **Maneja paquetes de Microsoft**
9. **Se enlaza con internet**

#### Oportunidades

1. A través de los **proyectos de investigación** y de sus resoluciones por parte de la **Organización Mundial de la Salud**, emitir una declaración final del comportamiento de los campos electromagnéticos.
2. Terminar con la controversia, de que **si o no daña la salud del usuario**, por el uso de los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil.
3. Estandarizar el valor numérico real de la densidad de potencia en la **señal eléctrica de los campos electromagnéticos**.
4. Definir si existen **efectos biológicos** (por parte de la Organización Mundial de la Salud) que se presentan en la salud del usuario por el uso del servicio del sistema de telefonía móvil.
5. Encontrar cuales son los **inconvenientes** que se presentan en el sistema de telefonía móvil
6. Modificar la estructura y el **funcionamiento** del sistema de telefonía móvil y los **componentes electrónicos del teléfono móvil**.
7. **Crear leyes de convivencia social**

#### Debilidades.

1. El usuario se hace **adicto** al sistema de telefonía móvil.
2. Causa controversia el servicio del sistema de telefonía móvil
3. Causa **problemas auditivos al oído** del usuario en forma progresiva, por el uso del sistema de telefonía móvil.
4. El sistema de telefonía móvil genera un **cambio de comportamiento cultural a la sociedad**.
5. El sistema de telefonía móvil se usa en lugares y en momentos que no se deben usar.
6. Se está hablando cuando se conduce un automóvil
7. Se hace dependiente al teléfono móvil
8. Servicio del sistema de telefonía móvil caro
9. Mucho tiempo hablando

#### Amenazas

1. Los valores de la **densidad de potencia (S) y de la tasa de absorción específica (TAE =SAR) del sistema de telefonía móvil, están en observación permanente** por investigadores (Dr Henry Lai Departamento de Bioingeniería, Universidad de Washington, Seattle)
2. La señal eléctrica del sistema de telefonía móvil, **penetra una profundidad (depende de la edad, del tejido, de la masa corporal)** en el cuerpo humano (cabeza) del usuario.
3. La señal eléctrica de los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil, genera un algoritmo en el cuerpo humano del usuario que **comprende del aspecto físico al comportamiento biológico**.
4. En el aspecto físico, la señal eléctrica de los campos electromagnéticos **induce energía radiante**, la cual excita a los campos electromagnéticos internos del cuerpo humano, y esto **genera una acción molecular**.
5. En el comportamiento **biológico, se presenta la acción celular en el cuerpo humano, para estimular una acción en los órganos y sistemas biológicos que exhiben un efecto fisiológico**
6. **Daña a las proteínas**
7. **Genera daños al sistema nervioso**

Figura 4.3.2 Análisis FODA a detalle de un Sistema de Telefonía Móvil.

---

---

Una vez realizada la Etapa 1 de la MSS de Peter Checkland, ahora, se efectuará un análisis de la situación problemática expresada.

#### 4.4 ETAPA 2 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) IDENTIFICAR LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA EXPRESADA.

En esta etapa se analizan si hay cambios que pueda sufrir el cuerpo humano por el uso de los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil.

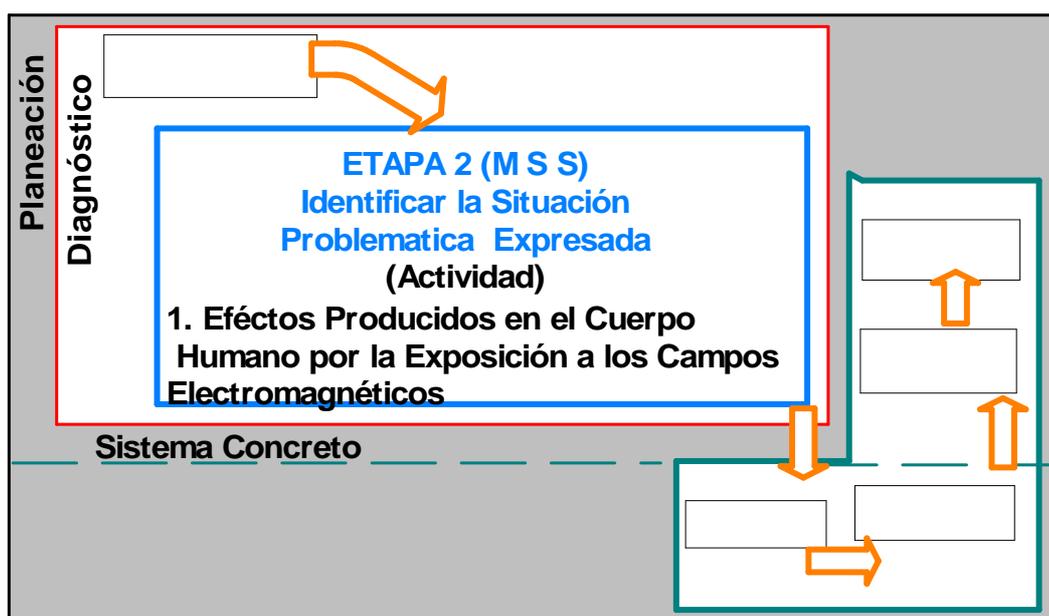


Figura. 4.4.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 2 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.

Los estudios que se han llevado a cabo, por parte de la investigación científica internacional, incluyendo a organismos oficiales, generalizan su estudio, a la exposición a los campos electromagnéticos en un rango determinado y su efecto en el cuerpo humano. Los tipos de estudio, que se han llevado a cabo son los siguientes.

1. Estudio relacionado con los campos electromagnéticos, en un rango determinado (0 Hz a 300 GHz).
2. Estudios relacionados con la radiación de las antenas de las estaciones base del sistema de telefonía móvil.

Para ambos estudios, existe una normatividad a la exposición a los campos electromagnéticos establecida por los organismos internacionales como (La Recomendación del Consejo 1999/519/CE, de 12 de julio de 1999, relativa a la exposición del público en general a campos electromagnéticos (0 Hz a 300 GHz).

Sobre la interacción que existe entre el teléfono móvil y el cuerpo humano, existen estudios de carácter particular y de organismos científicos independientes. Los cuales aportan datos sobre los efectos en el cuerpo humano, por el uso del sistema de telefonía móvil.

---

---

El objetivo de estudio de esta tesis, se ubica en el estudio de la interacción que hay entre el cuerpo humano del usuario y los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil. Específicamente analiza y compara, si el valor de la tasa de absorción específica (TAE), que tiene cada uno de los teléfonos móviles, está dentro de las normas establecidas por los organismos internacionales.

Por lo tanto se expone lo siguiente:

#### 4.4.1 PRIMERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 2: EFECTOS PRODUCIDOS EN EL CUERPO HUMANO POR LA EXPOSICIÓN A LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.

El esquema siguiente es la actividad uno de la etapa dos, se refiere a los cambios que puede sufrir el cuerpo humano debido al uso de los campos electromagnéticos.

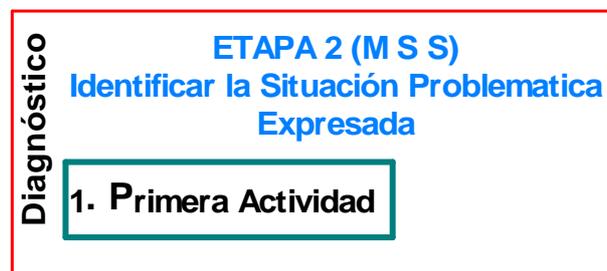


Figura. 4.4.1.1 El esquema muestra la primera actividad de la Etapa 2 de ( de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Los efectos producidos por la exposición a los campos electromagnéticos se pueden clasificar como agudos y crónicos. Los efectos agudos se asocian siempre con un valor umbral específico y por encima del mismo se generan efectos inmediatos y objetivos.

Los efectos crónicos no son inmediatos ni tampoco objetivos se les puede denominar a largo plazo. Algunos efectos son los siguientes:

- a) Los campos electromagnéticos (ondas electromagnéticas) radiados por el sistema de telefonía móvil, **penetran una cantidad de profundidad  $\delta$**  (depende de la edad, del tejido y de la masa corporal) en el cuerpo humano (cabeza) del usuario. (O. GANDHI).
- b) Los campos electromagnéticos (ondas electromagnéticas) radiados por el sistema de telefonía móvil, genera un algoritmo en el cuerpo humano del usuario que **comprende del aspecto físico al comportamiento biológico.**
- c) Las células de los organismos vivos mantienen de forma natural una carga eléctrica en sus membranas, que es fundamental para el funcionamiento normal de los tejidos humanos.

Esta carga es extremadamente sensible a los cambios electromagnéticos muy débiles.

La radiación de frecuencias no naturales puede ocasionar un reordenamiento y una lesión de las moléculas y modificar el metabolismo. (PARLAMENTO EUROPEO, 2010).

Una vez concluida la etapa 2, y con la información anterior, analizamos el ¿Qué hay que hacer? en el sistema de telefonía móvil, y se desarrolla en la etapa 3.

#### 4.5 ETAPA 3 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) PRECISAR LAS DEFINICIONES RAÍZ E IDENTIFICAR LOS SISTEMAS RELEVANTES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.

En esta etapa se precisan los aspectos más relevantes, que se presentan en el sistema de telefonía móvil.

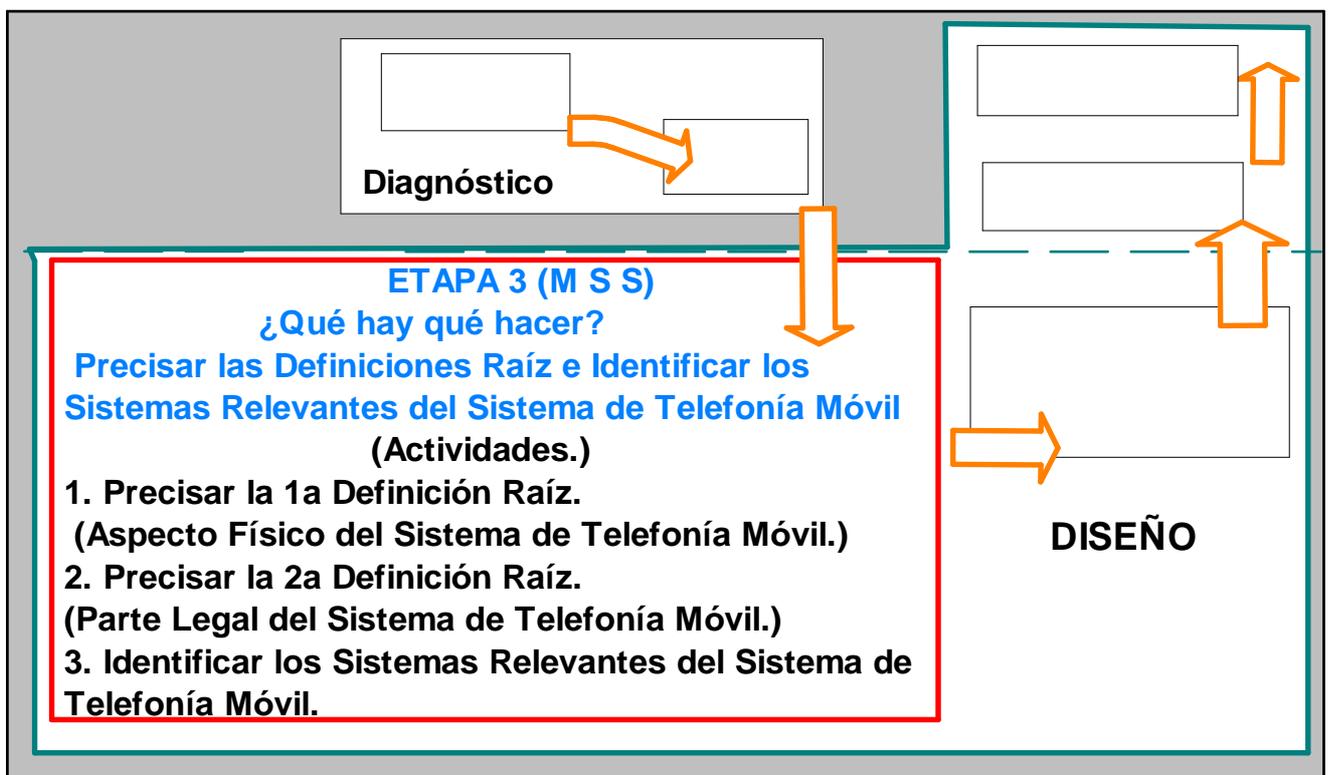


Figura. 4.5.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 3 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.

Por medio de la etapa 3 y 4 se pretende definir el modelo ideal, es decir el que a través de definiciones raíz, y él como a través de modelos conceptuales.

En la etapa 3 entonces, se plantea la esencia del problema. Para esto es muy importante nombrar cuidadosamente a los sistemas pertinentes porque su nombre expresara el núcleo o esencia de la percepción a ser modelada. A esta expresión núcleo de un sistema de actividad con propósito definido se llama definición raíz.

Esta definición raíz nos indica el final del camino, a que vamos a llegar, los objetivos, es decir la visión (lo que quiere ser), y la misión (su esencia, su identidad a largo plazo).

---

---

El objetivo es obtener la formulación explícita cuidadosamente fraseada de la naturaleza de los sistemas pertinentes para mejorar las situaciones problemáticas.

De acuerdo con el problema estructurado de la etapa 2, a continuación se analizan 2 sistemas relevantes por ser los más orientados a hacia esta investigación: 1. Físico 2. Legal.

A continuación se precisa la primera definición raíz.

### 4.5.1 PRIMERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 3: PRECISAR LA 1ª DEFINICIÓN RAÍZ: ASPECTO FÍSICO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.

La primera actividad de la etapa tres, define la primera definición raíz del sistema.

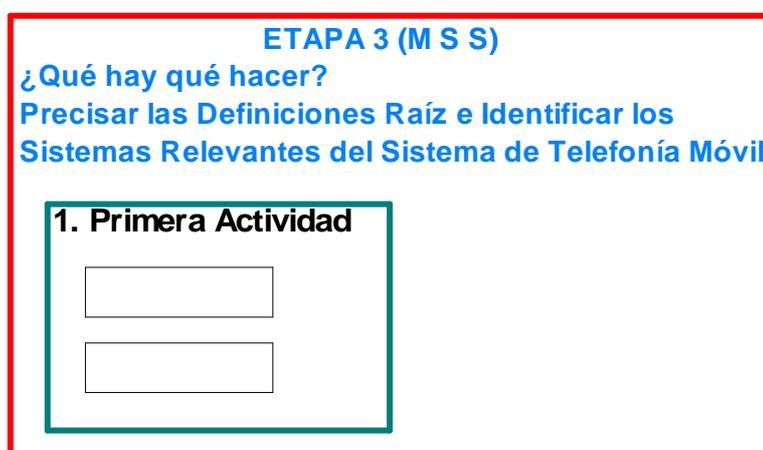


Figura. 4.5.1.1 El esquema muestra la primera actividad de la Etapa 3 de (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Recordemos que:

Obtener las definiciones raíz de un sistema, o lo que es equivalente, identificar un sistema, es un punto crucial dentro de la elaboración del modelo del sistema que se analiza.

Una definición raíz expresa el propósito núcleo de un sistema de actividad con propósito definido, dicho propósito núcleo siempre se expresa como un proceso de transformación en el cual la entidad de “entrada” se transforma en una forma nueva, la entidad “salida”.

Según Checkland, para que una definición raíz esté bien formulada, es preciso considerar los elementos que se describen a continuación y como se observa, forman la palabra CATWOE. Este mnemónico es el modelo emblemático de actividad con propósito definido.

C “consumidores” víctimas o beneficiarios de Transformación.

A “actores” aquellos que harán la Transformación.

T “transformación” es el proceso mediante el cual la entrada se convierte en salida.

W “weltanschauung” la visión que da sentido a la transformación T.

O “owners” propietario(s) del sistema.

E “environment” medio ambiente: interacción y/o restricciones o imposiciones ambientales.

---

---

Los elementos especificados conforman una lista de verificación útil para probar que se tiene una definición raíz válida correspondiente a una situación planteada. A excepción de los elementos identificados con las siglas T y W, los cuales no pueden ser omitidos en ningún caso, no es preciso que cada uno de los elementos de la lista se encuentre presente en la definición raíz, pero sí es necesario que si se ha omitido alguno, se haya hecho en forma consciente. (Checland P; Scholes J. (1994)).

En base a lo anterior, aplicando el CATWOE a dos situaciones planteadas, que se presenta en el sistema de telefonía móvil.

1. Un sistema propiedad de las empresas de telefonía móvil que mediante vibraciones de un rango del espectro electromagnético proporcionan servicios de telefonía móvil a una población de usuarios.

**C = CLIENTE:**

Los clientes son los usuarios, los que se beneficiaran o se perjudican con el sistema en nuestro caso específico son:

1. Población demandante de un servicio rápido, eficiente, saludable y barato.
2. Usuarios de todas partes y todas las clases sociales, mayores de 8 años.

**A = AGENTES O ACTORES:**

Quienes se encargaran de la transformación de las entradas de información en salidas:

1. Las empresas telefónicas vía ondas electromagnéticas.
2. Compañías fabricantes del aparato telefónico móvil.
3. Investigadores propios de las compañías.

**T = TRANSFORMACIÓN:**

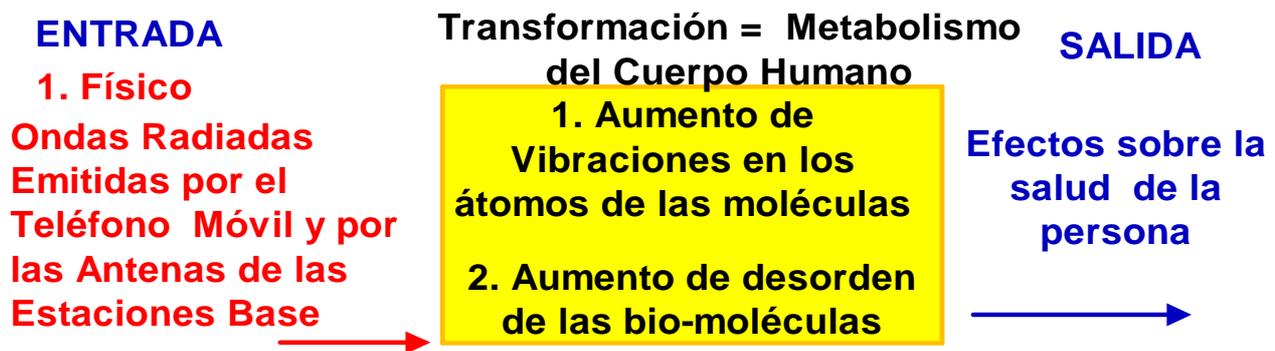


Figura 4.5.1.2 Incidencia de las ondas electromagnéticas en el cuerpo humano Transforma el metabolismo del cuerpo humano, para causar efectos a la salud.

**W = WELTANSCHAUNG:**

La visión de los involucrados. Población de usuarios del sistema de telefonía móvil, investigadores, fabricantes: Visión positivas o negativas de los elementos participantes.

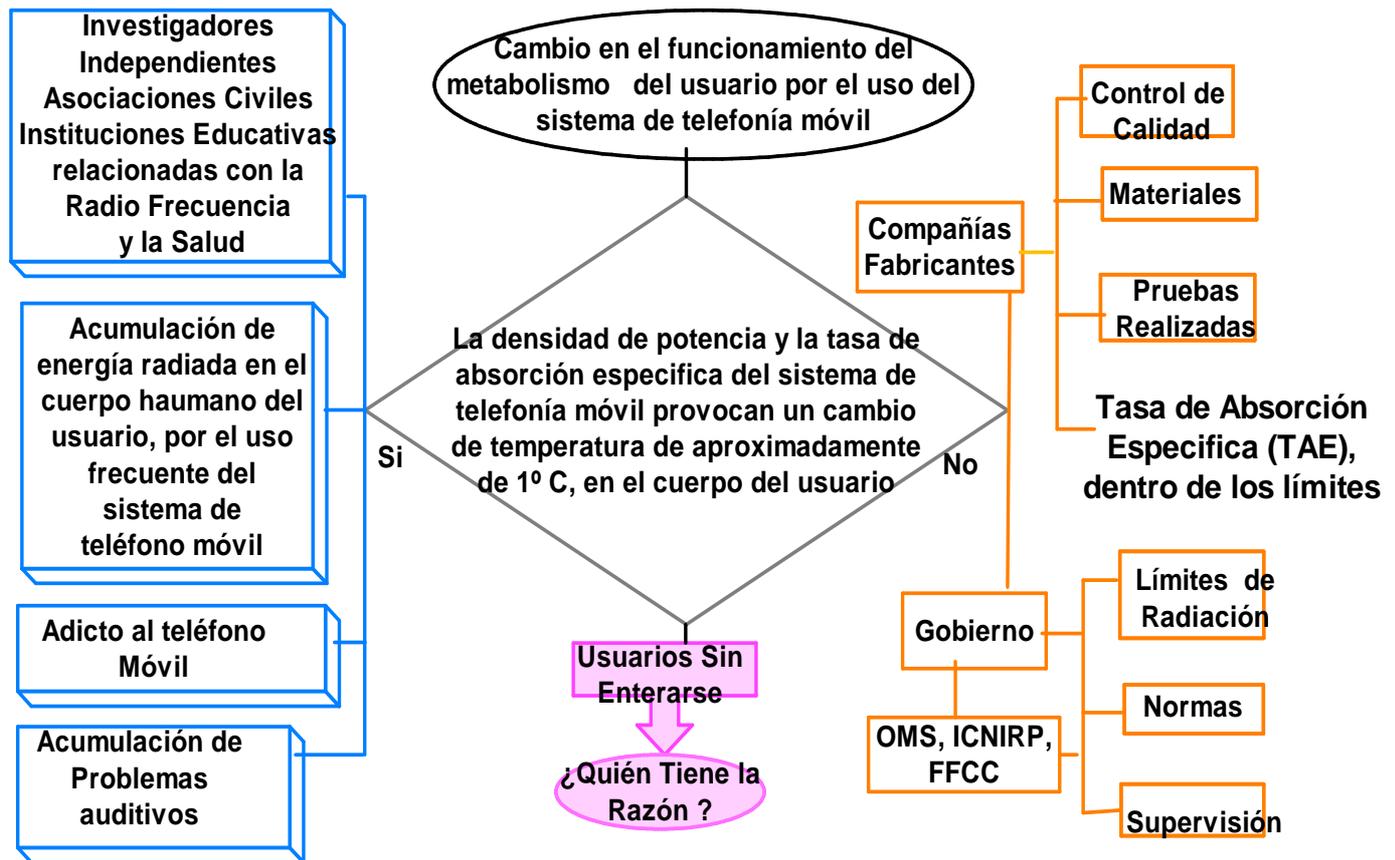


Figura 4.5.1.3 Diagrama de Flujo de la incertidumbre sobre el sistema de telefonía móvil. Que se forma por el uso del sistema de telefonía móvil. Esto ha generado una controversia entre la sociedad enterada. Sin embargo en la mayoría de los usuarios no está enterado.

### O =PROPIETARIO:

Las compañías concesionarias del sistema de Telefonía Móvil y el Estado. El propietario es quien potenciará el veto, en este caso es directamente la compañía que debe estar abierta y/o participar en las investigaciones de su producto, quien depende de la Subsecretaria de Normas, y esta depende la Secretaria de Comunicaciones.

### E= MEDIO AMBIENTE:

Los elementos que intervienen en su entorno de los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil.

Existen muchos aspectos de carácter técnico así como de aspecto humano en el medio ambiente, y que se encuentran dentro del sistema de telefonía móvil, algunos de ellos son los siguientes:

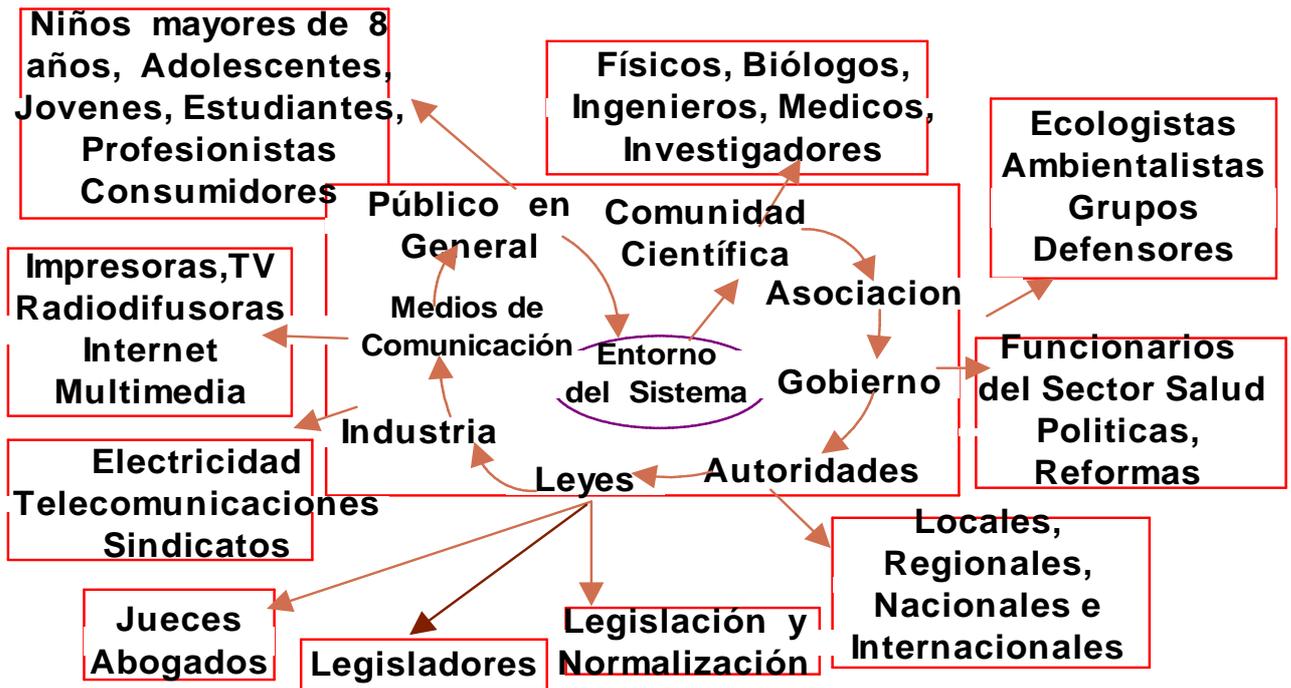


Figura 4.5.1.4 Entorno del sistema de telefonía móvil.

Todos los aspectos que utiliza el usuario en el sistema de telefonía móvil, se encuentran dentro del entorno de dicho sistema.

El entorno involucra a casi todas las cosas como son, las herramientas computacionales y telefónicas, medios impresos, leyes y normas dictadas por los jueces, sociedad en su conjunto, niños, jóvenes, adultos, organismos sociales, sindicatos, gobierno, para que se utilice el sistema de telefonía móvil de manera eficientemente y saludablemente.

Ahora, se precisa la segunda definición raíz del sistema de telefonía móvil.

#### 4.5.2 SEGUNDA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 3: PRECISAR LA 2ª DEFINICIÓN RAÍZ: PARTE LEGAL DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.

La siguiente figura muestra la segunda actividad de la etapa tres, precisa la segunda definición raíz del sistema.

Se refiere a la situación actual de las normas y restricciones sobre los campos electromagnéticos.

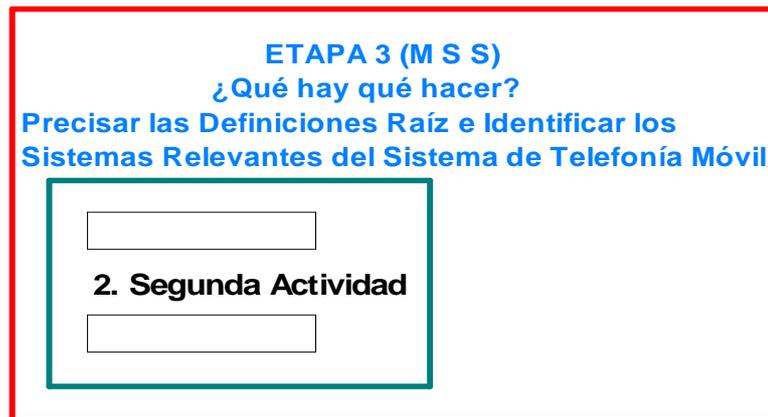


Figura. 4.5.2.1 El esquema muestra la segunda actividad de la Etapa 3 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Debido a la presión social, e incluso política, algunos países y organismos científicos internacionales han creído conveniente establecer algún tipo de normativa de exposición a los campos electromagnéticos.

Existe normas de límites de exposición a los campos electromagnéticos, establecidas por organismos internacionales involucrados, existen organismos diferentes internacionales que establecen sus propios límites y esto son llevados a cabo por algunos países, y lo cierto es que algunos países hacen poco caso a aplicar las normas y criterios establecidos, en base en base a eso, definimos raíz del problema a las normas y leyes.

**C = CLIENTE.**

Normas y Leyes.

1. Legislar en cada país.
2. Establecer límites de radiación internacionales sobre estaciones base y antenas.
3. Establecer estándares de restricciones a la radiación al sistema de telefonía móvil.
4. Definir claramente las normas y leyes solamente para el sistema de telefonía móvil.

**A = AGENTES O ACTORES.**

1. NRPB (Nacional Radiológicas Protection Borrada).
2. ICNIRP (International Commission on Non – Ionizing Radiation Protection).
3. OMS (Organización Mundial de la Salud).
4. FCC (Comisión Federal de Comunicaciones).
5. SCT (Secretaría de Comunicaciones y Transportes).
6. Compañías concesionarias del sistema de telefonía móvil y las compañías fabricantes de los teléfonos móviles.

---

---

## T = TRANSFORMACIÓN.



Figura 4.5.2.2 El aspecto legal al servicio del sistema de telefonía móvil  
Para que transforme a través de las leyes, un servicio de calidad y seguro para la salud del usuario.

## W = WELTANSCHAUNG: Normativa y Legislación Positiva.

1. Prevenir los efectos agudos a corto plazo.
2. Mantener el status quo (es decir, que las nuevas instalaciones y equipos no generen Valores de campo superiores a los ya existentes).
3. Que exista supervisión continua sobre la aplicación correcta de normas y leyes.

## O = PROPIETARIO.

Legislación de Obligado Cumplimiento.

1. Normas. Elaboradas por organismos oficiales de la normalización del sistema de telefonía móvil. No son de obligado cumplimiento, a no ser que la legislación de cada país las mencione explícitamente; pero en el caso de normas internacionales, cada país debe transponerla a su normativa nacional.
2. Guías y Recomendaciones. Deben de ser elaboradas por la compañía fabricante del teléfono móvil, y la compañía que da el servicio del sistema de telefonía móvil.

## E = MEDIO AMBIENTE.

Se deben establecer reglas al medio ambiente para:

1. A los campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos de radio frecuencias.
2. Al público en general (exposición residencial) o sólo a trabajadores (exposición laboral).
3. A los campos electromagnéticos de las estaciones base.
4. Se debe de crear un lugar donde se recolecten los teléfonos móviles descompuestos.

En base a lo anterior, se pueden identificar los siguientes sistemas relevantes.

---

---

### 4.5.3 TERCERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 3: IDENTIFICAR LOS SISTEMAS RELEVANTES EN EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.

La siguiente figura muestra la tercera actividad de la etapa tres. Identificando cuales son los sistemas relevantes dentro del sistema de telefonía móvil.

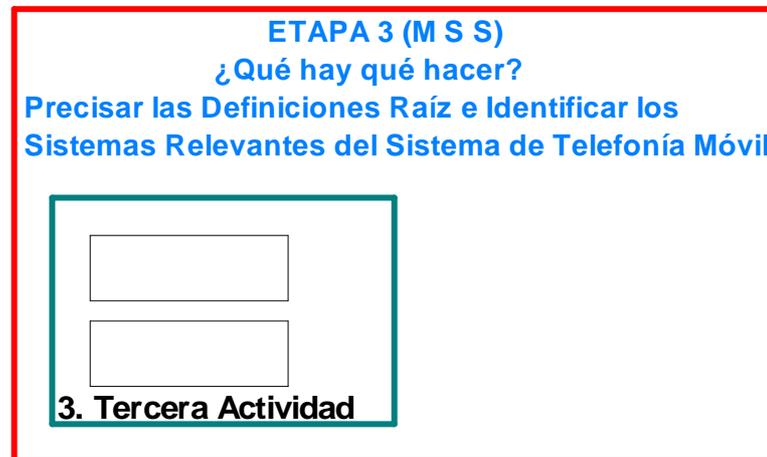


Figura. 4.5.3.1 El esquema muestra la tercera actividad de la Etapa 3 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Los cambios que se pueden originar en el funcionamiento del metabolismo Bio-Molecular del cuerpo humano del usuario del sistema de telefonía móvil, y que puede transformar su salud teniendo un problema patológico, debido a que el sistema de telefonía móvil esta fuera de las normas establecidas por los organismos oficiales sobre el sistema de telefonía móvil.

Las definiciones **raíz 1ª (Físico)**, y la **2ª (Legal)**, involucran al aspecto médico, para Diagnosticar el estado de salud del usuario del sistema de telefonía móvil.

En la figura 4.5.3.2, se encuentran los tres sistemas relevantes dentro del sistema de telefonía móvil.

Se componen de:

Primero, los argumentos identificados, recabados y documentados en base a lo analizado en los capítulos anteriores, estos son las entradas que tiene el sistema de telefonía móvil.

Segundo, verificar si existe transformación en el metabolismo del cuerpo humano provocado por los argumentos identificados dentro del sistema de telefonía móvil.

Tercero, si de confirmarse que si hay transformaciones en el metabolismo del cuerpo humano, ahora se debe buscar la salida, para sanar la salud del cuerpo humano.

La figura siguiente muestra los dos argumentos identificados llamados sistemas relevantes del sistema de telefonía móvil. Además se involucra al sistema médico.



Figura. 4.5.3.2 Sistemas Relevantes Físico, Legal, (que incluye al Médico).

La atención médica es necesaria, para valorar, diagnosticar y dar tratamiento al usuario del sistema de telefonía móvil, en caso que se presente un cambio importante en la salud del usuario de dicho sistema. Si se presenta una patología, se le debe tratar hasta obtener su recuperación.

Ahora una vez concluida la etapa tres, analizamos ¿Cómo Hacerle? Para definir el modelo ideal del sistema de telefonía móvil.

#### 4.6 ETAPA 4 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES DEFINIR EL MODELO CONCEPTUAL DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL. ¿EL CÓMO HACERLE?

Ahora, se define el modelo ideal del sistema de telefonía móvil, con la firme intención de mejorar el sistema actual, en los rubros de las normas y restricciones a los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil, establecidas por los organismos internacionales y nacionales (mencionados en el punto 2.3.2.1).

La etapa cuatro se compone de tres partes, las cuales son:

Parte 4. ¿Cómo Hacer? para que mejorar el sistema de telefonía móvil.

Parte 4a. Elaborar conceptos del sistema formal para el sistema.

Parte 4b. Identificar otros sistemas que se encuentren dentro del sistema.

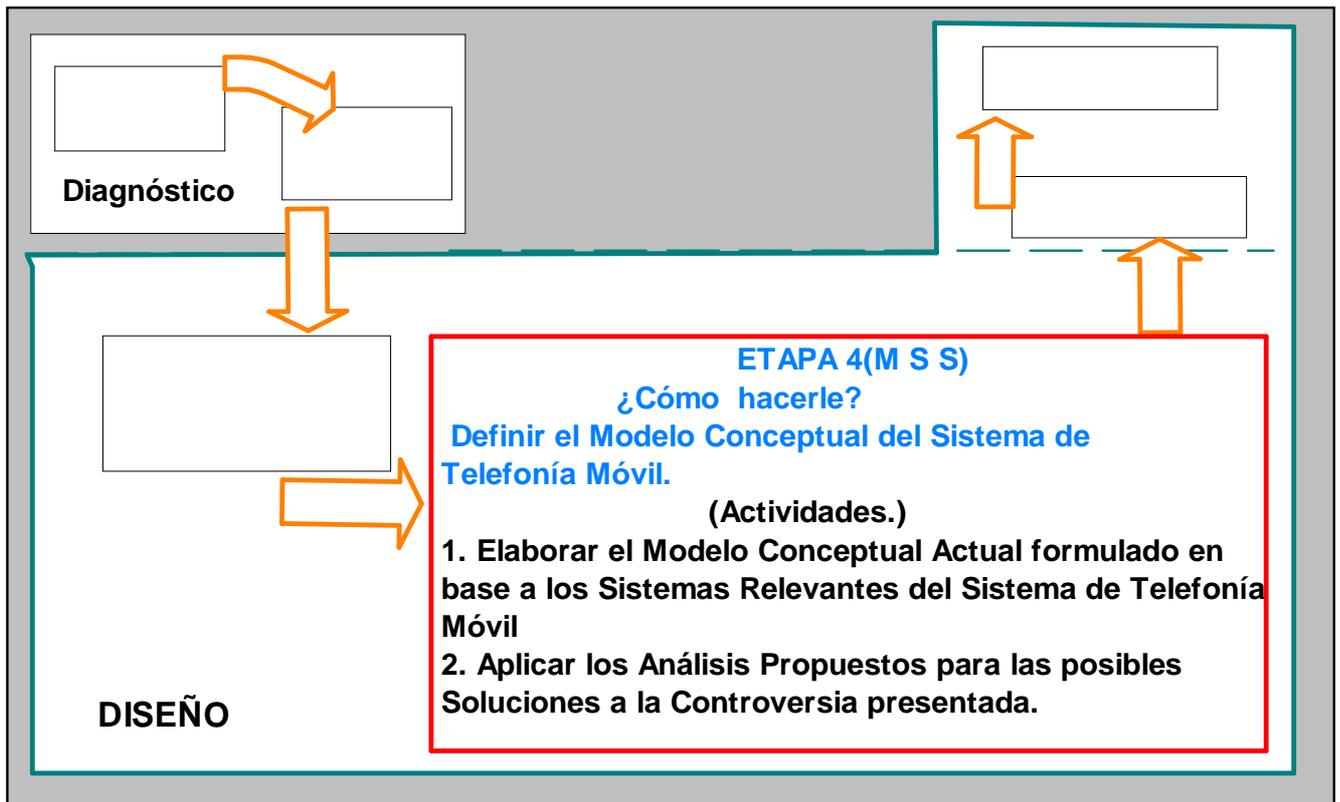


Figura. 4.6.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 4 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland

Ahora, en la Etapa 4, se requiere identificar los modelos Conceptuales, los pueden entenderse como un mapa de conceptos y sus relaciones, incluyendo suposiciones acerca de la naturaleza tanto de los fenómenos que esos conceptos representan como sus relaciones.

Estos modelos implican un alto nivel de abstracción, concentrándose en aspectos de categorías semánticas o conceptuales que son considerados fundamentales para la comprensión de lo representado, (Ejemplos: Modelo atómico de Bohr. El Modelo OSI; descripción de referencia para la definición de arquitecturas de interconexión de sistemas de comunicaciones).

Entonces los modelos conceptuales se podrían clasificar en modelos que se refieren a entidades o fenómenos aislados o únicos (el átomo, el universo) y los que se refieren a entidades específicas por lo menos en principio en relación a un grupo de tales entidades. (un teléfono móvil y sus características en relación a otros. Una molécula y su energía cinética en relación a la temperatura de un cuerpo).

Para entender mejor lo anterior, se requiere recordar lo siguiente:

La representación de un modelo puede ser de la siguiente manera:

**a) De tipo matemático**, se refiere a una representación numérica por aspectos lógicos y estructurados con aspectos de la ciencia matemática. En este tipo de modelos la representación puede venir dada no sólo en término de números, sino también letras, símbolos o entidades matemáticas más complejas. Por ejemplo si se refiere a un modelo gráfico de matemáticas, se observan imágenes y gráficas matemáticas, que representan a un modelo numérico y de

---

---

ecuaciones, los cuales son expresiones visuales basadas en aspectos cuantificables y de la ciencia matemática. También de:

**b) De tipo físico**, cuando una determinada realidad física se reproduce en un sistema simplificado, un modelo a escala o un prototipo que guarda cierta relación con la realidad que pretende ser modelizada. Estos modelos se basarían en aspectos de la ciencia física, de aquellos movimientos de los cuerpos, y que además es cuantificable. Estos modelos generalmente representan el fenómeno estudiado utilizando las mismas relaciones físicas del prototipo pero reduciendo su escala para hacerlo manejable. Por ejemplo pertenecen a este tipo de modelo las representaciones a escalas reducidas de presas hidráulicas, puertos, o de elementos de estas obras, como un vertedero o una escollera. También de:

**c) De tipo conceptual**. Se trata de obtener el esquema conceptual de la base de datos a partir de la lista descriptiva de objetos y asociaciones identificadas en la organización durante el análisis. (Modelo Científico, Wikipedia).

Tomando en cuenta lo anterior ahora, se identificará: El modelo Conceptual Actual del sistema de telefonía móvil.

#### **4.6.1 PRIMERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4: ELABORAR EL MODELO CONCEPTUAL ACTUAL FORMULADO EN BASE A LOS SISTEMAS RELEVANTES DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL**

Con los antecedentes anteriores (formulados en la Etapa 3), se determina el modelo conceptual actual del sistema de telefonía móvil. En base a los sistemas relevantes identificados, que son: El Aspecto Físico y el Aspecto Legal (como se analizó anteriormente).

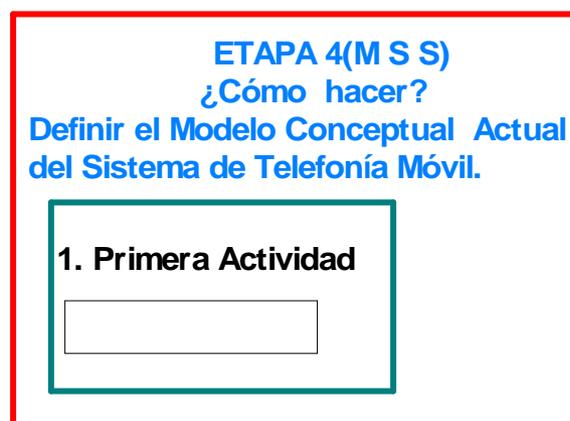


Figura. 4.6.1.1 El esquema muestra la primera actividad de la Etapa 4 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

El esquema siguiente muestra a bloques, los subsistemas involucrados en dicho sistema de telefonía móvil, que se encuentra dentro del rango de radio frecuencia:

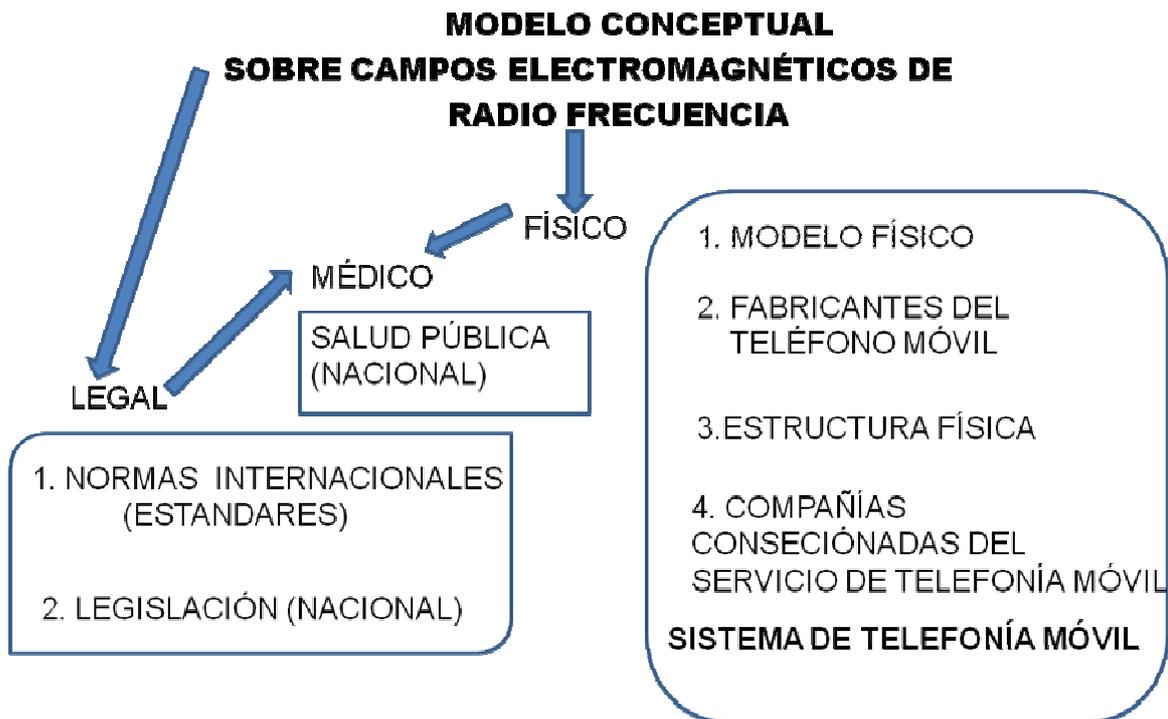


Figura 4.6.1.2 Diagrama a bloques del modelo conceptual actual.

En el aspecto físico, contiene a todos los elementos involucrados al sistema de telefonía móvil. Desde el aspecto humano hasta la estructura organizativa del sistema de telefonía móvil.

El aspecto legal, dicta los procedimientos que deben tener el usuario y las compañías prestadoras del servicio del sistema de telefonía móvil, respecto a las restricciones y niveles de referencia a la exposición a los campos electromagnéticos.

El aspecto médico se utiliza para darle un sustento, al diagnóstico que se presente del usuario de dicho sistema.

Este aspecto es de importancia, debido a que da los diagnósticos, análisis del estado de salud del usuario de dicho sistema y finalmente da la rehabilitación del usuario.

En la figura 4.6.1.3 se presenta los elementos, que intervienen en cada uno de los subsistemas presentados del sistema de telefonía móvil.

**MODELO CONCEPTUAL ACTUAL SOBRE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE RADIO FRECUENCIA**

MODELO FÍSICO	ESTRUCTURA FÍSICA	FABRICANTES DE TELÉFONOS MÓVILES	COMPAÑÍAS CONSEJONADAS DEL SERVICIO DE TELEFONÍA MÓVIL
1. Sin Datos Técnicos de a) Tasa de Absorción Específica b) Densidad de Potencia c) Potencia de Transmisión y Recepción	1. Usuario 2. Teléfono Móvil 3. Estaciones Base (Antenas) 4. Estación de Control y Conmutación 5. Radio Canales	1. Alcatel 2. Blackberry 3. Ericsson 4. LG 5. Motorola 6. Nokia 7. Panasonic 8. Pantech 9. Samsung 10. Sanyo 11. Sony 12. Zonda	1. Celular de Telefonía 2. Iusacell 3. Movistar 4. Movitel del Norte 5. Nextel 6. Telcel 7. Telefonía Celular del Norte 8. Unefon
ASPECTO FÍSICO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL			

LEGISLACIÓN (MÉXICO)	NORMALIZACIÓN INTERNACIONAL (ESTANDARES)
1. Sin Legislación Nacional	1. Norma EN - 50360 ICNIRP (Tasa de Absorción Específica, 2 W/Kg)
2. Sin supervisión por parte de: a) SCT b) SEMARNAT c) SENADO DE LA REPÚBLICA d) OMS	2. Recomendación Europea CENELEC 1999/519/CE (Densidad de Potencia (S)), para Telefonía Móvil
3. Sin aplicar límites de distancia a los edificios que contienen las antenas	0.40 mW/cm <sup>2</sup> para 800 MHz 0.95 mW/cm <sup>2</sup> para 1900 MHz
4. Sin aplicar un modelo de legislación propuesto por la OMS	1.0 mW/cm <sup>2</sup> para 2000 MHz 3. Para Exposición pública no controlada 0.08 W/Kg para ( 900 -1800 MHz)
ASPECTO LEGAL, A LA EXPOSICIÓN DE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS DE RADIO FRECUENCIA Y AL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL	

SALUD PÚBLICA (MÉXICO)
1. Sin Programa preventivo de salud pública
2. Sin enterarse de la controversia generada
3. Sin emitir un juicio público
4. Sin seguro médico por los riesgos por el uso
ASPECTO MÉDICO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL

Figura 4.6.1.3 Modelo Conceptual Actual del Sistema de Telefonía Móvil.

Estos se aplican en el área de los campos Electromagnéticos de radio frecuencia, incluyendo al sistema de telefonía móvil. Los cuales son: Físico, Legal y el Médico.

Enseguida se aplican dos análisis propuestos para que, nos den un resultado y con esto se pueda dar una decisión a la controversia presentada sobre el sistema de telefonía móvil.

---

---

## 4.7 SEGUNDA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4: APLICAR LOS ANÁLISIS PROPUESTOS PARA LAS POSIBLES SOLUCIONES A LA CONTROVERSI A LA CONTROVERSI PRESENTADA.

Los análisis propuestos están orientados, para ver si existen diferencias entre los valores de las normas actuales con los que obtengan de los análisis.

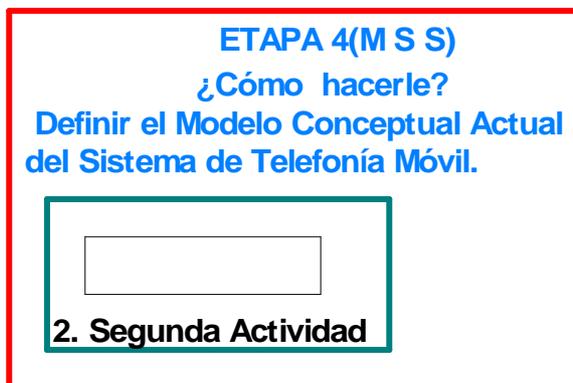


Figura. 4.7.1 El esquema muestra la segunda actividad de la Etapa 4 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Un análisis es un efecto que comprende diversos tipos de acciones con distintas características y en diferentes ámbitos, pero en suma es todo acto que se realiza con el propósito de estudiar, ponderar, valorar y concluir respecto de un objeto, persona o condición.

Existen análisis de todo tipo y cuando se habla de esta actividad puede hacerse referencia tanto a una práctica científica como a una social, a una que tiene un marco formal como a aquella que ocurre en la cotidianidad de manera informal.

El **análisis matemático** es una práctica también científica que tiene el propósito de indagar sobre las variables matemáticas presentes en una operación dada y cómo éstas se conjugan para conducir a una solución en particular.

Son dos tipos de análisis a desarrollar y son:

### 1. ANÁLISIS MATEMÁTICO.

### 2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE EFLUVIO-GRAFÍA KIRLIAN.

El análisis matemático, se efectúa a través de expresiones matemáticas ya establecidas en la teoría electromagnética y el análisis estadístico del efluvo-grafía, se efectúa mediante teoría de muestreo y análisis de la moda, los análisis se efectúan, para encontrar una respuesta a la controversia sobre los campos electromagnéticos de radio frecuencia.

La siguiente figura, muestra a bloques los análisis a desarrollar para obtener una integración de resultados y así obtener una conclusión.



Figura. 4.7.2 Dos Análisis a desarrollar en el Sistema de Telefonía Móvil.

Esquema indicativo de los dos Análisis, para dar una réplica a la controversia presentada, sobre los efectos a la salud del usuario por usar los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil.

#### 4.8 ETAPA 4a DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) ELABORAR CONCEPTOS DEL SISTEMA FORMAL EN EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.

El esquema siguiente muestra las actividades a realizar, para llegar a obtener el resultado.

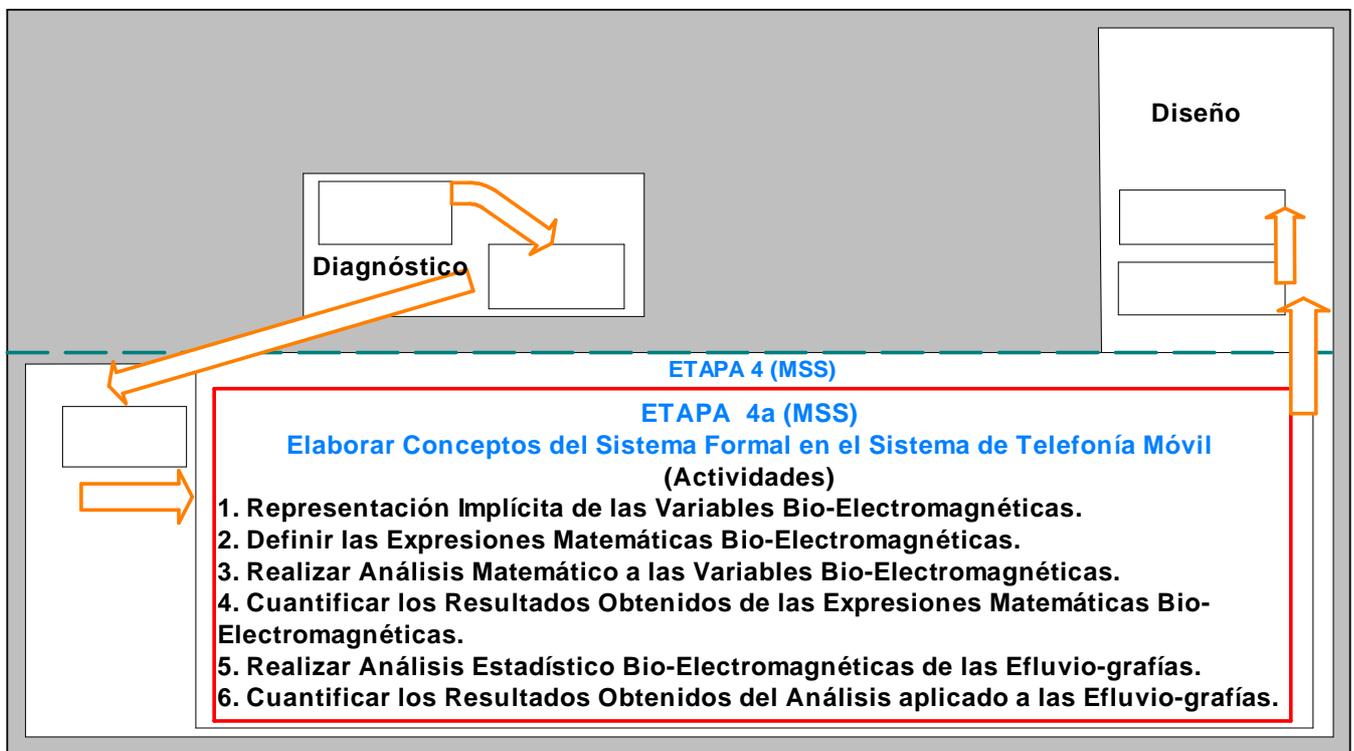


Figura. 4.8.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 4a de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.

---

---

En las ciencias formales de la lógica y las matemáticas, así como en otras disciplinas relacionadas, como son la informática, la teoría de la información, y la estadística, un “sistema formal” es una gramática formal usada para la modelización de diferentes propósitos. Llamamos “formalización” al acto de crear un sistema formal, y se trata de una acción con la que pretendemos capturar y abstraer la esencia de determinadas características del mundo real, en un modelo conceptual expresado en un determinado lenguaje formal

En matemáticas, las pruebas formales son el resultado de sistemas formales, consistentes en axiomas y reglas de deducción. Los teoremas pueden ser obtenidos por medio de pruebas formales. Este punto de vista de las matemáticas ha sido denominado **formalista**; aunque en muchas ocasiones este término conlleva una acepción peyorativa.

El objetivo de un sistema formal es señalar como válidas determinadas cadenas. Estas cadenas válidas se denominan teoremas. Para obtener los teoremas se emplean las reglas de producción que convierten una cadena en otra. Hay ciertos teoremas iniciales que no se obtienen de ninguna regla, éstos son los axiomas que se suponen válidos por definición y se convierten en el germen de producción de teoremas.

Un sistema formal matemático consiste en lo siguiente:

1. Un conjunto finito de símbolos que pueden ser usados para la construcción de fórmulas, llamado el alfabeto o vocabulario.
2. Una gramática formal, es decir, un mecanismo para la construcción de fórmulas bien formadas. También debe proporcionarse un algoritmo de decisión para conocer si una determinada fórmula es bien formada o no.
3. Un conjunto de axiomas que deben ser fórmulas bien formadas.
4. Un conjunto de reglas de inferencia.
5. Un conjunto de teoremas. Este conjunto incluye todos los axiomas, más todas las que pueden ser derivadas de los axiomas o de otros teoremas por medio de las reglas de inferencia. La gramática no necesariamente garantiza la decidibilidad de si una fórmula es teorema o no.

Propiedades de los sistemas formales:

- a) Coherencia: El sistema formal es coherente si cada teorema al ser interpretado no corresponde a una decisión verdadera.
- b) Completitud: El sistema formal es completo si cada proposición verdadera puede ser representada mediante un teorema. Es incompleto si alguna verdad no puede expresarse.
- c) Decidibilidad: Un sistema formal es decidable si existe un algoritmo que diga en tiempo finito si una cadena cualquiera es un teorema o no lo es. (Sistema formal, Wikipedia)

En base a lo anterior, ahora representamos de manera implícita las variables bio-electromagnéticas.

## 4.8.1 PRIMERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4ª: REPRESENTACIÓN IMPLÍCITA DE LAS VARIABLES BIO –ELECTROMAGNÉTICAS.

El esquema siguiente es la primera actividad de la etapa 4ª, consiste en representar las características propias de los campos electromagnéticos.

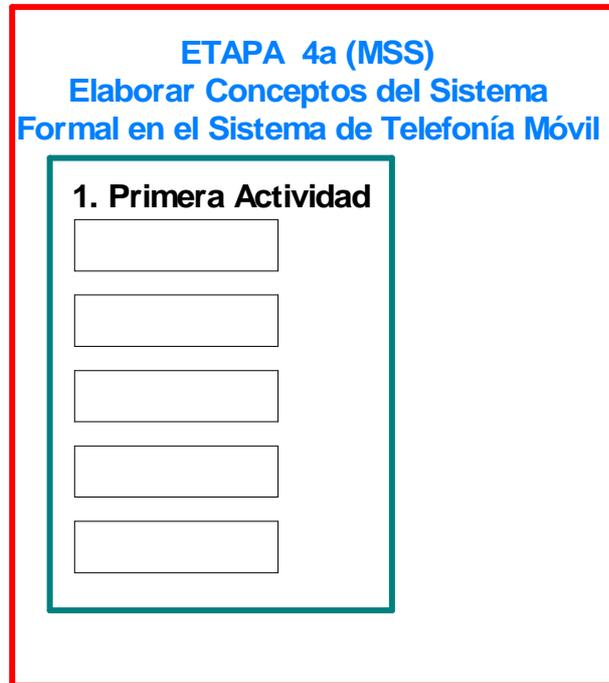


Figura. 4.8.1.1 El esquema muestra la primera actividad de la Etapa 4a (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Las expresiones matemáticas electromagnéticas implícitas, representan de manera cuantitativa, el efecto que se presenta en la interacción (de los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil con el cuerpo humano del usuario) en función, de las variables que se encuentran en la relación.

Las variables electromagnéticas son las siguientes:

1. **Dosimetría** = f (determinación de las variables dieléctricas de los campos Electromagnéticos internos).

2. **Energía absorbida por tejidos** = f  $\left. \begin{array}{l} \text{Intensidad de radiación.} \\ \text{Tiempo de exposición.} \\ \text{Amplitud del pulso.} \end{array} \right\}$

3. **Energía absorbida (quantum)** = (h f) f = C / λ h = constante de Plank = 6.626 X 10<sup>-34</sup> J

4. **Potencia absorbida** = f  $\left. \begin{array}{l} \text{Valor de radiación de la tasa de absorción específica (TAE).} \\ \text{Tiempo de exposición.} \\ \text{Amplitud de la frecuencia.} \\ \text{Masa del cuerpo.} \\ \text{Sonido en el oído.} \end{array} \right\}$

$$\text{Tasa de Absorción Específica} = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Energía depositada por unidad de masa del cuerpo.} \\ \text{Campo Eléctrico.} \\ \text{Conductividad del cuerpo.} \\ \text{Densidad de masa del cuerpo.} \end{array} \right\}$$

$$5. \text{ Densidad de Potencia} = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Calentamiento superficial del tejido.} \\ \text{Valor del Campo Eléctrico.} \\ \text{Valor del Campo Magnético.} \\ \text{Impedancia característica del cuerpo.} \end{array} \right\}$$

$$6. \text{ Cantidad de Profundidad de Penetración} = f \left\{ \begin{array}{l} \text{Frecuencia de la onda electromagnética.} \\ \text{Permeabilidad magnética del cuerpo.} \\ \text{Conductividad del cuerpo.} \end{array} \right\}$$

Ahora, se procede a definir las ecuaciones matemáticas electromagnéticas.

#### 4.8.1.1 SEGUNDA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4ª: DEFINIR LAS EXPRESIONES MATEMÁTICAS BIO –ELECTROMAGNÉTICAS.

En base al punto anterior, en este momento, se definen las expresiones matemáticas bio-electromagnéticas, que se presentan en la interacción cuerpo humano y campos electromagnéticos.

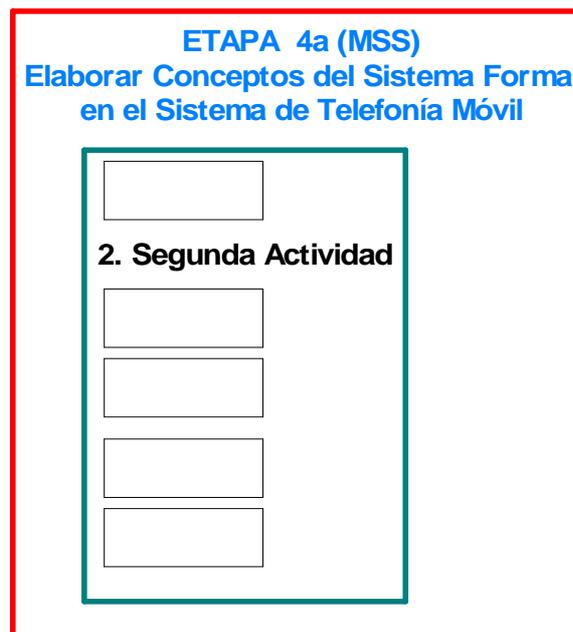


Figura. 4.8.1.1.1 El esquema muestra la segunda actividad de la Etapa 4a (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

El funcionamiento interno del metabolismo bio-molecular, está basado en la electricidad que se produce por el movimiento de sus electrones que se encuentra internamente en el cuerpo humano.

El cuerpo humano tiene parámetros eléctricos y dieléctricos, y son utilizados en las siguientes expresiones matemáticas en forma explícita, para obtener los valores de las variables que se requieren. La tabla se encuentra en el anexo 9

---

---

El punto sucesivo realiza un análisis matemático, en base a las expresiones implícitas.

#### 4.8.2 TERCERA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4ª: REALIZAR ANÁLISIS MATEMÁTICO A LAS VARIABLES BIO – ELECTROMAGNÉTICAS.

El análisis sucesor es para obtener un resultado cuantitativo de las variables bio-electromagnéticas.

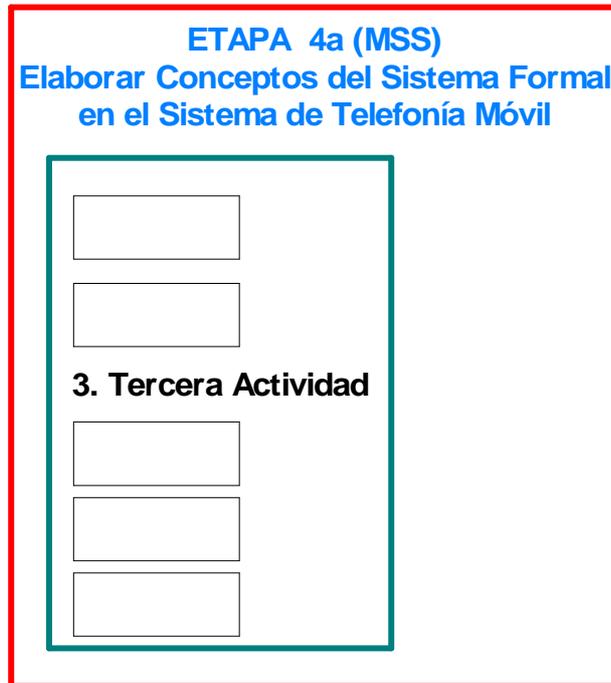


Figura. 4.8.2.1 El esquema muestra la tercera actividad de la Etapa 4a (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

A través de los valores de los parámetros dieléctricos, obtenidos por medio de un simulador maniquí, propuestos por organismos oficiales, mostrados en la tabla 4.8.2.1, aplicamos las expresiones matemáticas necesarias, para obtener las variables bio- electromagnéticas.

Las cuales son:

1. **La Absorción de Energía en el Tejido, se debe a: Intensidad de Corriente (J), Campo Eléctrico (E), Tasa de Absorción Específica (TAE), Densidad de Potencia (S).**
2. **Las propiedades eléctricas del cuerpo humano se debe a:  $\sigma$  (Conductividad Eléctrica),  $\epsilon_r$  (Permitividad Eléctrica del Tejido) y  $\rho$  (Densidad de Masa).**
3. **La cantidad de energía que penetra en el tejido se debe a:  $\delta$  (Cantidad de Profundidad de Penetración de la Energía Electromagnética en el Tejido), e (Energía Electromagnética Absorbida).**

Tabla 4.8.2.1 Parámetros Dieléctricos del Cuerpo y la Cabeza Humana Obtenidos a través de un Modelo, Simulador (Maniquí). Para la Cabeza y el Cuerpo Humano

Frecuencia	Cabeza		Cuerpo		Cabeza			Cabeza			
F	$\epsilon_r$	$\sigma$	$\epsilon_r$	$\sigma$	NRPB 321, May 2000			Australia y Nueva Zelanda			
					2			F	$\epsilon_r$	$\sigma$	3
835	41.5	0.90	55.2	0.97	$\rho$	$\sigma$	$\epsilon_r$	800	46.3	0.73	
900	41.5	0.97	55.0	1.05	1030	1.05	52.7	900	45.8	0.77	
915	41.5	0.98	55.0	1.06							
1450	40.5	1.20	54.0	1.30							
1610	40.3	1.29	53.8	1.40				1600	43.9	1.06	
1800-2000	40.0	1.40	53.3	1.52	1030	1.65	46.0	1800	43.5	1.15	
								2000	43.2	1.26	

( $\epsilon_r$  Permitividad Relativa F/m,  $\sigma$  Conductividad S / m,  $\rho = 1000 \text{ Kg / m}^3$  Frecuencia MHz)

### Citas.

1. Los parámetros dieléctricos del tejido de la cabeza recomendados por IEEE SCC-34/SC-2 en P1528 (FCC, Supplement C (Edition 01-01) to OET Bulletin 65 (Edition 97-01) (FCC, USA, 1/9/00, Estándares).

2. Niveles de Exposición para campos eléctricos y magnéticos, en la frecuencia de 12 MHz a 300 GHz., investigada por NRPB. (NRPB 321, May 2000), (NRPB, 4, No 5, 7 – 63 (1993)

3. Australia y Nueva Zelanda

También se especifica en el estándar la forma en la que debe estar construido el maniquí. Éste debe estar compuesto por una capa externa de espesor entre 3mm y 6mm, y hecha de fibra de vidrio u otro material con muy pocas pérdidas. Dicha capa debe estar rellena de un líquido que simule el tejido del cerebro humano (en media en cuanto a materia blanca y gris del cerebro). (U P C, 2002).

De acuerdo a los resultados del punto anterior, es el momento de realizar un análisis de relación entre las variables bio-electromagnéticas.

## 4.9 CUARTA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4a: CUANTIFICAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS DE LAS EXPRESIONES MATEMÁTICAS BIO-ELECTROMAGNÉTICAS.

Los siguientes análisis de relación entre las variables bio-electromagnéticas, es el punto importante de ésta tesis, los cuales indicarán el comportamiento físico de los campos bio-electromagnéticos en el rango de radio frecuencia.

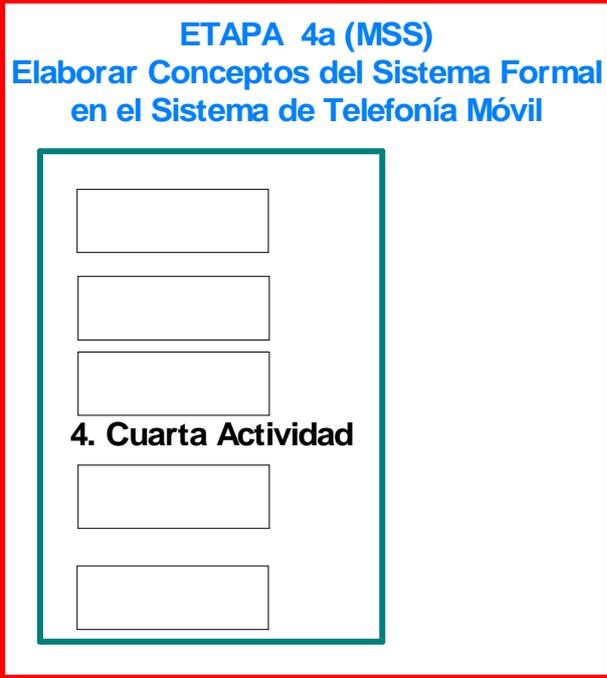


Figura. 4.9.1 El esquema muestra la cuarta actividad de la Etapa 4a (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Los resultados obtenidos de las variables bio-electromagnéticas, es una averiguación de cómo responde el cuerpo humano a los efectos que producen los campos electromagnético vía sistema de telefonía móvil.

Son trascendentes, debido a que nos llevan por el camino, de valorarlos y definir si los efectos causan un cambio benévolo o maligno a la salud del usuario de dicho sistema.

1. **Resultado obtenido de la energía electromagnética absorbida por el cuerpo humano** del usuario. Por el uso del sistema de telefonía móvil. Como se muestra en la tabla 4.9.1:

Tabla 4.9.1 Análisis de la Relación: Frecuencia y la Energía Absorbida.

Frecuencia( De Radiación MHz)	e (Energía Absorbida = Joule) $10^{-25}$
835	<b>5.53</b>
900	<b>5.9634</b>
1800	<b>11.92</b>
2000	<b>13.252</b>
2450	<b>16.23</b>

Se observa que:

a) **A mayor frecuencia de operación del sistema de telefonía móvil menor energía absorbida por el tejido del cuerpo humano.**

2. **Resultado obtenido de la cantidad de profundidad de penetración.** Este concepto indica la distancia que penetra la onda electromagnética en el cerebro del usuario de dicho sistema.

Mientras el usuario sea más joven, más la onda electromagnética penetra en el cerebro. Como se muestra en la tabla 4.9.2:

Tabla 4.9.2 Análisis de la Relación: Frecuencia y la Cantidad de Profundidad de Penetración en el Tejido.

Frecuencia ( De Radiación =MHz)	$\sigma$ (Conductividad Eléctrica del Tejido= Sim/metro)	$\mu$ (Permeabilidad del cuerpo humano $10^{-6}$ Hy/ m)	$\delta$ (Cantidad de Profundidad de Penetración en el Tejido cm).
450	0.87	1.258	<b>2.5</b>
835	0.90	1.25	<b>1.83</b>
900	0.97	1.25	<b>1.70</b>
1800	1.40	1.256	<b>1.0</b>
2000	1.40	1.256	<b>1.0</b>
2450	1.80	1.255	<b>0.75</b>
900	1.05	1.259	<b>1.64</b>
1800	1.65	1.257	<b>0.92</b>

Se observa que:

- a) **A mayor frecuencia incidente en el tejido, menor profundidad de penetración en el tejido**
- b) **A mayor frecuencia incidente en el tejido, mayor conductividad eléctrica en el tejido.**

La referencia citada de la universidad de Cartagena, fortaleza los valores obtenidos sobre la cantidad de profundidad de penetración, se encuentra en el anexo 10

**3. Resultado obtenido de la densidad de potencia.** El calentamiento que se produce en el tejido del cuerpo humano del usuario, se debe al valor de su impedancia (resistencia) de su cuerpo, al valor del campo eléctrico y al valor del campo magnético.

Como se muestra en la tabla 4.9.3:

Tabla 4.9.3 Análisis de la Relación: Frecuencia y la Densidad de Potencia.

Frecuencia de radiación = MHz	$\eta$ (Impedancia del cuerpo humano= $\Omega$ )	E (Campo Eléctrico = V/m)	H (Campo Magnético =A/m)	S (Densidad de Potencia =mW/cm <sup>2</sup> )
835	58.52	24.26	0.414	<b>1.005</b>
900	58.52	23.37	0.39	<b>0.911</b>
1800	59.60	19.45	0.32	<b>0.622</b>
2000	59.60	19.45	0.32	<b>0.622</b>
2450	60.22	17.15	0.28	<b>0.480</b>
900	51.99	22.80	0.438	<b>0.999</b>
1800	55.60	18.18	0.327	<b>0.595</b>

Se observa que:

a) **A mayor frecuencia, menor calentamiento superficial del tejido, y menor campo eléctrico y magnético.**

b) **A menor frecuencia, mayor calentamiento superficial del tejido y mayor campo eléctrico y mayor campo magnético.**

4. **Resultado obtenido de la relación: conductividad eléctrica del tejido, densidad de masa, campos eléctricos y densidad de corriente inducida.**

Los valores de la densidad de corriente y el campo eléctrico, dependen de las variables insinuadas. Como se muestra en la tabla 4.9.4:

Tabla 4.9.4 Análisis de la Relación, Conductividad Eléctrica del Tejido, Densidad de Masa con respecto al Campo Eléctrico y Densidad de Corriente Inducida.

F (Frecuencia de radiación = MHz)	$\sigma$ (Conductividad Eléctrica = Sim/metro)	$\rho$ (Densidad de masa = Kg / m <sup>3</sup> )	TAE (Tasa de Absorción EspecificaW/Kg)	E (Campo Eléctrico = V/m)	J (Densidad de Corriente Inducida A / m <sup>2</sup> )
450	0.87	1000	0.53	<b>24.68</b>	<b>21.47</b>
835	0.90	1000	0.53	<b>24.26</b>	<b>21.84</b>
900	0.97	1000	0.53	<b>23.37</b>	<b>22.67</b>
1800	1.40	1000	0.53	<b>19.45</b>	<b>27.23</b>
2000	1.40	1000	0.53	<b>19.45</b>	<b>27.23</b>
2450	1.80	1000	0.53	<b>17.15</b>	<b>30.88</b>
900	1.05	1030	0.53	<b>22.80</b>	<b>23.94</b>
1800	1.65	1030	0.53	<b>18.18</b>	<b>30.01</b>

Se observa que:

- a) Si la conductividad y la frecuencia aumentan, teniendo la  $\rho$  (densidad de masa) y la TAE (Tasa de Absorción Específica) constantes, el campo eléctrico disminuye y la densidad de corriente aumenta.
- b) Si la densidad de masa, la conductividad y la frecuencia aumentan teniendo el TAE constante, el campo eléctrico disminuye y la densidad de corriente aumenta.
- c) Si la densidad de masa y el TAE son constantes, y si los valores de la frecuencia y de la conductividad aumentan, el campo eléctrico disminuye y la densidad de corriente aumenta.

**5. Resultado obtenido de la relación: Tasa de Absorción Específica y de la Densidad de Potencia.** Este resultado es el más trascendente, debido a que sus valores, son mencionados por los organismos internacionales sobre la exposición a los campos electromagnéticos de radio frecuencia, poniéndoles límites, restricciones y niveles de referencia, que no se deben de pasar, para que no afecte la salud del usuario.

Como se muestra en la tabla 4.9.5:

Tabla 4.9.5 Análisis de la Relación: Tasa de Absorción Específica y la Densidad de Potencia.

TAE (Tasa de Absorción EspecificaW/Kg)	$\epsilon_r$ (Permitividad relativa= F/m)	$\sigma$ (Conductividad Eléctrica Sim/metro)	$\rho$ (Densidad de masa Kg / m <sup>3</sup> )	S (Densidad de Potencia =mW/cm <sup>2</sup> )	F Frecuencia = MHz
0.25	41.5	0.97	1000	0.440	900
0.53	41.5			0.93368	
0.75	41.5			1.321	
1.00	41.5			1.761	
0.25	40	1.40	1000	0.2994	1800
0.53	40			0.6350	
0.75	40			0.898	
1.00	40			1.198	
0.25	52.7	1.05	1030	0.472	900
0.53	52.7	1.05	1030	1.001	
0.75	52.7	1.05	1030	1.416	
1.00	52.7	1.05	1030	1.888	
0.25	46.0	1.65	1030	0.2806	1800
0.53	46	1.65	1030	0.595	
0.75	46	1.65	1030	0.8417	
1.00	46	1.65	1030	1.123	

Se observa que:

- a) Si aumenta el valor de TAE, aumenta el valor de la densidad de potencia.
- b) Si disminuye el valor del TAE, disminuye el valor de la densidad de potencia.
- c) Si aumentan los valores de la conductividad y de la densidad de masa, también aumenta el valor de la densidad de potencia, sin considerar el valor de la frecuencia.
- d) Si disminuye la permitividad relativa y aumentan los valores de la conductividad, de la densidad de masa y del TAE, los valores de la densidad de potencia son un poco mayores comparados con los valores con una densidad de masa menor.
- e) Si aumenta la permitividad relativa de la densidad de masa y del SAR y la conductividad disminuye, los valores de la densidad de potencia son un poco mayores comparados con los valores con una densidad menor.

## 6. SÍNTESIS DE RESULTADOS COMPARADOS DE LAS TABLAS ANTERIORES EN EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL:

### 1. A mayor frecuencia:

- a) Menor Energía absorbida
- b) Menor Cantidad de Profundidad de Penetración
- c) Menor Densidad de Potencia
- d) Menor Campo Eléctrico
- e) Menor Campo Magnético
- f) Mayor Conductividad Eléctrica

## 7. Tabla comparativa. Los valores obtenidos de la tasa de absorción específica y de la densidad de potencia, comparados con los valores de la norma internacional oficial.

Comparación de valores obtenidos, con los de las normas oficiales propuestas por el Comité Internacional sobre Protección frente a Radiación No Ionizante (ICNIRP) y Comité Europeo de Normalización Electrotécnica (CENELEC). Como se muestra en la tabla 4.9.6:

Tabla 4.9.6 Tabla Comparativa. Entre los Valores Obtenidos en esta Tesis y los Valores de las Normas Oficiales en: S = Densidad de Potencia, TAE= Tasa de Absorción Específica

Valores Encontrados			Valores de las Normas Oficiales (ICNIRP)		
TAE(W/Kg)	F (MHz)		TAE(W/Kg)	F (MHz)	
	900	1800		900	1800
	S (mW/cm <sup>2</sup> )		2	S (mW/cm <sup>2</sup> )	
0.25	0.472	0.2806		0.45	0.9
0.53	1.001	0.595			
0.75	1.416	0.8417			
1.00	1.888	1.123			

---

---

Se observa que:

**1. EN LA FRECUENCIA DE 900 MHz**

**SI: TAE=0.25 (W/Kg), SE TIENE  $S= 0.472(\text{mW}/\text{cm}^2)$ .**

**LA NORMA ES: TAE= 2 (W/Kg),  $S= 0.45 (\text{mW}/\text{cm}^2)$**

Con este resultado, significa que todos los teléfonos móviles, que rebasen el valor de TAE = 0.25 (W/Kg) están fuera de la norma oficial.

---

**EN LA FRECUENCIA DE 1800 MHz**

**SI: TAE=1.0 (W/Kg), SE TIENE  $S=1.1 (\text{mW}/\text{cm}^2)$ .**

**LA NORMA ES: TAE= 2 (W/Kg),  $S= 0.90 (\text{mW}/\text{cm}^2)$**

Con este resultado, significa que todos los teléfonos móviles, que rebasen el valor de TAE= 1.0 (W/Kg) están fuera de la norma oficial.

Los resultados anteriores encontrados en esta tesis, es el objetivo de estudio de esta tesis, en este momento, con el siguiente análisis se complementara la etapa 4<sup>a</sup>.

#### **4.10 QUINTA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4a: REALIZAR UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO BIO – ELECTROMAGNÉTICAS DE LAS EFLUVIO-GRAFÍAS.**

En este se punto se realiza un análisis obtenido con el apoyo de la cámara Kirlian.

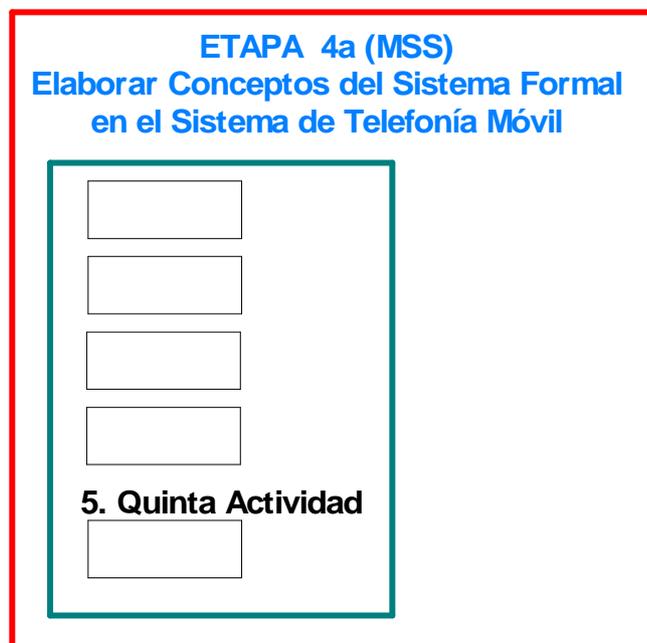


Figura. 4.10.1 El esquema muestra la quinta actividad de la Etapa 4a (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

Cómo se recordara.

---

---

La **estadística** es una ciencia referente a la recolección, análisis e interpretación de datos, ya sea para ayudar en la resolución de la toma de decisiones o para explicar condiciones regulares o irregulares de algún fenómeno o estudio aplicado, de ocurrencia en forma aleatoria o condicional. Sin embargo estadística es mucho más que eso, dado que en otras palabras es el vehículo que permite llevar a cabo el proceso relacionado con la investigación científica.

La estadística se divide en dos grandes áreas:

1. La estadística descriptiva, que se dedica a los métodos de recolección, descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de los fenómenos en estudio. Los datos pueden ser resumidos numéricamente o gráficamente. Ejemplos básicos de parámetros estadísticos son: la media y la desviación estándar. Algunos ejemplos gráficos son: histograma, pirámide poblacional, entre otros.
2. La estadística inferencial, que se dedica a la generación de los modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones. Se usa para modelar patrones en los datos y extraer inferencias acerca de la población bajo estudio. Estas inferencias pueden tomar la forma de respuestas a preguntas si/no (prueba de hipótesis), estimaciones de características numéricas (estimación), pronósticos de futuras observaciones, descripciones de asociación (correlación) o modelamiento de relaciones entre variables (análisis de regresión).

Ambas ramas (descriptiva e inferencial) comprenden la estadística aplicada. Hay también una disciplina llamada estadística matemática, la cual se refiere a las bases teóricas de la materia. La palabra «estadísticas» también se refiere al resultado de aplicar un algoritmo estadístico a un conjunto de datos, como en estadísticas económicas, entre otros. (Estadística, Wikipedia).

Por lo expuesto anteriormente:

#### **4.11 SEXTA ACTIVIDAD DE LA ETAPA 4a: CUANTIFICAR LOS RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS APLICADO A LAS EFLUVIOGRAFÍAS.**

El uso de la cámara Kirlian en esta tesis, tiene el objetivo de fotografiar la imagen del efluvio-grafía de la mano del usuario que usa el sistema de telefonía móvil. Para poder cuantificar estadísticamente sus resultados.

Es la única función que se realizó con la cámara Kirlian.



Figura. 4.11.1 El esquema muestra la quinta actividad de la Etapa 4a (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

A través de la cámara Kirlian se obtuvieron el efluvio-grafía de cada sesión, en tres representaciones diferentes, y durante un tiempo determinado, no mayor a 10 minutos.

El proceso técnico de funcionamiento, esta descrito en el inciso 3.4.2.1 En la parte operativa se realizó de la siguiente manera:

- a) En la parte de la intervención humana. Se empleo siempre la parte de la mano izquierda del mismo sujeto,
- b) Se aplico siempre la misma distancia de la cámara digital a la cámara Kirlian.
- c) Con las mismas características seleccionadas de la cámara digital.
- d) La evolución se llevo en un cuarto oscuro, del tipo que usan los fotógrafos, hermético y sin luz de ningún tipo.

**Los resultados de dicho evento son los siguientes:**

1. Estas formas son en las posiciones de: la mano del sujeto, sin la influencia del teléfono móvil: S/t
2. La efluvio-grafía obtenida de la mano del mismo sujeto, durante la interacción entre el cuerpo humano y el sistema de telefonía móvil en la posición de escuchar: E5 (Escuchar durante 5 minutos), E10 (Escuchar durante 10 minutos).
3. La efluvio-grafía obtenida de la mano del mismo sujeto, durante la interacción entre el cuerpo humano y el sistema de telefonía móvil en la posición de hablar: H5 (Hablar durante 5 minutos), H10 (Hablar durante 10 minutos).

- 
- 
4. La luminosidad de cada una del efluvio-grafía se analizaron, con el software para editar fotografías.
  5. Los datos se analizaron estadísticamente aplicando la teoría de la moda.
  6. El número de efluvio-gramas realizadas sobre el mismo sujeto, fechas y horas, fue de:  
S/t = 50, E = 100, H = 100 aproximadamente.
  7. De la luminosidad del color verde, se obtuvo el valor de la moda y son los siguientes:  
**S/t = 1.86**  
**E = 1.94**  
**H = 2.0**  
 Lo cual es una afectación.
  8. Relacionando el valor de la posición S/t = 1.86, con el valor de la tasa de absorción específica, especificado por las normas oficiales, Incremento del valor original es de:
 

Posición	Incremento	Por Ciento
* S/t = 2	0	100% Valor inicial
E = 2.19	0.19	4.84% Del valor inicial
H = 2.30	0.30	7.53% Del valor inicial

 \* Norma internacional: EN 50360 ICNIRP

Examinando los resultados anteriores. Se tienen las siguientes anomalías.

- a) El valor máximo recomendado por las normas es de 2 W/Kg.
- b) El tiempo medido por el uso del teléfono móvil esta dado en minutos, por parte de la compañía prestadora del servicio, por lo que el incremento se da en cada minuto que transcurra.
- c) El valor inicial se va incrementando en 0.19 W/Kg por cada minuto transcurrido, en la posición de escuchar. Por ejemplo en el minuto uno el valor es 2.19 W/Kg, etc. Ver tabla
- d) El valor inicial se va incrementando un 0.30 en un tiempo de un minuto, en la posición de hablar. En el minuto uno se incremento un 0.30 quedando en 2.30 etc. Ver tabla
- e) Considerando que en un minuto puede haber las siguientes posibilidades:
  1. Solo Escucha (E)
  2. Solo Habla (H)
  3. Escucha y habla (E/H)

La tabla 4.11.1 Muestra el incremento que tiene el valor original:

Tabla 4.11.1 Valores Acumulados con Respecto al Tiempo.  
Mientras más tiempo pasa, mayor acumulación se presentara.

Tiempo	P O S I C I Ó N						
minuto	Norma S/t = 2 mW/cm <sup>2</sup>	E (Escucha )	H (Habla )	Suma E + H	E (Norma + 0.19)	H (Norma + 0.30)	E/H (Norma + 0.49)
0							
1		0.19	0.30	0.49	2.19	2.30	4.49
2		0.38	0.60	0.98	2.38	2.60	4.98
3		0.57	0.90	1.47	2.57	2.90	5.47
4		0.76	1.20	1.96	2.76	3.20	5.96
5		0.95	1.50	2.45	2.95	3.50	6.45
10		1.90	3.00	4.90	2.90	5.00	8.90
20		3.80	6.00	9.80	5.80	8.0	13.80

Por último el comportamiento de la tabla es el siguiente:

1. La dosis de radiación que se va adquiriendo, es con respecto al tiempo.
  - a) Está permanece en el área del cuerpo humano donde se encuentre ubicado el teléfono móvil, mientras más tiempo dure la conversación, más incremento de energía de radiación se presentara en el cuerpo humano.
2. El resultado de esta interacción, genera lo siguiente.
  - a) Si la energía de radiación es mayor que la del cuerpo humano, provocara un cambio en su funcionamiento del metabolismo biológico del cuerpo humano.
  - b) Si la energía de radiación es menor o igual que la del cuerpo humano, no se generara ningún cambio en la energía del cuerpo humano.

En base a los análisis desarrollados, el análisis matemático a las variables bio-electromagnéticas y el análisis estadístico al efluvio-grafía, se obtuvieron los resultados citados.

En sustento a estos resultados, en este momento se formula un modelo ideal propuesto.

---

---

## 4.12 ETAPA 4b DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) INTRODUCIR OTROS SISTEMAS APLICABLES PARA OBTENER MODELO IDEAL.

En esta se propondrá un modelo ideal, lo más cercano a la realidad, con el fin de mejorar el sistema de telefonía móvil, y que sea un servicio de calidad y saludable para la salud del usuario.

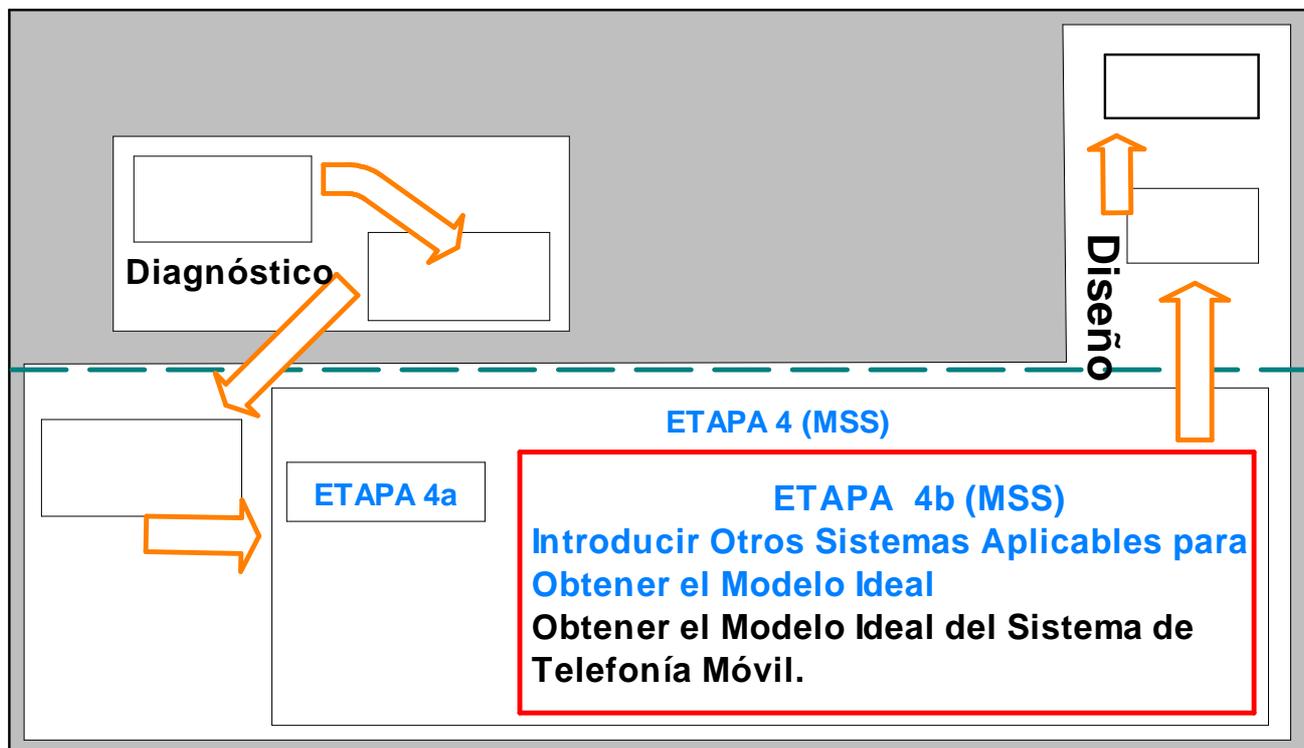


Figura. 4.12.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 4b de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.

Un sistema se desarrolla para alcanzar su objetivo, si el objetivo se cumplió con todo lo planeado, entonces sus actividades de cada elemento que forman el sistema, llevaron correctamente su función. Los eventos que se desarrollaron durante el proceso son los óptimos, entonces el sistema alcanza el estado máximo en que puede estar.

El sistema encontró el modelo ideal, para dicho objetivo.

En base al análisis realizado en las etapas anteriores, y debido a la controversia que existe, de sí o no, causa cambios en la salud del usuario, el sistema de telefonía móvil.

A continuación se exhibe el siguiente modelo ideal, el cual contiene los cambios que se deben de hacer por parte de los responsables, de acuerdo a su función que les toca, y en aras de tener un servicio de calidad y seguro para la salud de los usuarios que usan dicho servicio.

Objetivo de esta tesis.

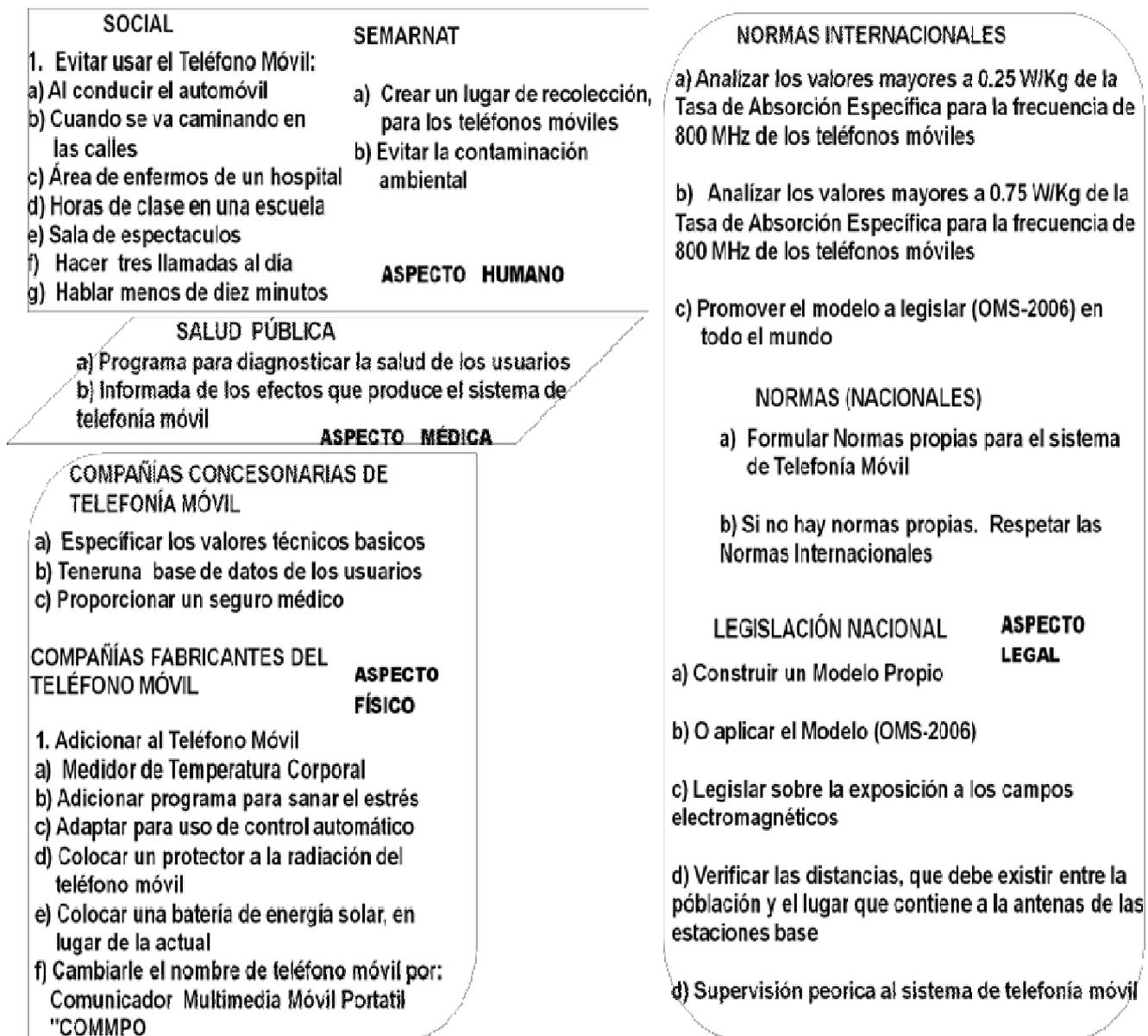


Figura 4.12.2 Modelo ideal del sistema de telefonía móvil.

1. Legislación nacional, se sugiere que se establezca en la agenda legislativa sesiones que traten, actualizar reglamentos y se supervisen periódicamente el sistema de telefonía móvil.
2. SCT. Límites y restricciones, que se propongan, y que se aprueben, límites a los campos de radiofrecuencia, y sus antenas de las estaciones base del sistema de telefonía móvil.
3. Salud pública, establecer límites biológicos y de riesgo del sistema de telefonía móvil.
4. Sociedad, que se informe de cómo puede usar el teléfono móvil, sin llegar a afectarle en la salud física ni mental.

En este momento se realiza la comparación entre la etapa dos y la etapa 4.

---

---

#### 4.13 ETAPA 5 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) COMPARAR ENTRE EL MODELO ACTUAL Y EL MODELO IDEAL (ETAPA 4 CON ETAPA 2).

Para verificar si hay diferencias entre el modelo actual y el modelo ideal propuesto, se realiza la etapa 5.

Esta etapa es trascendental para objetivo de la tesis, ya que nos encamina a valorar lo siguiente:

- a) Confirmar y mantener que las normas actuales sobre los campos electromagnéticos establecidas por los organismos internacionales citados los puntos 2.3.1 -2.3.2.1, contienen al sistema de telefonía móvil y estas no afectan al usuario.
- b) Al contrario de lo anterior, ver si afectan al usuario de dicho sistema.

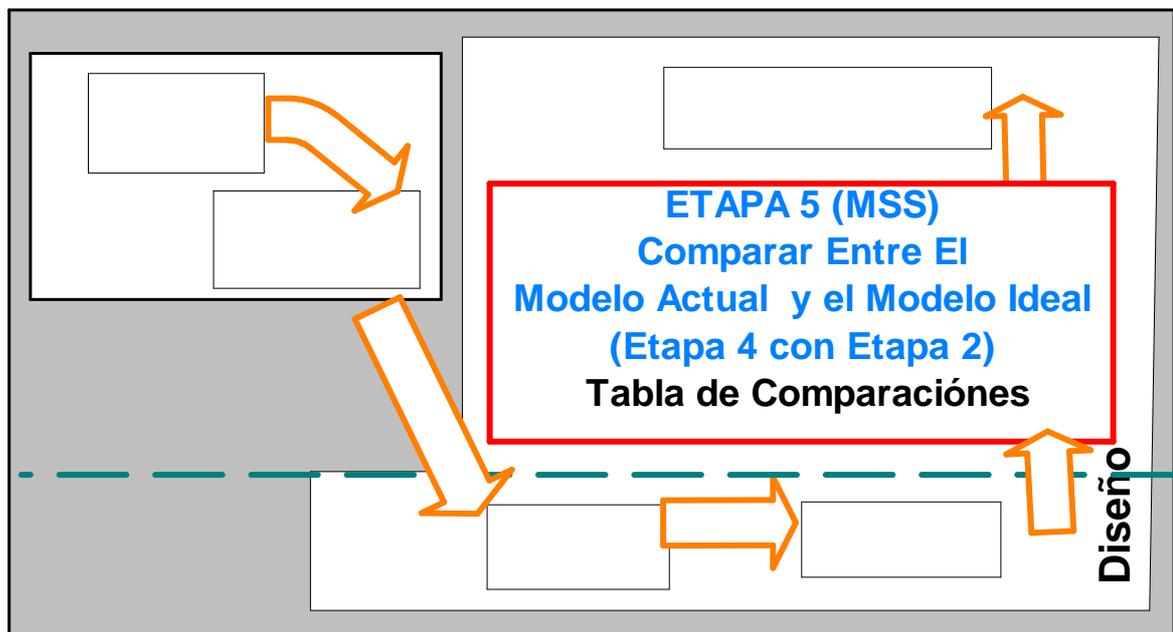


Figura. 4.13.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 5 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.

Esta etapa muestra las diferencias que hay, entre el modelo conceptual actual y el modelo ideal que se pretende. Algunas diferencias son aplicables a la autoridad correspondiente, otras son a las compañías fabricantes y compañías concesionarias del servicio.

Es factible que los cambios sugeridos, si los puedan realizar las compañías concesionarias del servicio del sistema de telefonía móvil y las compañías fabricantes de teléfonos móviles.

Para realizar los cambios requeridos, que le tocan al usuario de telefonía móvil, es necesario que esté enterado de la controversia presentada.

La tabla 4.13.1 muestra la Comparación y Alcances de los Cambios Deseables y Factibles.

Tabla 4.13.1 Comparación entre las Actividades Presentes y las Sugeridas. Para el Sistema de Telefonía Móvil.

Actividad de Modelo.	Sistema Actual	Deseable	Diferencia	Factible	Posible Acción
<b>1. SOCIAL.</b>					
Evitar o prohibir a) Ir conduciendo un auto b) Su uso en lugares como: área de enfermos de un hospital, horas de clase en una escuela, en sala de espectáculos.	No hay	Si	1	Ley	Senado República
Crear un lugar de recolección de teléfonos móviles para evitar la contaminación ambiental.	No hay	Si	1	Ley	SEMARNAT
<b>2. COMPAÑÍAS.</b>					
Indicar los valores técnicos del teléfono móvil del: TAE, S, P.	No hay	Si	0	Ley	SCT, FFCC
Tener una base de datos de los usuarios.	Si hay	Si	0	Ley	Senado República
Proporcionar seguro médico.	No hay	Si	0	Ley	Compañía
Colocar un protector de radiación en el teléfono.	No hay	Si	0	Ley	Compañía Fabricante
Colocar una batería de energía solar, en lugar de la actual.	No hay	Si	0	Cambio	Compañía Fabricante
Cambiar el nombre de teléfono móvil por Comunicador Multimedia Móvil-Portátil -Individual – COMMPI”.	No hay	Si	0	Público	Compañía Fabricante
Adicionar medidor de temperatura corporal.	No hay	Si	0	Cambio	Compañía Fabricante
Adaptar para uso de control automático.	No hay	Si	0	Cambio	Compañía Fabricante
Adicionar programa para el alivio de estrés.	No hay	Si	0	Cambio	Compañía Fabricante
<b>3. SALUD PÚBLICA.</b>					
Investigar sobre efectos biológicos del sistema de telefonía móvil.	No hay	0	Si	Salud	Sector Salud

#### 4. NORMAS NACIONALES.

Formular normas propias sobre el sistema de telefonía móvil en la frecuencia de 800,900,1800, 2000 MHz, y aplicarlas.	No hay	Si	0	Ley	SCT
México: No tiene medidas Normativas propias concretas, que indique distancias o límites para las antenas de telefonía móvil. Ni se toman en cuenta las Internacionales.	No hay	Si	0	Ley	SCT SEMARNAT
Norma Oficial Mexicana Sistemas De Radiotelefonía Con Tecnología Celular Que Operan En La Banda De 1800 MHz.	Si hay	Si	0	Ley	SCT
Límites de Exposición Máxima de Seres Humanos a Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia (100KHz a 300GHz) respecto al tiempo.	Si hay	Si	0	Ley	SCT

#### 5. LEGISLACIÓN NACIONAL

Construir un modelo propio a legislar sobre la exposición humana y regulación de los límites a los campos de radiofrecuencia (sistema de telefonía móvil, estaciones base).	No hay	Si	0	Legislar	SCT, Senado Republica
Aplicar el modelo para legislar (OMS-2006).	No hay	Si	0	Legislar	Senado Republica

#### 6. SCT.

Aplicar las normas y reglamentos y control de calidad de los actuales y nuevos teléfonos móviles y del sistema de telefonía móvil.	Si hay	Si	0	Norma	SCT
La distancia de las antenas base y fuera de la ciudad (OMS).	No hay	50 - 100	50 m	SI	SCT SEMARNAT
Instalar cercas aislantes a las antenas dentro de su área.	No hay	Cercas	2 a 5 m	SI	SCT SEMARNAT
Densidad de Potencia (mW/cm <sup>2</sup> ). 800 MHz 1900 MHz	0.45 0.90	0.25 0.75	0.20 0.15	SI	FFCC OMS
Tasa de Absorción Especifica 2W/Kg.=(OMS) Cuerpo Completo Parte del Cuerpo	Público. 0.08 W/Kg 1.6 W/Kg	0	0	SI	FFCC OMS

En base a los resultados anteriores obtenidos con las diferencias presentadas, a continuación se propone algunos cambios para mejorar el sistema de telefonía móvil.

#### 4.14 ETAPA 6 DE LA METODOLOGÍA DE SISTEMAS SUAVES (MSS) PROPONER CÁMBIOS DESEABLES Y VIABLES.

Estos cambios propuestos, tienen la finalidad de mejorar el servicio del sistema de telefonía móvil, para que este sea benévolo para la salud del usuario que lo utiliza.

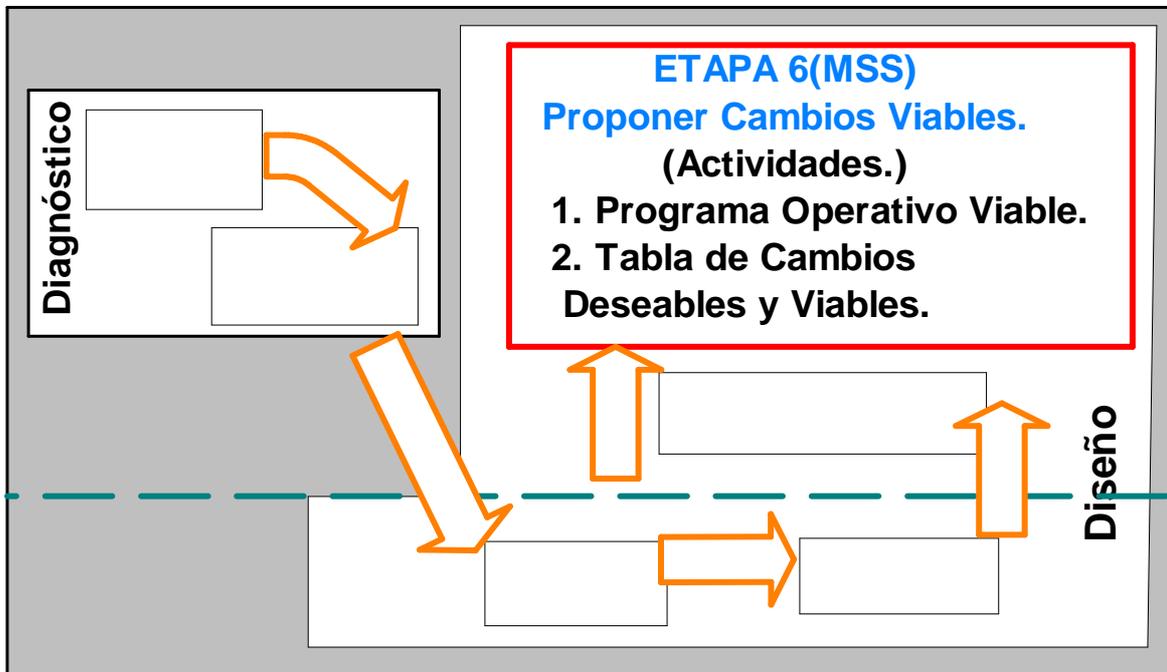


Figura. 4.14.1 El esquema muestra la posición de la Etapa 6 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.

Después de realizar los análisis indicados en la etapa 4, de la metodología de sistemas suaves de Peter Checkland, y de haber obtenido resultados cuantificables, se propone lo siguiente.

Como primera actividad, es proponer un programa operativo viable.

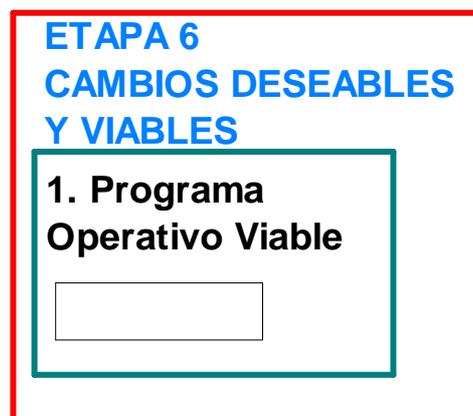


Figura. 4.14.2 El esquema muestra la primera actividad de la Etapa 6 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

1. Programa Operativo Viable. Los acontecimientos, los controles y las decisiones que se presenten en el sistema de telefonía móvil. Se encuentran en la figura 4.14.3.
  - a) Estas acciones, se deben de llevar a cabo principalmente por las autoridades encargadas de dicho sistema. Es importante que la autoridad este enterada en la problemática que existe sobre el servicio de dicho sistema.
  - b) También es importante que esté de acuerdo para poder realizar los cambios necesarios, para mejorar dicho sistema, y dar un servicio sano a la población
  - c) Estos cambios son propuestos en esta tesis, desde luego algunos o quizás todos puedan ser cambiables por las autoridades, que lo ven de acuerdo a su tecnología. En ambos casos siempre la prioridad es mantener benévolo el servicio del sistema de telefonía móvil, y que sea sano para la población.

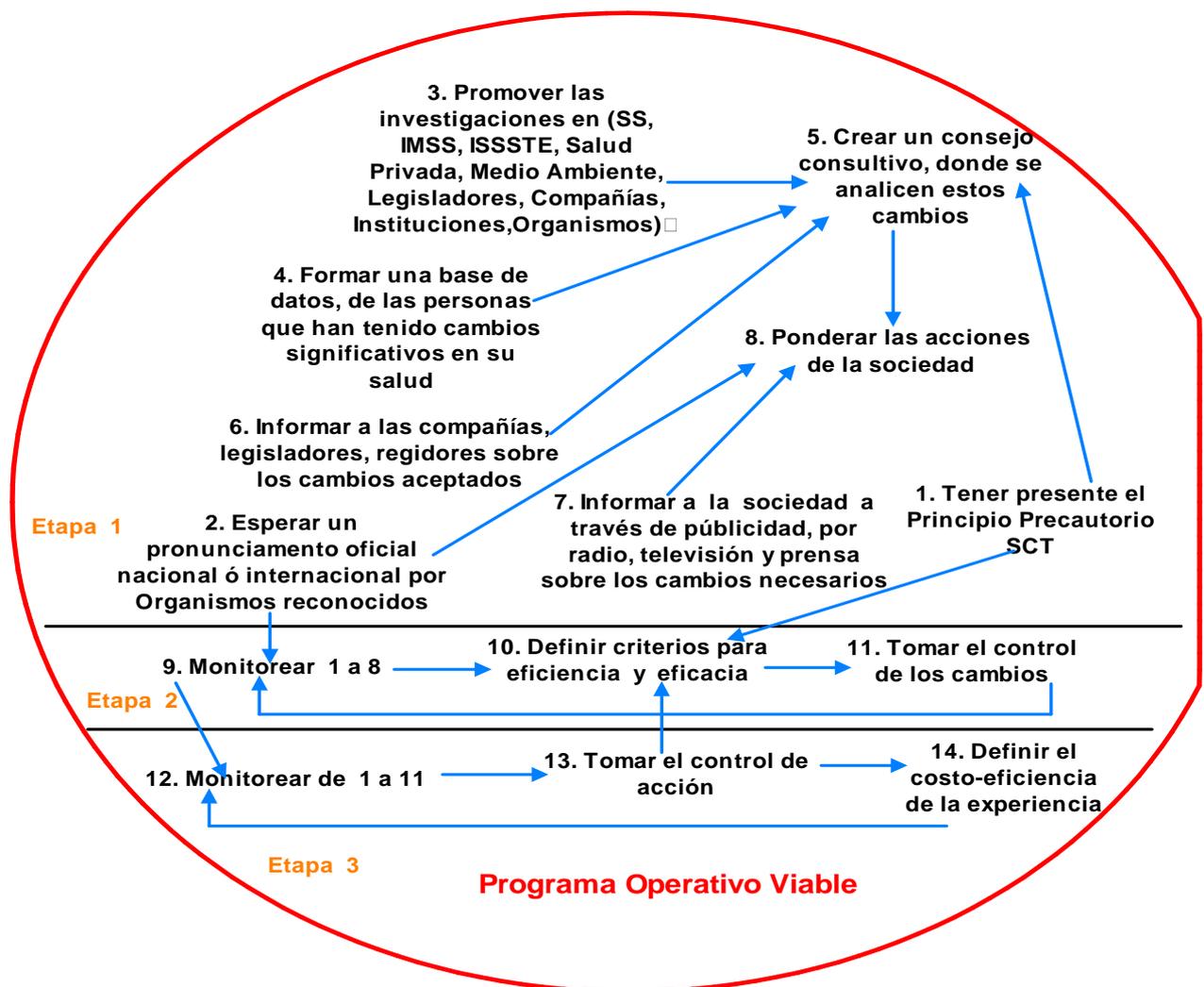


Figura 4.14.3 Programa Operativo Viable para el sistema de telefonía móvil.

Tres etapas se proponen, con la finalidad de valorar los cambios que se produzcan en el funcionamiento del metabolismo bio-molecular del usuario por el uso del sistema de telefonía móvil.

---

---

La primera etapa se basa en las informaciones obtenidas, los estudios requeridos con la participación de la sociedad, y ponderarla para obtener un pronunciamiento.

La segunda etapa, continuamente valora los resultados para realizar los cambios necesarios que nos lleve a la eficiencia y eficacia. La tercera etapa continúa con las valoraciones y toma decisiones para finalmente definir el costo-experiencia de la experiencia.

Este modelo consiste en un modelo operacional que se vigila en dos niveles diferentes. La actividad central de este sistema operacional es observar los cambios que sufra la persona entorno a su salud por el uso del sistema de telefonía móvil. No obstante para hacer esta tarea requiere eficacia, para entender lo mucho que se obtenga, esto se cubre en las tareas 1 a 5.

Necesitamos saber acerca del ambiente que cambia el sistema de telefonía móvil. El segundo nivel de vigilar se hace en un nivel de resultados obtenidos, que medida de funcionamiento es necesario cambiar o dejar.

El modelo operativo viable va orientado, a que el servicio y la aplicación del sistema de telefonía móvil, sea un bien, para el usuario que lo usa, y así ayudar a prevenir a que se presenten algunos padecimientos que pueda tener la población.

La siguiente actividad de la etapa 6, es proponer los cambios viables para dicho sistema.

#### **4.15 TABLA DE CAMBIOS VIABLES PARA EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.**

Los cambios sugeridos para el sistema de telefonía móvil, son basados en los resultados obtenidos en esta tesis. Y estos cambios recaen cuatro elementos que son: La población demandante, la legislación que es quien certifica, el diseño viable, y la tecnología benévola.

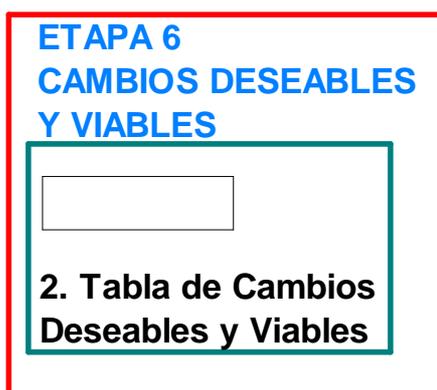


Figura. 4.15.1 El esquema muestra la segunda actividad de la Etapa 6 (de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland).

De manera concisa, y en forma de bloques, se presenta a los cuatros aspectos involucrados dentro de dicho sistema.

Los cuatro tienen responsabilidades propias, que deben de respetar cada una de ellas, para una solución de mejorar el sistema de telefonía móvil. La figura 4.15.2 muestra a los cuatro elementos y sus acciones a realizar.

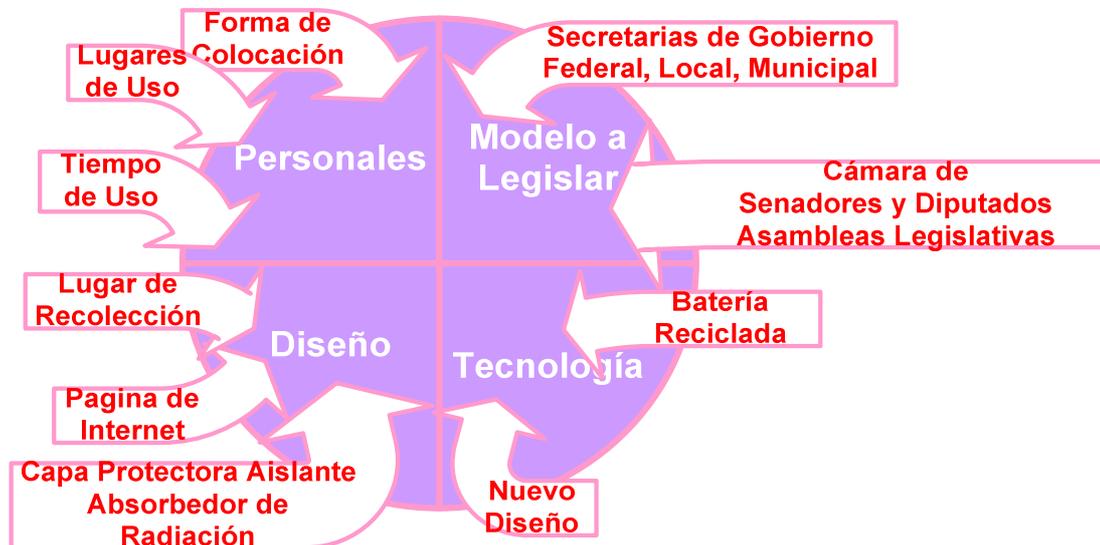


Figura 4.15.2 Los elementos son: 1. Personales, 2. Diseño, 3. Tecnología, 4. Modelo a Legislar.

Con todos los antecedentes del objetivo de estudio, y conocida la situación y tener una conclusión, de que es probable que haga daño el sistema de telefonía móvil, si se rebasan las normas establecidas.

Lo que procedería es encontrar una solución completa, es decir proponer un dispositivo telefónico que permita una comunicación efectiva entre los usuarios, pero que no dañen a los usuarios. Existen metodologías actualizadas para encontrar soluciones creativas e inventivas. Entre ellas podríamos mencionar, Ingeniería del Valor (propuesta por Lawrence D. (Larry) Miles y Harry Erlicher 1947) y la metodología de la TRIZ (Teoría de Resolución de Problemas de Innovación”) propuesta por Genrikh Altshuller 1996).

Los cambios factibles están en la tabla 4.15.1.

En forma concisa la tabla siguiente contiene, los cambios deseables y viables propuestos, en base a los análisis desarrollados en esta tesis.

De manera puntual, la mayoría de los puntos van encaminados a los fabricantes responsables del servicio del sistema de telefonía móvil. Otros de ellos van encaminados a las autoridades supervisoras de su buen servicio.

Tabla 4.15.1 Cambios Viables o Factibles que se Pueden Llevar a Cabo.

Actividad de Modelo.	Sistema Actual	Deseable	Diferencia	Factible	Posible Acción
<b>1. COMPAÑÍAS.</b>					
Indicar los valores técnicos del teléfono móvil del: SAR, S, P.	No hay	Si	1	Ley	SCT,FFCC OMS
Proporcionar seguro médico.	No hay	Si	1	Ley	Compañía Fabricante
Colocar un protector de radiación en el teléfono.	No hay	Si	1	Ley	Compañía Fabricante
Colocar una batería de energía solar, en lugar de la actual.	No hay	Si	1	Cambio	Compañía Fabricante
Adicionar medidor de temperatura corporal.	No hay	Si	1	Cambio	Compañía Fabricante
Adaptar para uso de control automático.	No hay	Si	1	Cambio	Compañía Fabricante
Adicionar programa para el alivio de estrés.	No hay	Si	1	Cambio	Compañía Fabricante
Cambiar el nombre de teléfono móvil por Comunicador Multimedia Móvil- Portátil- Individual – “COMMPI”.	No hay	Si	1	Público	Compañía Fabricante
<b>2. NORMAS NACIONALES E INTERNACIONALES.</b>					
Límites de exposición a campos electromagnéticos de la telefonía móvil.	TAE=2W/Kg 900 MHz 0.45 W/cm <sup>2</sup>  1800 MHz 0.90 W/cm <sup>2</sup>	Si	900 MHz TAE=0.25 W/Kg S= 0.45 W/cm <sup>2</sup>  1800 MHz TAE=0.75 W/Kg S= 0.84 W/cm <sup>2</sup>	Ley	OMS, ICNIRP FCC SCT
Formular normas propias sobre el sistema de telefonía móvil en la frecuencia de 800,900,1800, 2000 MHz, y aplicarlas.	No hay	Si	1	Ley	SCT
<b>3. LEGISLACIÓN NACIONAL.</b>					
Aplicar el modelo para legislar (OMS-2006).	No hay	Si	1	Legislar	Senado Republica
La distancia de las antenas base y fuera de la ciudad (OMS).	No hay	50 - 100m	30 m	SI	SCT SEMARNAT
Instalar cercas aislantes a las antenas dentro de su área.	No hay	Cercas	2 a 5 m	SI	SCT SEMARNAT

En el anexo 11, se menciona un protector a la radiación del teléfono móvil.

---

---

## 4.16 SÍNTESIS DEL CAPITULO IV.

La referencia que siguen, están indicadas con la finalidad de ayudar a reforzar más, los resultados obtenidos en esta tesis.

Las radiaciones de microondas de origen eléctrico generadas por la telefonía móvil afectan negativamente a la circulación sanguínea cerebral y a la actividad del sistema nervioso". Fidel Franco, doctor en Física y profesor de la Universidad Politécnica de Cataluña. (Tecnosano, 2011).

Los resultados de nuestras investigaciones nos permiten demostrar que una potencia de 0,1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$  puede alterar el electroencefalograma y resulta un nivel de potencia 5 veces superior al que puede alterar la melatonina". Los límites fijados por los gobiernos son mucho más altos que ese 0,1  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Sirva también como aclaración que nuestros cerebros detectan y usan señales de baja frecuencia que tienen una intensidad media de alrededor de 0,0000001  $\mu\text{W}/\text{cm}^2$ . Por tanto, no debe extrañar que a exposiciones que son Millones de veces más altas se produzcan daños en las células cerebrales y aumente en riesgo de tumor cerebral como consecuencia de la radiación recibida.

Dr. Klitzing, de la Universidad de Lübeck (Alemania) (Tecnosano, 2011).

Por lo expuesto anteriormente y en base a los resultados obtenidos en esta tesis, se resume lo siguiente:

La siguiente tabla 4.16.1, hace una referencia comparativa entre la Tasa de Absorción Específica y la Densidad de Potencia, con los valores obtenidos en esta tesis.

Tabla 4.16.1 Tabla de Comparaciones entre la Tasa de Absorción Específica (TAE), y la Densidad de Potencia (S).

$\sigma$	
0.1	S10>+TAE
0.5	S2.5>+TAE
0.9	S1.1=TAE
1	S1=TAE
10	S0.1<-TAE
50	S0.02<-TAE
100	S0.01<-TAE

Se observa que

- a) Si la conductividad eléctrica del tejido es menor a 1: la densidad de potencia (calentamiento superficial del tejido) es mayor que la TAE (energía depositada por unidad de masa).**
- b) Si la conductividad eléctrica del tejido es igual a 1, el Calentamiento superficial del tejido es igual a la Energía depositada por unidad de masa.**
- c) Si la conductividad eléctrica del tejido es mayor a 1, el Calentamiento superficial del tejido es menor que la Energía depositada por unidad de masa.**

Indudablemente es necesario, el servicio del sistema de telefonía móvil, con el servicio de dicho sistema, la comunicación vía teléfono móvil de los usuarios, acorta distancias.

---

---

Pero el servicio del sistema de telefonía móvil, a través de la transmisión y recepción de los campos electromagnéticos, ha creado una controversia, entre la sociedad enterada.

La controversia consiste, si los campos electromagnéticos del sistema de telefonía móvil, que se encuentran en el rango de las microondas, causa daño a la salud del usuario de dicho sistema.

Algunas opiniones a favor o en contra son las siguientes.

## **Evidencias Científicas sobre los problemas que causa el sistema de telefonía móvil.**

### **1. En contra.**

- a) Para el Dr. Seoanez Calvo y sus colaboradores (1996), parece lógico pensar que los Campos Electromagnéticos (incluidas las Microondas) interfieran en los mecanismos electrofisiológicos, como el funcionamiento del sistema nervioso. (Bianucci, 2001).
- b) Los **Investigadores Dr. Harry Lai y Dr J. Singh** de la Universidad de Washington, Seattle (1996) observaron la ruptura del ADN y la pérdida de memoria de corto y largo plazo en animales de laboratorio sometidos a radiación de radiofrecuencias de bajo nivel. (Bianucci, 2001).
- c) El **Dr. Joseph Roti** trató de reproducir los experimentos de Lai sin un resultado consistente pero encontró un efecto de la radiación electromagnética, un oncogen (gen relacionado con el cáncer). (Bianucci, 2001).
- d) El **Dr. Chiang**, en 1989 durante sus investigaciones encontró que las transmisiones de microondas provenientes de una torre de transmisión cercana a una escuela, afectaba a los estudiantes produciendo una disminución de la reacción visual y una reducción en la función de memoria. (Bianucci, 2001).
- e) El **Prof. Leif Salford** (1997) especialista en neurología encontró que el cerebro sometido a niveles muy bajos de radio frecuencia, 4.000 veces menor que el establecido por el FCC, se produce una apertura de la barrera de la sangre en el cerebro, es decir, moléculas tales como las proteínas y las toxinas contenidas por la sangre pueden pasar fuera de la sangre deshabilitando los mecanismos de defensa.(Bianucci, 2001).
- f) Los **científicos A. Maes, M. Collier** (1996) estudiaron el efecto de transmisiones de telefonía celular en el rango de 954 MHz, encontrando que se incrementa las propiedades promotoras de cáncer de un químico causante de cáncer denominado mitomycin-C. Publicado en "Environmental Molecular Mutagen N° 28 pag. 26-30 (1996). (Bianucci, 2001).

Algunas citas de estudio, de carácter nacional, se encuentran en el anexo 8.

### **2. A FAVOR.**

- a) Compañías Fabricantes del teléfono móvil  
Los aparatos telefónicos, son fabricados dentro de las normas establecidos por organismos internacionales (OMS), y pasan por control de calidad, indicadas en los manuales de los teléfonos móviles.

---

---

b) Compañías Concesionarias del Servicio del sistema de Telefonía Móvil (aplicación de las frecuencias de uso de los teléfonos móviles.

La radiación de los campos electromagnéticos, emitidos por las antenas de las estaciones base del sistema de telefonía móvil, no causan daño alguno al público en general.

c) Efectos Biológicos y Riesgos Potenciales en Campos Electromagnéticos

En respuesta a la creciente preocupación de la sociedad por los posibles efectos sobre la salud de la exposición a un número y variedad creciente de fuentes de campos electromagnéticos, la Organización Mundial de la Salud (OMS), ha publicado estudios sobre este tema, como ejemplo de éstos, se transcriben extractos de dos documentos:

1. “Estableciendo un diálogo sobre los riesgos de los campos electromagnéticos”, y
2. “¿Qué son los campos electromagnéticos?”.

Respecto del primer documento, en sus “Conclusiones de las Investigaciones Científicas”, en la parte de “Campos de alta frecuencia”, establece:

“Concerniente a los campos de radiofrecuencia, el balance de la evidencia a la fecha sugiere que la exposición a campos de RF de bajo nivel (tales como los emitidos por teléfonos móviles y sus estaciones base), no causan efectos adversos a la salud.

Algunos científicos han reportado efectos menores provenientes del uso de los teléfonos móviles, incluyendo cambios en la actividad cerebral, tiempo de reacción, y problemas de sueño.

En la medida que estos efectos han sido confirmados, parecen caer dentro de los límites normales de variación humana. (COFETEL, 2010)

**d) Nota 193 del año 2000 de la Organización Mundial de la Salud (OMS):**

En relación con los Campos Electromagnéticos esta nota establece que “Las Recomendaciones internacionales desarrolladas por la Comisión Internacional de Protección contra la Radiación No Ionizante (ICNIRP) están basadas en un análisis cuidadoso de toda la literatura científica (sobre efectos térmicos y no térmicos) y ofrece protección contra todos los peligros identificados debido a la energía radio frecuencia con amplios márgenes de seguridad.

Tanto las mediciones como los cálculos muestran que los niveles de las señales de radio frecuencia provenientes de estaciones base, en áreas de acceso público, están muy por debajo de los estándares internacionales, en un factor de 100 ó más.

Los niveles de exposición a la radio frecuencia por parte de los usuarios de teléfonos móviles portátiles son altas pero están por debajo de los estándares internacionales.”

En este sentido, la Organización Mundial de la Salud recomienda: “la estricta adhesión a los estándares internacionales, que han sido desarrollados para proteger a todos los usuarios de telefonía móvil, a las personas que trabajan cerca o viven alrededor de estaciones base y a la gente que no hace uso de este tipo de comunicación”. (INFORME SATI).

---

---

# **CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

---

---

## 5.1 VALIDACIÓN DE LA HIPÓTESIS PROPUESTA PARA ESTA TESIS.

De acuerdo a mediciones (estudio del Departamento de Física de la Universidad de Warwick, Gran Bretaña) se encontró que las radiaciones electromagnéticas originadas por los teléfonos móviles causan daños al Sistema Nervioso Central (Gaceta del Senado LX Legislatura, 2006)

La hipótesis general quedo demostradas, en las páginas (86-90)

## 5.2 OBJETIVOS ALCANZADOS DE ESTA TESIS.

El objetivo general fue logrado, ya que se encontró, que los teléfonos móviles en su medida de la TAE, rebasan los límites de las normas oficiales (ICRINP) a partir de TAE = 0.25 W/Kg para 900 MHz, y TAE = 0.75 W/Kg para 1800 MHz.

Los objetivos particulares fueron alcanzados, ya que los resultados obtenidos confirman, la tendencia de que el uso excesivo del teléfono móvil, causa daño a la salud del usuario.

## 5.3 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS MATEMÁTICO DE EXPRESIONES BIO-ELECTROMAGNÉTICAS.

a). México debe crear sus propios niveles de referencia y restricciones, con respecto al tiempo de exposición a los campos electromagnéticos. En forma particular definir claramente los valores de los campos escalares eléctrico y vectorial magnético del sistema de telefonía móvil.

b). El análisis matemático realizado a través de las expresiones matemáticas electromagnéticas implícitas planteadas, expresan el comportamiento de las variables electromagnéticas en el tejido humano.

Los resultados obtenidos demuestran que, si se presenta un cambio físico (calentamiento en el tejido humano por la radiación de las ondas electromagnéticas del teléfono móvil) y es progresivo. Dependiendo de la intensidad de las variables electromagnéticas y el tiempo de uso del teléfono móvil.

## 5.4 CONCLUSIÓN DEL ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE LA EFLUVIO-GRAFÍA BIO-ELECTROMAGNÉTICA.

El análisis del efluvio-grafía dio como resultado lo siguiente:

La cantidad de tiempo en que está pegado al oído, debido al uso del sistema de telefonía móvil, provoca a que exista un mayor calentamiento en el tejido y por lo tanto exista una mayor expansión de ondas radiadas dentro del tejido humano.

El valor medido (TAE) del teléfono móvil, se incrementara un 4.84% en la posición de escuchar y un 7.53% en la posición de hablar, si se realiza ambas acciones se incrementará un 12.37% el valor original.

---

---

## **5.5 CONCLUSIÓN GENERAL SOBRE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.**

a). La OMS y otros organismos expresan que no hay evidencias concluyentes de que los teléfonos móviles sean perjudiciales para la salud.

En primer lugar se olvidan del hecho probado de que la alteración del campo bio-electromagnético, afecta la conducta y esto aumenta el riesgo de accidentes automovilísticos siendo un factor de incremento del estrés y de otras patologías psicológicas de nuestros tiempos; en segundo lugar, tampoco hay evidencia segura de que no tenga efectos biológicos nocivos.

b). La legislación presenta grandes vacíos en este tema, y en nuestro país en particular, en la legislación ambiental en general parece constituir un tema de menor importancia; dejando el camino libre para que las empresas continúen implantando antenas y vendiendo unos equipos que no tienen probado su nivel de “riesgo a la salud”.

Las normas existentes, sus formas de medición (la TAE) y los valores adoptados están siendo puestos en duda por distintos grupos de la sociedad.

Los puntos de vista de la OMS, y sus recomendaciones, son parte del anexo 12

## **5.6 TRABAJOS FUTUROS SOBRE EL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.**

a) Se sugiere que se siga investigando la interacción del sistema de telefonía móvil y el cuerpo humano con equipo más moderno.

b) Se propone que se realice el experimento siguiente:

Hacer interactuar el teléfono móvil y el cuerpo humano, y verificar si hay cambios en los colores del campo bio-electromagnético, utilizando una cámara Kirlian que genere los colores del campo bio-electromagnético,

### **5.6.1 LIMITACIONES ENCONTRADAS EN ESTA TESIS.**

1. El análisis no contó con los costos necesarios, ni laboratorios equipados con equipo moderno para llevar a cabo más investigación sobresaliente sobre el tema.

2. El análisis de limitaciones:

a) Equipo profesional, se usó la cámara Kirlian K2 BIOCIBER y cámara digital STILL Sony DSC –P72 3.2 MEGAPIXELS, con otro equipo se obtienen mejores resultados.

b) Laboratorios profesionales equipados (como el necesario cuarto oscuro, para fotógrafos) con lo necesario.

---

---

## **5.6.2 RECOMENDACIONES DE ASPECTOS FÍSICOS PARA EL USO DEL TELÉFONO MÓVIL.**

1. Desautorizar el uso del teléfono móvil a los niños menores de 10 años
2. Mantener alejado el teléfono del cuerpo y lejos de riñones, corazón, ojos y cerebro
3. No usarlo dentro de edificios, pues aumenta la potencia de radiación al tener que atravesar estructuras densas.
4. Debe evitarse su uso en lugares públicos, para evitar la irradiación involuntaria al usuario pasivo.
5. Cambiar de lugar el teléfono móvil constantemente, cuando se lleva junto al cuerpo
6. Ubicar el teléfono a 10 cm. de la cabeza (utilizando un equipo, manos libres)
7. Limitar el número (máximo 15 al día) y la duración de las llamadas (máximo 3 minutos por llamada) realizadas con el teléfono móvil.
8. Considerarlo un teléfono de emergencia y preferir el uso del teléfono fijo.
9. Alejar los cargadores de baterías, al menos 1,5 m de la cabecera de la cama o puesto de trabajo.

## **5.7 CONCLUSIONES PERSONALES.**

El hacer algo diferente o lo cotidiano, es arduo, difícil e inquietante. La elaboración de esta tesis, en síntesis es la representación de todo eso.

En el aspecto de recopilación de datos no hubo tanta dificultad, ya que existe infinidad de información en páginas de internet, todos los informes particulares se refieren a que existe un problema de salud por los campos electromagnéticos de radio frecuencia vía sistema de telefonía móvil, sin embargo todos se refieren a que se tiene que hacer más investigaciones referente al tema.

Claro por la parte oficial, indica que no existe ninguna alteración a la salud de los usuarios del sistema de telefonía móvil. Sin embargo también refieren que sea uno cauteloso a la exposición de los campos electromagnéticos de radio frecuencia vía sistema de telefonía móvil. Y que debe haber más investigación al respecto.

La etapa de realizar algo personal, como una investigación, una demostración y una valorización, respecto a la controversia a nivel internacional, generado por el uso de los campos electromagnéticos de radio frecuencia, si fue para pensarse.

Sin embargo los dos métodos encontrados y presentados en esta tesis son únicos.

---

---

En el aspecto matemático, ya existe la teoría electromagnética, solo faltaba conjugarla con la teoría bio-electromagnética, durante el desarrollo de este aspecto, se encontraron varios desencantos, ya que los resultados esperados no se encontraban.

Pero con la aplicación de la estadística matemática, se encontró el camino para el objetivo de esta tesis, que es el de evaluar los valores de los límites establecidos por los organismos internacionales sobre la aplicación de los campos electromagnéticos de radio frecuencia, vía sistema de telefonía móvil.

El haber encontrado un resultado, fue sorprendente, inquietante, preocupante. El tiempo dirá, si los resultados encontrados se utilizan, para promover más investigaciones al respecto y si son tomados en cuenta para tener un sistema de telefonía móvil, más seguro.

El aspecto de los análisis estadísticos del efluvio-grafía obtenidos por medio de la cámara Kirlian, es también único, en su aplicación.

La aplicación consistió en ver si la efluvio-grafía del usuario, sufría cambios por el uso del sistema de telefonía móvil. Fue sorprendente ver la efluvio-grafía por primera vez, de manera natural del usuario, de forma interactiva entre la efluvio-grafía del usuario y el teléfono móvil.

Los resultados obtenidos en esta tesis por este método, son asombrosos y verifican que todos tenemos una efluvio-grafía (un campo energético alrededor de nosotros).

Por lo expuesto anteriormente, es una satisfacción y un gusto el haber realizado esta tesis.

---

---

## BIBLIOGRAFÍA

Fuller R Buckmister ,1975 “Synergetics Exploration in the Geometry of Thinking”  
Macmillan Publishing Co. N. Y USA

Oschman L. James, 2003 “Medicina Energética.. Uriel Satori Editores, Buenos Aires, Argentina  
Programa Encarta 2007

Sadiku M, 1998 “Elementos de Electromagnetismo” Editorial CECSA

Wilson, 1994 “Metodología de Sistemas Suaves MSS

## REFERENCIAS A PÁGINAS DE INTERNET

Adobe Photoshop  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe\\_Photoshop](http://es.wikipedia.org/wiki/Adobe_Photoshop)

Análisis FODA, 2010  
[http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis\\_DAFO](http://es.wikipedia.org/wiki/An%C3%A1lisis_DAFO)

Bianucci, 2001 “Dpto. de Hidráulica – FI – UNNE” Centro de Ingenieros Bahía Blanco”  
<http://www.cibb.org.ar/celulares.htm>

Checland P; Scholes J. (1994) La Metodología de los Sistemas Suaves de Acción. Edit.  
Megabyte. Noriega Editores  
<http://www.unamerida.com/archivospdf/306%20MIA-U7.pdf>

Concepto de Metodología  
<https://www.itescam.edu.mx/principal/sylabus/fpdb/recursos/r33282.PDF>

COFETEL, 2008 “Dirección de Información Estadística de Mercados”  
[http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel\\_2008/Cofe\\_estadisticas\\_e\\_informacion\\_de\\_mercados](http://www.cft.gob.mx/es/Cofetel_2008/Cofe_estadisticas_e_informacion_de_mercados)

COFETEL, 2010  
<http://www.cofetel.gob.mx>

COMAR, 2000 “Nota de Información Técnica”  
Consideraciones sobre la seguridad de las estaciones base de telefonía móvil  
[http://ewh.ieee.org/soc/embs/comar/exposicion\\_estaciones\\_base.htm](http://ewh.ieee.org/soc/embs/comar/exposicion_estaciones_base.htm)

COMSOL  
[http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.comsol.com/&ei=M9iLTZHMD8L2gAeD-92-DQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CDMQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Dcomsol%2Bmultiphysics%26hl%3Des%26rlz%3D117GDNA\\_en%26prmd%3Divnsb](http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.comsol.com/&ei=M9iLTZHMD8L2gAeD-92-DQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CDMQ7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Dcomsol%2Bmultiphysics%26hl%3Des%26rlz%3D117GDNA_en%26prmd%3Divnsb)

---

---

Danielmisa, 2010 “La Materia, su Estructura Atómica”  
<http://www.prodigyweb.net.mx/danielmisa/html/quimica1.ht>

Definición, 2010 “Definición de Teoría de Sistemas”  
<http://definicion.de/teoria-de-sistemas/>

Efectos Biológicos y Riesgos Potenciales en Campos Electromagnéticos  
[http://www.cft.gob.mx/wb/Cofetel\\_2008/efectos\\_biologicos\\_y\\_riesgos\\_potenciales\\_en\\_campos](http://www.cft.gob.mx/wb/Cofetel_2008/efectos_biologicos_y_riesgos_potenciales_en_campos)

Estadística, Wikipedia  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Estadístico>

FCC, 2001 “Supplement C (Edition 01-01) Federal Communications Commission Office of Engineering & Technology”  
[http://www.fcc.gov/Bureaus/Engineering\\_Technology/Documents/bulletins/oet65/oet65c.pdf](http://www.fcc.gov/Bureaus/Engineering_Technology/Documents/bulletins/oet65/oet65c.pdf)

FEKO, 2011  
<http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&tl=es&u=http%3A%2F%2Fwww.feko.info%2F>

Gamma 7- N-RT  
<http://www.radiacioneselectromagneticas.com/Gamma%20movil.html>

Gandhi Om, 1996 “Universidad de UTAH “  
<http://ece-classweb.ucsd.edu/fall10/ece222a/HumanAbsorption1.PDF>

IEEE, 1996 “Transactions on Microwave Theory and Techniques, VOL. 44, NO” Electromagnetic Absorption in the Human Head and Neck for Mobile Telephones at 835 and 1900 MHz Om P. Gandhi, *Fellow, IEEE*, Gianluca Lazzi, *Member, IEEE*, and Cynthia M. Furse, *Member, IEEE*  
<http://ece-classweb.ucsd.edu/fall10/ece222a/HumanAbsorption1.PDF>

INEGI: En el II Censo de Población y Vivienda 2005, realizado por el INEGI.  
<http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx?tema=P>

INFORME SATI, 2010; “Real Decreto 1066/2001.”  
[http://catedraoitt.euitt.upm.es/web\\_salud\\_medioamb/legislacion\\_espana/nacional/real\\_decreto\\_1066\\_2001.pdf](http://catedraoitt.euitt.upm.es/web_salud_medioamb/legislacion_espana/nacional/real_decreto_1066_2001.pdf)

IRPA, 1988 “**Radiofrecuencia Campos y Microondas**” Kjell Hansson Mild, Kjell\_Hansson\_Mild  
[http://www.ilo.org/safework\\_bookshelf/english?content&nd...](http://www.ilo.org/safework_bookshelf/english?content&nd...) –

Lai Henry, 2001 Seattle PI Debate de Riesgo de Cáncer por Teléfonos Celulares  
<http://www.productosbioproperu.com>

Laboratorio Ingber  
<http://www.childrenshospital.org/research/ingber/>

Manual Section SAR  
SAR – European Union (RTTE) and international (ICNIRP)  
INFORMATION ON RF EXPOSURE / SPECIFIC ABSORPTION RATE (SAR)  
<http://www.mmfa.org/public/sarpdf/eng/M315.pdf>

---

---

Martínez Martínez, E, 2005 “Telefonía Celular: 15 años de historia en México”  
<http://www.evelix.com/mx/telefonía-celular-15-anos-de-historia-en-mexico.php>

Mata N H ,2001 “Experimentos de O. Gandhi, y de H Lai” “Director del GEBI Grupo de Estudios de Bio Ingeniería F.R.B.B. U.T.N”  
<http://www.frbb.utn.edu.ar/utec/8/n10.html>

Mata N H, 1954-2004 Director del (GEBI), F.R.B.B. U.T.N.  
<http://www.frbb.utn.edu.ar> | [extension@frbb.utn.edu.ar](mailto:extension@frbb.utn.edu.ar)

Modelo Científico. Wikipedia  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\\_cient%C3%ADfico](http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_cient%C3%ADfico)

NOM, 2010 “Normas oficiales mexicanas vigentes en materia de telecomunicaciones y radiodifusión”  
[http://www.cft.gob.mx/en/Cofetel\\_2008/Cofe\\_normas\\_oficiales\\_mexicanas\\_vigentes\\_en\\_materia](http://www.cft.gob.mx/en/Cofetel_2008/Cofe_normas_oficiales_mexicanas_vigentes_en_materia)

NOM-081-SCT1, 1993  
[http://www.cft.gob.mx/work/models/Cofetel\\_2008/Resource/11366/1/images/NOM-081-SCT1-1993.pdf](http://www.cft.gob.mx/work/models/Cofetel_2008/Resource/11366/1/images/NOM-081-SCT1-1993.pdf)

NOM, 126-SCT1, 1995 “Proyecto (Límites de Exposición Máxima de Seres Humanos a Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia (100KHz a 300GHz))”  
<http://sipan.inictel.gob.pe/internet/tx/rni/NORMAS/mexico.htm>

NTP- 698,2010 “Campos electromagnéticos entre 0 Hz y 300 GHz: criterios ICNIRP para valorar la exposición laboral”  
[http://comisionnacional.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp\\_698.pdf](http://comisionnacional.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/601a700/ntp_698.pdf)

NRPB 321, 2000 “Exposure to Radio Waves near mobile phone base stations”  
[http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb\\_C/1194947399556](http://www.hpa.org.uk/web/HPAwebFile/HPAweb_C/1194947399556)

Nuevas tecnologías tienen un papel clave en reducción pobreza: UNCTAD  
<http://www.milenio.com/node/553677>

OMS, 1998 “Nota descriptiva N° 183. Mayo 1998”  
<http://dcb.fi-c.unam.mx/Noticias/TecnologiaInalambrica.pdf>

OMS, 2000 “Nota Descriptiva N° 193”. Junio 2000, 1996. Múnich”  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs193/es/index.html>

OMS, 2006 “Nota descriptiva N°304 Mayo 2006”  
[http://antenano.getxo.googlepages.com/OMS\\_20060515.pdf](http://antenano.getxo.googlepages.com/OMS_20060515.pdf) - 27k

OMS.2006 “Modelo a Legislar”  
[http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF\\_model\\_legislation%5B1%5D.pdf](http://www.who.int/peh-emf/standards/EMF_model_legislation%5B1%5D.pdf)

OMS, 2010”Investigación”  
<http://www.who.int/peh-emf/research/es/>

---

---

OMS – “Proyecto CEM”

<http://www.who.int/peh-emf/project/es/>

Parlamento Europeo “Nota Informativa No 05/ 2001

[http://www.europarl.europa.eu/stoa/archive/briefings/05\\_es.pdf](http://www.europarl.europa.eu/stoa/archive/briefings/05_es.pdf)

Porta Paulo, 2005 “Destripando el Histograma”

<http://www.quesabesde.com/camdig/articulos.asp?articulo=117>

Prasad R, 1997 “Reseña de las Comunicaciones Personales Inalámbricas Perspectivas de Microondas, IEEE Communications Magazine, Volumen 9 , Páginas 104-108”.

[http://www.monografias.com/usuario/perfiles/andrechote00Trabajo Comunicación Inalámbrica- Andres Mauricio Gonzalez Sepulveda](http://www.monografias.com/usuario/perfiles/andrechote00Trabajo%20Comunicaci%C3%B3n%20Inal%C3%A1mbrica-Andres%20Mauricio%20Gonzalez%20Sepulveda)

Privateline.com:

<http://www.privateline.com/PCS/history.htm>

Protector de Radiación

<http://spanish.alibaba.com/product-cgs/radiation-shield-for-cell-mobile-phone-242543758.html>

Recomendación Europea 1999/519/EC1

<http://www.femp.es/files/3580142fichero/Informe%20SATI%20L%C3%ADmites%20de%20exposici%C3%B3n%202001-10.pdf>

Scudo, 2010 Protector Teléfono Antirradiación Scudo Phone

[http://ortored.es/product\\_info.php?products\\_id=569&osCsid=f65e48795ce52f27ae9a4a44d8bd25ef](http://ortored.es/product_info.php?products_id=569&osCsid=f65e48795ce52f27ae9a4a44d8bd25ef)

SEMCAD X,2011

[http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.speag.com/products/semcad/solutions/&ei=etGLTcjyK4XVgQfms-m0DQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CB8Q7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Desmcad%2Bx%26hl%3Des%26rlz%3D1I7GDNA\\_en%26prmd%3Divnsfd](http://translate.google.com/translate?hl=es&sl=en&u=http://www.speag.com/products/semcad/solutions/&ei=etGLTcjyK4XVgQfms-m0DQ&sa=X&oi=translate&ct=result&resnum=1&ved=0CB8Q7gEwAA&prev=/search%3Fq%3Desmcad%2Bx%26hl%3Des%26rlz%3D1I7GDNA_en%26prmd%3Divnsfd)

Senado de la Republica

<http://www.senado.gob.mx/gace2.php?sesion=2005/10/18/1&documento=33>

Sistema formal, WILKIPEDIA

[http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema\\_formal](http://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_formal)

Shannon (1948) y Weaver (1949) “ The Transmission Model of Communication”

<http://www.aber.ac.uk/media/Documents/short/trans.html>

Silva Jeffrey, 2001 “Los fabricantes poseen patentes para disminuir las radiaciones”

<http://www.plumaverde.galeon.com/ecologia/celularescancer.htm>

Solano Ronald, 2005 “Teoría General de Sistemas”

<http://www.gestiopolis.com/recursos/documentos/fulldocs/ger/teodesistemas.htm>

---

---

Tecnosano, 2011  
<http://scudo.es/tsExperts.asp>

Tenseguridad, 2010  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Tenseguridad>

UIP, 2010 "UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES."  
<http://www.itu.int/net/itunews/issues/2010/02/23-es.aspx>

UNEP /OMS/IRPA, 1993 "ICNRIP"  
<http://www.icnirp.de/documents/emfgdlesp.pdf>

UPC, 199 "Exposición Humana A Campos Electromagnéticos"  
[http://www.fing.edu.uy/ie/ense/asign/rfsalud/material/Univ\\_cartagena.pdf](http://www.fing.edu.uy/ie/ense/asign/rfsalud/material/Univ_cartagena.pdf)

Welti, 1999 "La Interacción de Campos Electromagnéticos de EBF con Sistemas Biológicos"  
[http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero6/articulo2/Campos\\_Electro.htm](http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia1/publicaciones/numero6/articulo2/Campos_Electro.htm)

Werewolf, 2009 "Evolución del celular en imágenes"  
<http://www.starlink.com.mx/la-evolucion-del-celular-en-imagenes>

Wikipedia, 2010 "Electromagnetismo"  
<http://es.wikipedia.org/wiki/Electromagnetismo>

---

---

## ANEXOS

### ANEXO 1 TELEFONÍA MÓVIL MILES DE SUSCRIPCIONES (USUARIOS)

El servicio del sistema de telefonía móvil, desde sus inicios se ha ido incrementándose exponencialmente, ya que algunos usuarios de dicho sistema, tienen más de un teléfono móvil. Es posible que este sistema pueda desplazar el servicio de telefonía alámbrica (convencional).

La figura 1.1, muestra la estadística de usuarios que usan el sistema, a partir del año 1990 al 2010.

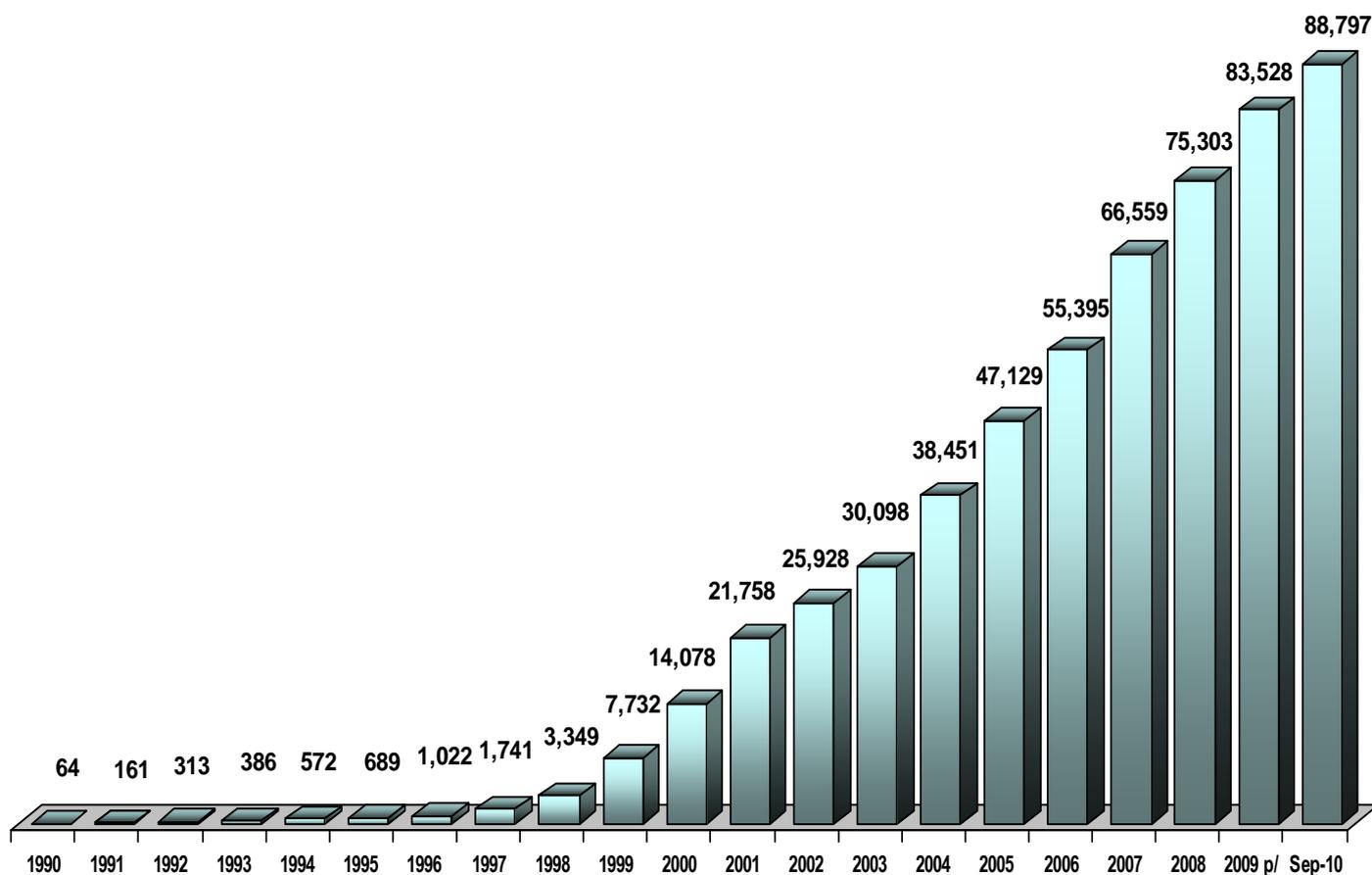


Figura 1.1 Estadística en miles de usuarios del sistema de telefonía móvil,

Fuente: Dirección de Información Estadística de Mercados, Comisión federal de telecomunicaciones (**COFETEL**), con información proporcionada por los concesionarios.

## ANEXO 2. COMPAÑÍAS CONCESIONARIAS DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL EN MÉXICO.

Desde su creación el servicio de telefonía móvil, ha estado cambiando, recordemos que los primeros aparatos se usaban en automóviles, y eran muy pesados y grandes. Hoy en día ya son más pequeños. Y las compañías prestadoras del servicio tienen mayor cobertura de su señal con más kilómetros de alcance. (De acuerdo con Martínez Martínez, E, 2005), el sistema de telefonía móvil (celular) en México se inicia en 1989)

En 1989, la telefonía móvil (celular) da sus primeros pasos en México, cuando la compañía Iusacell, empieza ofrecer el servicio en el Distrito Federal. Un año después, la compañía Telcel, empieza sus operaciones ofreciendo también el servicio en la capital del país. Posteriormente ambas compañías empiezan a expandir sus redes a otras latitudes. Para ese entonces, el país ya se había dividido en 9 regiones. Cada una de estas regiones se dividen en 2 bandas de frecuencia, la Banda "A" y la Banda "B". En cada una de las 9 regiones habría un concesionario operando.

En la banda de frecuencias "A" (825-835 MHz para enviar, 870-880 MHz para regresar).

La banda "B" (835-845 MHz para enviar, 880-890 MHz para regresar) operaría en todas las 9 regiones para un solo concesionario, en este caso, Radio móvil Dipsa (Telcel).

Posteriormente la COFETEL (Comisión Federal de Telecomunicaciones) en 1997 lanza una convocatoria para licitar en México una nueva banda de frecuencias (1850-1970 MHz).

Posterior a esta licitación aparecen nuevos operadores en estas bandas como Unefon, Pegaso PCS, Telcel y Iusacell.

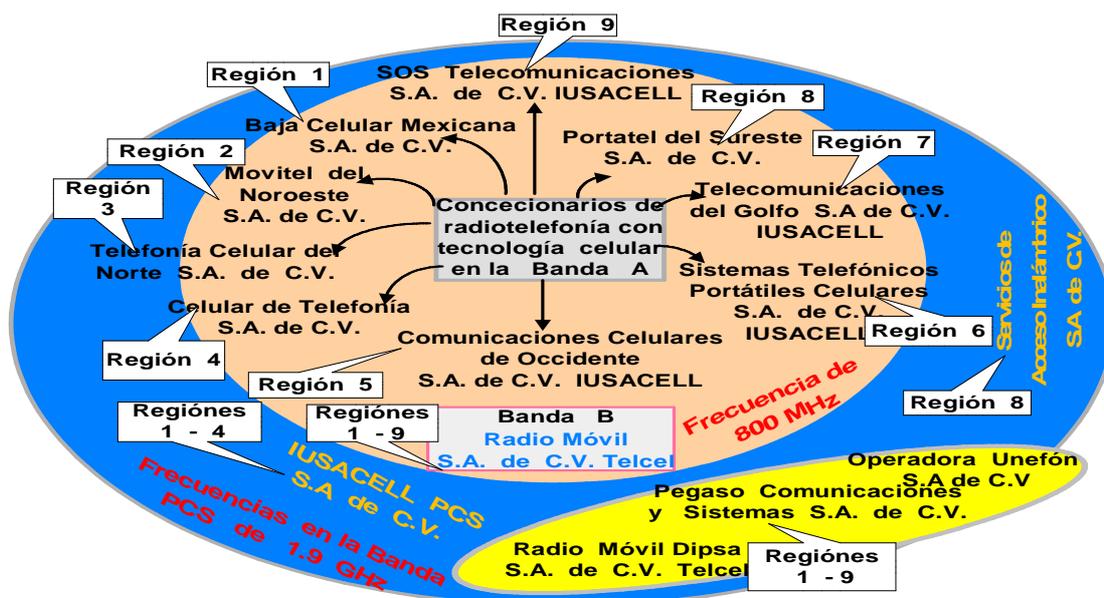


Figura. 2.1 Concesionarios de la tecnología de un sistema de telefonía móvil Bandas de Frecuencias. a) En la banda A de 800 MHz b) En la banda B de 1900 MHz. En seguida se comenta el lugar donde se puede encontrar el teléfono móvil.

---

---

## ANEXO 3 CONTEXTO FÍSICO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL

La ubicación del aparato telefónico móvil, puede estar en cualquier lugar, como se muestra a continuación.

El sistema de telefonía móvil, a través de las antenas de las estaciones base celulares, radian ondas electromagnéticas, que se desplazan en el espacio libre y en el entorno terrenal. Las ondas electromagnéticas llegan a cualquier parte del mundo, en un instante pequeño de tiempo, para enlazar al receptor telefónico móvil deseado.

Las estaciones base y el aparato telefónico móvil se puede encontrar en diferentes lugares, la figura 3.1 muestra estas formas, como son las siguientes:

- a) En edificios, llamados Pico celdas
- b) Zona Urbana llamada Micro celdas
- c) Zona Suburbano es llamada Macro celdas

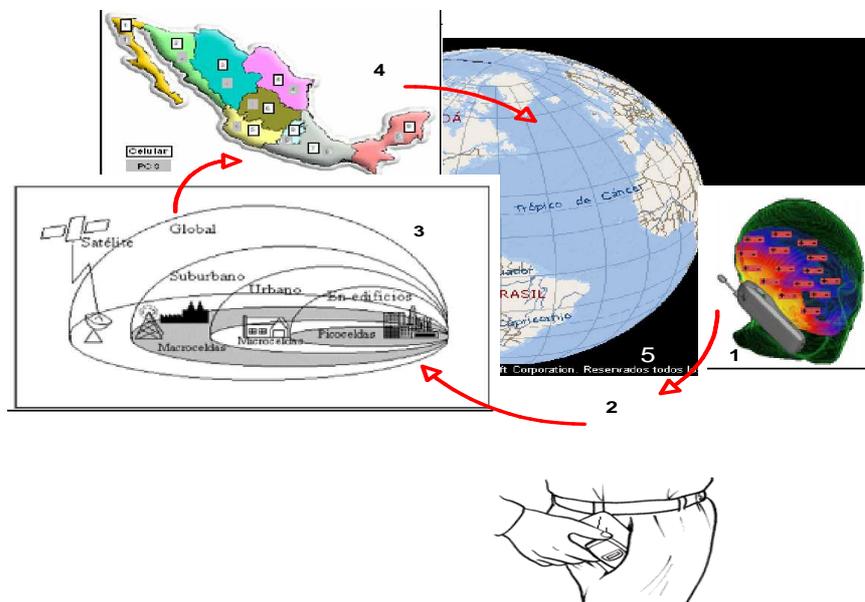


Figura 3.1 Ubicación de las antenas de las estaciones base y del teléfono móvil.

Ubicaciones físicas del teléfono móvil en el cuerpo humano.

1. Colocación y ubicación del teléfono móvil en la cabeza sobre cualquier oído.

Al hacer o al recibir una llamada vía sistema de telefonía móvil, el teléfono se coloca de manera diagonal, ubicado y fijado junto a cualquiera de los dos oídos, de la persona que lo usa. La onda electromagnética radiada, que genera el sistema de telefonía móvil, penetra en el cerebro en el área donde se encuentra fijado el teléfono móvil

2. La persona que usa el teléfono móvil, lo lleva guardado en su ropa, de alguna manera junto a su cuerpo (que va de la cintura a la cabeza), esto es cuando no lo utiliza para llamar o para recibir llamadas. Incluyendo equipo de manos libres.
3. Cuando la persona lleva consigo el teléfono móvil, ambos se encontrarán en algún lugar público o privado, y este puede ser un automóvil, un avión, una habitación de una casa, algún departamento de un edificio, ahí se encuentra la señal de la onda electromagnética del sistema de telefonía móvil. Ahora, se comenta el uso en la sociedad.

---

---

## ANEXO 4. PROBLEMAS BIO-ELECTROMAGNÉTICOS-SOCIALES

El uso del teléfono móvil, ha generado cambios culturales a la sociedad, principalmente en el comportamiento social del usuario del sistema de telefonía móvil.

Este cambio, provocó en los usuarios un estilo de vida de superioridad por tener un teléfono de última tecnología, ante los usuarios que tienen un teléfono móvil con tecnología básica.

Los problemas asociados, al uso del sistema de telefonía móvil, están muy relacionados al modo en que cada persona usa el teléfono móvil: cantidad de tiempo (hablando y escuchando), diferentes modelos, situaciones de emergencia, llamadas no deseadas, etcétera. Pero en términos generales, se pueden establecer tres clases de problemas:

1. Los efectos sobre la salud de los individuos
2. Los efectos sociales
3. De comportamiento cultural como los siguientes:
  - a) Efecto sobre la seguridad de las personas mientras se conduce un vehículo.
  - b) Los problemas causados sobre dispositivos de seguridad y control.

Los tres casos tienen efectos en el usuario del sistema, como se muestra en la siguiente figura 4.1

El estudio de esta tesis solo abarca el de los efectos sobre la salud de los individuos.

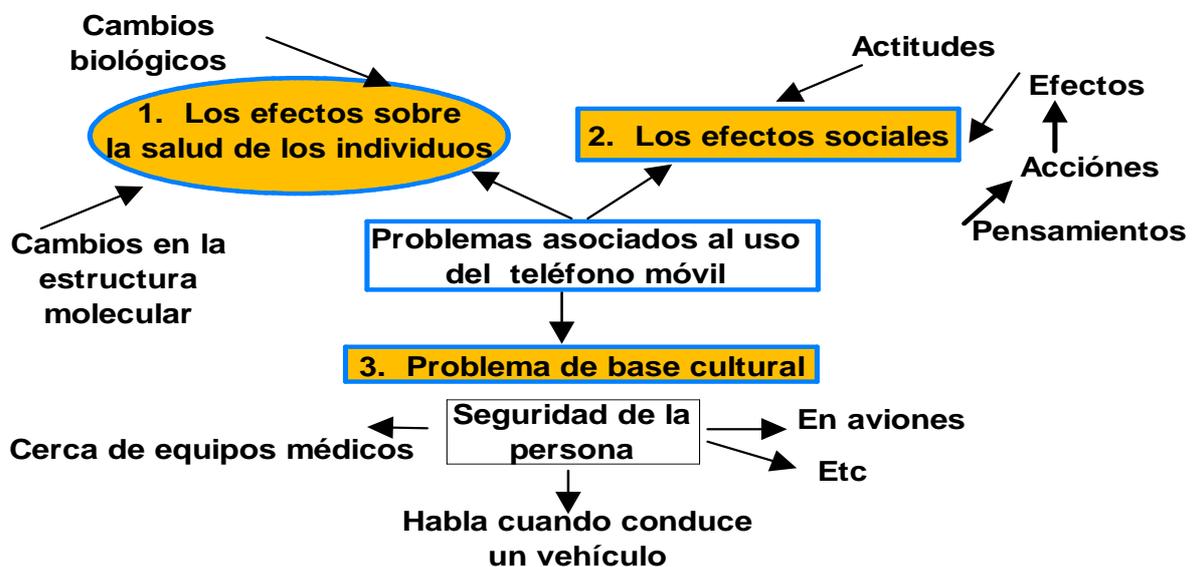


Figura 4.1 Los problemas asociados con el uso del sistema de telefonía móvil

Se continua, con los pasos a seguir para hablar de un teléfono móvil a un teléfono móvil.

---

---

## **ANEXO 5. PASOS A SEGUIR PARA HACER LLAMADAS DE TELÉFONO MÓVIL A TELÉFONO MÓVIL DENTRO DE ESTACIONES BASE.**

La manera de realizar una llamada entre teléfonos móviles, es similar a la que se realiza entre teléfonos convencionales (es decir entre teléfonos alámbricos), la única diferencia es que la señal es inalámbrica.

Llamadas de móvil a móvil:

Las llamadas entre dos unidades, también son posibles en el sistema de radio móvil. Para originar una llamada a otra unidad móvil, el que llama introduce el número marcado en la memoria de la unidad, por medio del teclado en el dispositivo de teléfono y después oprime la tecla enviar.

El conmutador recibe el número de identificación del que llama y el número marcado y después determina si la unidad llamada está libre para recibir una llamada.

El conmutador envía un comando de voceo a todos los controladores de sitio de célula y el que es llamado (el canal puede estar en cualquier parte del área de servicio) recibe un llamado.

Después de un voceo positivo del que fue llamado, el conmutador asigna a cada uno, un canal de usuario desocupado y les instruye que se sintonicen a su canal respectivo. Entonces el teléfono del que se está llamando suena.

Cuando el sistema recibe una noticia de que el que fue llamado ha contestado el teléfono, el conmutador termina el tono de llamada progresiva y la conversación puede comenzar entre las dos unidades.

Si un suscriptor móvil desea iniciar una llamada y los canales de usuario están ocupados, el conmutador envía un comando de reintento instruyendo al suscriptor que vuelva a intentar la llamada por medio de una célula vecina.

Si el sistema no puede distribuir un canal de usuario por medio de la célula vecina, el conmutador transmite un mensaje de intercepción a la unidad móvil que está llamando por medio del canal de control. Cada vez que está llamando a un suscriptor móvil que está ocupado, el que llama recibe una señal de ocupado. Además, si el número que se

Enseguida se continúa con las imágenes captadas en la cámara de Kirlian.

---

---

## ANEXO 6 FOTOGRAFÍAS DE LAS EFLUVIO-GRAFÍAS KIRLIAN.

Las imágenes siguientes son importantes en esta tesis, debido a que muestran la energía bioelectromagnética que tiene el cuerpo humano.

Los efluvio-grafías fueron tomadas con cámara digital sony, exhibidas en la cámara de Kirlian. Las cuatro fotografías muestran la imagen de la efluvio-grafía de color azul. Todas se encuentran con la misma población de píxeles

La representación de cuatro sesiones diferentes en diferente tiempo: La primera fue el 10/12/2008, continuando con la sesión del 4/03/09, posteriormente la sesión 11/02/09 y por último la del 22/02/2010

En las fotos de las tres primeras sesiones, intervino el teléfono móvil de marca pantech modelo PG 1410, y en la última sesión intervino el teléfono móvil de marca zonda modelo ZMKN110Z



a) 10/12/08

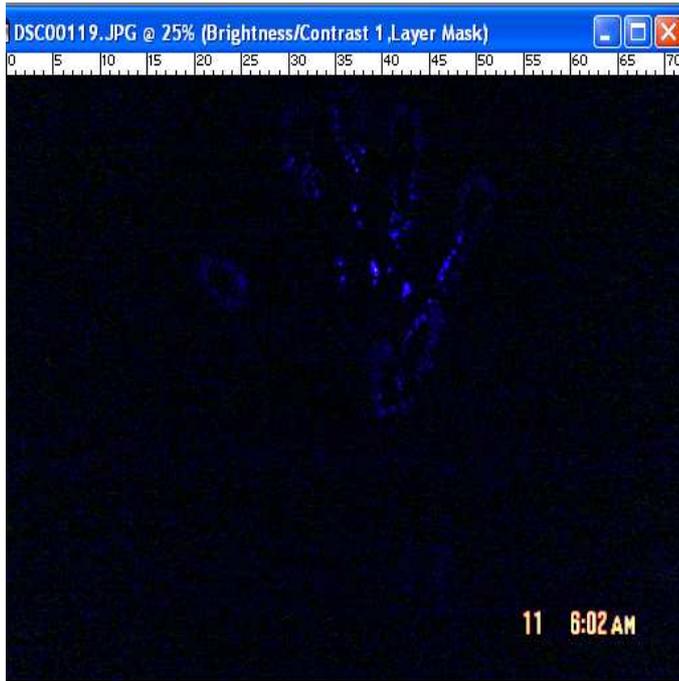
b) 4/03/09

Figura 6.1 Efluvio-grafías del usuario, del sistema de telefonía móvil.

a) Fotografías tomadas en la fecha 10/12/08, la imagen esta formada por la silueta de color azul. Todas fueron tomadas con la misma cantidad de píxeles que fue 1114464.

Para que todas fueran con la misma cantidad de píxeles, se selecciono la imagen y la área que cubren esta cantidad de píxeles. Si se pasaba el área seleccionada también se pasaban los píxeles.

b) La fotografía es con la misma cantidad de píxeles que la anterior, todas fueron analizadas estadísticamente en su histograma.



c) 11/02/2009



d) 22/02/2010

Figura 6.2 Efluvio-grafías del usuario, del sistema de telefonía móvil.

c) Esta fotografía es la número 119, en la parte de su barra indica el porcentaje tomado de la fotografía que fue de 25%.

d) Esta es la última serie de fotografías captadas con la cámara Kirlian, esta es la número 373, El histograma menciona varios valores de la fotografía, los cuales se tomaron las siguientes:

1. La media
2. La desviación estándar
3. La mediana

En la formación de la imagen tenemos lo siguiente.

La luminosidad de la fotografía, el color azul, el color verde, y el color rojo.

En seguida se presentan algunos estudios ha cerca de los efectos que le produce a la salud debido a los campos electromagnéticos.



---

---

Por otra parte no todas las células cerebrales, junto con las del cerebelo, se han desarrollado ya que toma más de 10 años en completar el desarrollo.

Con esto podemos suponer que un daño acumulativo del ADN puede iniciar el funcionamiento incorrecto de la reproducción celular dando paso a las posibilidades de enfermedades tales como el cáncer. El Dr. Joseph Roti trató de reproducir los experimentos de Lai sin un resultado consistente pero encontró un efecto de la radiación electromagnética, un oncogen (gen relacionado con el cáncer). (Debate de Riesgo de Cáncer por Teléfonos Celulares).

Ahora se presentan citas de estudio en una legislación nacional.

---

---

## **ANEXO 8 CITAS DE ESTUDIO SOBRE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**

Las siguientes opiniones son solo algunas que se han generado sobre la controversia de que si o no provoca efectos nocivos a la salud el sistema de telefonía móvil.

Estas citas se refieren a respuestas que legisladores de un estado de la República Mexicana sobre los efectos de los campos electromagnéticos.

Opiniones de organismos públicos y privados:

Las opiniones expresadas de los involucrados, resaltan algunas de ellas, por su autoridad, por construcción y por su supervisión, a continuación enumeramos las más importantes.

### **1). SENADO DE LA REPÚBLICA LX LEGISLATURA COMISIÓN PERMANENTE SEGUNDO RECESO PERIODO DEL PRIMER AÑO DE EJERCICIO. NO 14 AÑO 2006, MIÉRCOLES 9 DE AGOSTO 3° AÑO DE EJERCICIO SEGUNDO PERIODO PERMANENTE**

En 1994 el Parlamento Europeo aprobó una resolución sobre la lucha contra los efectos nocivos provocados por la radiación no-ionizante, señalando la necesidad de establecer una normativa al respecto.

La Comunidad Europea propone una distancia mínima de seguridad para las antenas de telefonía (sin presencia humana) de 58 metros. (En Toronto es de 200 metros, en Namur (Bélgica) de 300 metros y en Australia de 500 metros).

En el Diario Oficial de las Comunidades Europeas 30/07/99, págs.1.199/59-70, se señala que es absolutamente necesaria la protección de los ciudadanos contra los efectos nocivos que pueden resultar de la exposición a campos electromagnéticos.

Los Estados Unidos, ha sido uno de los países que más estudios ha realizado al respecto. El primero de agosto de 1996, la Comisión Federal de Comunicaciones de los Estados Unidos (FCC) a través de su Informe y su Instrucción FCC 96-326 adoptó una norma de seguridad actualizada con respecto a la exposición humana de la energía electromagnética de radio frecuencia emitida por transmisores regulados también por la FCC. Dichos lineamientos son consistentes con la norma de seguridad previamente establecida por los organismos de estándares de los Estados Unidos, como Internacionales.

Se regulan las emisiones, tanto de las antenas de televisión y radio, los móviles, las antenas de comunicación, las subestaciones o los transformadores.

Es fundamental resaltar que las empresas del servicio de telefonía móvil, como Samsung, en Estados Unidos, proporcionan al usuario una guía de uso, en consonancia con las recomendaciones de la FCC; describiendo la distancia que debe tener el celular del cuerpo humano y la operación del teléfono colgado al cuerpo.

A pesar de toda la discusión internacional que el tema ha generado, queda claro que se deben implementar mecanismos de prevención, independientemente de los próximos resultados de investigaciones internacionales.

En seguida se presenta un resolutivo legislativo.

**3. RESOLUTIVO EMITIDO POR LA QUINGUAGÉSIMA CUARTA LEGISLATURA DEL ESTADO DE QUERÉTARO, DANDO INDICACIONES A REALIZAR A LAS SECRETARIAS INVOLUCRADAS DEL ESTADO, DEBIDO A EL USO DEL SISTEMA DE TELEFONÍA MÓVIL.**

El resolutive se refiere a que debe tener mayor participación, más supervisión de parte de las autoridades nacionales sobre los campos electromagnéticos. Este resolutive involucra a cuatro secretarias, las cuales son:

1. Secretaría de Desarrollo Sustentable.
2. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
3. Secretaría de Salud.
4. Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

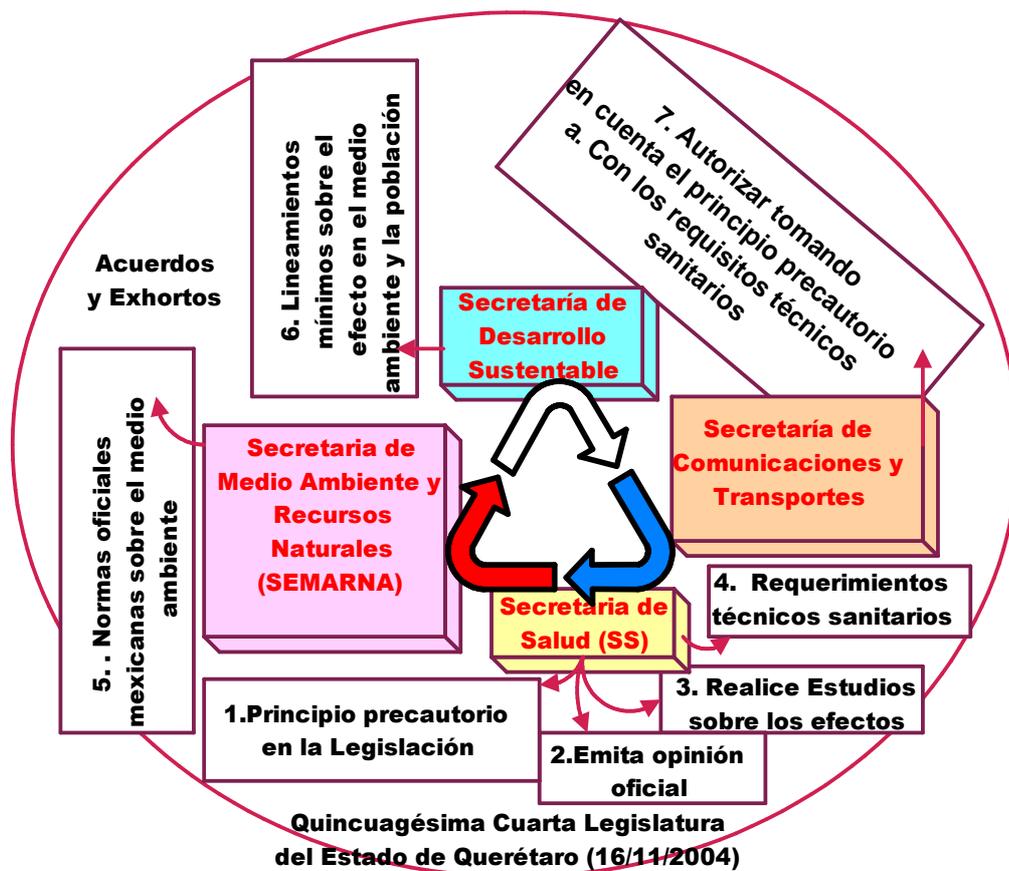


Figura 8.1 Legislación sobre los Campos Electromagnéticos

En la quincuagésima cuarta legislatura del estado de Querétaro.

Resolutivos aplicados a algunas secretarías del estado.

Con estos puntos de vista de parte de la asamblea legislativa, las autoridades participen activamente para dar una respuesta positiva y así mejorar el sistema de telefonía móvil.

Ahora, se presenta la respuesta de las autoridades.

### 3. RESPUESTA DE LAS SECRETARIAS DEL ESTADO DE QUERÉTARO, AL RESOLUTIVO EMITIDO POR LA QUINCUAGÉSIMA CUARTA LEGISLATURA DEL ESTADO.

Respecto al pronunciamiento, de la quincuagésima cuarta legislatura del estado de Querétaro. Resolutivos aplicados a algunas secretarías de estado locales. Dieron como respuesta lo siguiente:

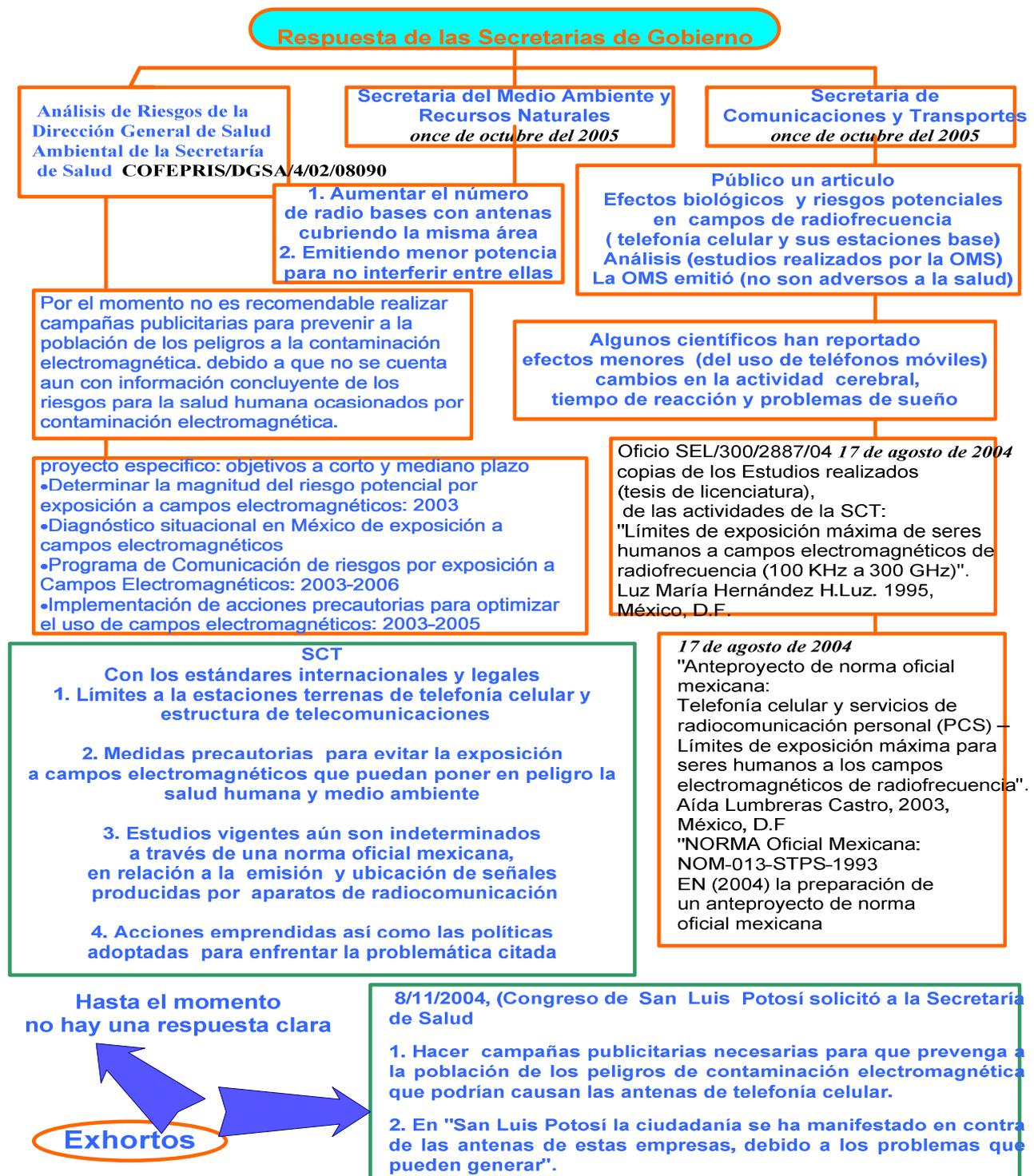


Figura 8.2 Respuestas de algunas secretarías de estado local y federal.

---

---

Se continúa con la legislación del estado de Baja California Sur.

#### 4. EL CONGRESO DE BAJA CALIFORNIA SUR

A fin de entender la afectación de la energía electromagnética expedida por las antenas del sistema de telefonía móvil en el ser humano, es necesario dejar claro que la Energía Electromagnética es perniciosa, ya que escapa de los sentidos; no se ve, no se toca, no se siente, solo aparecen sus efectos, por lo que si se desconoce el tema no se asocian los síntomas con la exposición a la mencionada energía.

El Congreso de ese Estado, comprobó que este tipo de antenas del sistema de telefonía móvil emiten una vibración debido a la intensidad y frecuencia de la energía, produciendo cargas eléctricas como átomos cargados o moléculas, membranas celulares y en general el calentamiento en el cuerpo humano, provocando la penetración de la piel igual a un GIGA HERTZ (giga-hertz).

El congreso de Baja California Sur (La XI Legislatura), citó el estudio del Departamento de Física de la Universidad de Warwick, Gran Bretaña como resultado de su investigación en aquel país, que al parecer es el estudio más serio que se ha realizado, afirma que los daños a la salud de la radiación electromagnética se traducen en:

##### EN EL SISTEMA NERVIOSO:

1. Insomnio.
2. Angustia.
3. Depresión.
4. Trastornos de la atención, de la concentración, y de la rapidez.
5. Trastornos de la memoria.
6. Dolores de cabeza.
7. Irritabilidad, Parestesias, Espasmo filias.
8. Desregulación de los ritmos cardiacos por modificación de la Secreción Nocturna de Melatonina.

Fuente: Gaceta del Senado LX Legislatura, 2006, (Sala de Comisiones de la Comisión Permanente, 3ª, 2006)

##### 5. Riesgos e Interferencias (Riesgos para los conductores de vehículos).

Las investigaciones han demostrado claramente un incremento en el riesgo de accidentes automovilísticos cuando los teléfonos móviles (tanto los de tipo portátil como los manos libres) son utilizados mientras se maneja.

Interferencia Electromagnética: Cuando los teléfonos móviles son utilizados cerca de algunos aparatos médicos (incluyendo marcapasos, implantes tipo desfibrilador y algunos audífonos) existe la posibilidad de causar interferencia. También hay riesgos potenciales de interferencia entre los teléfonos móviles y la electrónica de los aviones (NRPB 321, 2000- 4, No 5,7 – 63 (1993), (OMS, Nota descriptiva N°304, Mayo 2006)

Continuamos con el aspecto matemático del bio-electromagnetismo.

## ANEXO 9 EXPRESIONES MATEMÁTICAS BIO-ELECTROMAGNÉTICAS

Las siguientes expresiones matemáticas están relacionadas con las variables que se presentan en el estudio del bio-electromagnetismo.

Son expresiones que están representadas matemáticamente en forma implícita, y que relacionándolas con el estudio del cuerpo humano y la energía de los campos electromagnéticos,

Nos indicarán el comportamiento de las variables bio-electromagnéticas en esta relación de estudio.

Las principales variables, que se toman en este estudio son:

- a) La energía eléctrica.
- b) La energía absorbida por el cuerpo humano.
- c) La energía depositada por unidad de masa.
- d) La conductividad eléctrica.
- e) La densidad de corriente inducida en el tejido.
- f) La cantidad de profundidad de penetración.
- g) El calentamiento superficial del tejido.

Tabla 9.1 Expresiones Matemáticas Obtenidas de la Teoría Electromagnética, u Usadas en este Objetivo de Estudio (Sadiku, 1998)

Literal	Formula	Unidad	Definición	
1	$\mu$	$\mu_0 \mu_r, \eta^2 \times \epsilon$	Hy/ m	Permeabilidad ( $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ )
	$\sigma$	$\mu w / \eta^2, J/E$	S / m	Conductividad eléctrica del tejido
	$\epsilon$	$\epsilon_r \epsilon_0$	F / m	Permitividad del medio ( $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-8}$ )
	$\rho$		Kg / m <sup>3</sup>	Densidad de masa del cuerpo humano
	$\eta$	$120 \pi / (\epsilon_r)^{1/2}$	$\Omega$	Impedancia intrínseca $\eta = 377 \Omega$ en el aire
2	J	$(\rho \sigma \text{SAR})^{1/2}, \sigma E$	A / m <sup>2</sup>	Densidad de Corriente Inducida en el Tejido
3	e	h f	Joule	Energía absorbida h = constante de Plank = $6.626 \times 10^{-34}$
4	SAR	$\sigma_{ef}  E ^2 / \rho$	W/Kg	TAE= SAR ( Tasa de Absorción Especifica ) Energía depositada por unidad de masa
5	S	$E^2 / \eta, E \times H$	W/ cm <sup>2</sup>	Densidad de Potencia :Calentamiento superficial del tejido
	E	$(\rho \text{SAR} / \sigma)^{1/2}$	V/ m	Campo Eléctrico
	H	S / E	A / m	Campo magnético
6	$\delta$	$\sqrt{2 / \omega \mu \sigma}$	cm	Cantidad de Profundidad de Penetración

En seguida se presenta una cita de estudio.

---

---

## ANEXO 10. CANTIDAD DE PROFUNDIDAD DE PENETRACIÓN DE LAS ONDAS ELECTROMAGNÉTICAS EN EL TEJIDO HUMANO.

Esta cita de estudio se refiere a la cantidad de profundidad de penetración de las ondas electromagnéticas en el tejido humano, elaborada por la Universidad Politécnica de Cartagena.

Y está referida para reforzar más los resultados obtenidos en esta tesis, referente a la variable bio-electromagnética que es la cantidad de penetración de la onda electromagnética en el tejido humano. Dicho resultado es como sigue:

Propiedades dieléctricas de los tejidos humanos a varias frecuencias

<b>Banda de Frecuencia MHz</b>	<b><math>\epsilon_r</math> Permitividad Relativa</b>	<b><math>\sigma</math> (S/m) Conductividad</b>	<b><math>\delta</math>(cm) Profundidad de Penetración</b>
100	79	0.81	7.7
1000	60	1.33	3.4
10.000	42	13.30	0.27
100.000	8	60	0.03

Por ejemplo, aunque la profundidad de penetración es grande a bajas frecuencias, la cantidad de energía que penetra en el tejido es pequeña, ya que la mayor parte de la potencia es reflejada otra vez al aire en la superficie externa del cuerpo.

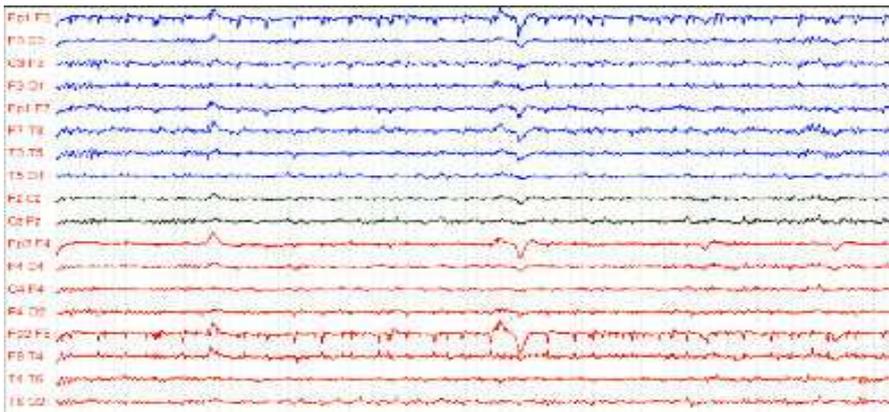
A pesar de esto hay que tener en cuenta posibles resonancias del cuerpo; a dichas frecuencias puede disminuir considerablemente la potencia que se refleja, y por lo tanto, los campos en el interior de los tejidos pueden ser relativamente altos con respecto al campo en el exterior del cuerpo (solo un orden de magnitud por debajo).

A frecuencias de ondas milimétricas el campo en el interior de los tejidos va a ser siempre varios órdenes de magnitud por debajo del campo en el exterior, ya que aunque la onda pueda penetrar en el tejido la profundidad de penetración es baja, y por lo tanto el campo se atenúa muy rápidamente dentro del tejido.

(Universidad Politécnica de Cartagena, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación – 2002)

A continuación se presenta una solución, para desviar las ondas electromagnéticas radiadas por el teléfono móvil del cuerpo humano.





a)

b)

Figura 11.2 a) Ondas cerebrales de una persona mientras está escuchando una conversación con un teléfono móvil con el neutralizador b) Gamma-7-N-RT.

#### a) Características del neutralizador Gamma-7-N-RT:

1. Protege nuestro funcionamiento biológico y neuronal frente a las radiaciones de los teléfonos móviles e inalámbricos
2. No emite calor, no almacena radiación, no lleva ningún chip
3. No interfiere en la buena recepción del móvil
4. Está comprobada su eficacia en España

#### b) Estructura y principio de funcionamiento:

El dispositivo representa el auto transformador de banda amplia de los campos físicos finos súper débiles que acompañan las irradiaciones electromagnéticas y que influyen negativamente en la persona. En las condiciones energéticas habituales, es decir, durante la carencia de anomalías, el dispositivo está en el estado activo débil bajo la influencia de radiaciones energéticas naturales de la Tierra y los objetos que la rodean.

Al llevar el dispositivo a la zona de funcionamiento del foco de irradiación electromagnética elevada (respecto a las capacidades naturales de la defensa del organismo de la persona), por ejemplo, del teléfono móvil, el dispositivo pasa automáticamente al régimen activo de trabajo, debido a la aparición de la inducción secundaria, la componente física fina se opone a la anomalía principal, debido a la oposición de las fases.

Como resultado de la acción mutua de dos procesos físicos finos –inicial y secundario, inducido por el dispositivo se realiza su neutralización mutua y la influencia bioenergética resultante sobre la persona situada en la zona de la anomalía electromagnética va disminuyendo considerablemente respecto al umbral de protección de la persona. Si la persona lleva el dispositivo Gamma-7-N-RT no está sometido a la influencia de las anomalías energéticas de los medios técnicos.

Ahora, se presenta algunas recomendaciones por parte de la Organización Mundial de la Salud.

---

---

## **ANEXO 12. POR EL MOMENTO LA OMS RECOMIENDA, SOBRE LOS CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS**

La Organización Mundial de la Salud, recomienda las siguientes medidas, para prevenir cualquier cambio que pueda presentarse, y que pueda afectar la salud del usuario del sistema de telefonía móvil.

### **1. Estricta adhesión a los estándares:**

Los estándares internacionales han sido desarrollados para proteger a todos: usuarios del sistema de telefonía móvil, personas que trabajan cerca o viven alrededor de estaciones bases, y la gente que no hace uso de este tipo de comunicación.

### **2. Medidas preventivas**

#### **a) Gobierno:**

Si las autoridades reguladoras han adoptado normas de protección contra las Radiación No Ionizante, debido a la preocupación del público se deberían introducir medidas de precaución adicionales que ayuden a reducir la exposición a los campos de Radio Frecuencia, sin menoscabar la base científica de las normas incorporando arbitrariamente factores de seguridad adicionales a los límites de exposición. Se deberían introducir medidas preventivas como parte de una política adicional que estimule, en forma voluntaria, la reducción de los campos de Radio Frecuencia por parte de los fabricantes de equipos y por parte del público. Detalles de estas medidas son proporcionados en un documento separado de la OMS

#### **b) Personas:**

La información científica actual no indica la necesidad de algún tipo de precauciones para el uso de teléfonos móviles. Si las personas tienen interés al respecto, se les recomienda reducir la duración de sus llamadas, tanto para que ellos y sus hijos disminuyan la exposición a campos de Radio Frecuencia, o utilizar equipos manos libres, protectores para mantener el teléfono móvil separado de la cabeza y el cuerpo.

#### **c) Acatar las restricciones locales en el uso de teléfonos móviles para evitar la interferencia de Campos Electromagnéticos:**

Los teléfonos móviles pueden interferir con algunos equipos médicos como los marcapasos y los audífonos. En los departamentos de cuidados intensivos de hospitales el uso de los teléfonos móviles puede ser peligroso para los pacientes y no deben ser utilizados en éstas áreas. Igualmente estos teléfonos no deben ser utilizados en aviones ya que pueden interferir con los sistemas de navegación.

#### **d) Seguridad vial:**

Es un hecho el incremento de riesgo por accidente automovilístico mientras se utiliza el teléfono móvil, tanto el portátil como el hands-free. Se debe prohibir el uso de estos aparatos a los conductores mientras estén manejando.

#### **e) Medidas simples de prevención:**

Cercos, barreras, u otro tipo de medidas de protección son necesarios en algunas estaciones bases (principalmente, aquellas localizadas en los techos de edificios) para evitar el acceso no

---

---

autorizado a áreas en donde los niveles de exposición pueden estar por encima de los límites permisibles.

f) Consultar con la comunidad para la ubicación de estaciones base:

El emplazamiento de las estaciones base deben ofrecer buena cobertura para la señal y debe ser de fácil acceso para su mantenimiento. Si bien los niveles de los campos de Radio Frecuencia entorno a la estación base no deben ser considerados un riesgo a la salud, la decisión sobre su emplazamiento debe considerar tanto la estética como la susceptibilidad del público.

Por ejemplo, la ubicación cerca de jardines de infancia, colegios y parques recreacionales debe tener especial consideración. La comunicación abierta y la discusión entre los operadores de la telefonía móvil, los municipios locales y el público en general durante la etapa de planificación para una nueva antena o estación pueden ayudar a lograr la comprensión del público y la aceptación de la nueva estación.

g) Promover información:

Un sistema efectivo de información sobre la salud y la comunicación entre científicos, el gobierno, las industrias y el público en general es necesario para incrementar el entendimiento general acerca de la tecnología de la telefonía móvil y así, reducir cualquier tipo de desconfianzas y temores, tanto de los reales como los imaginarios.

Esta información debe ser exacta y al mismo tiempo apropiado para el buen entendimiento de aquellos para quienes está dirigida.

(Nota descriptiva N°193 Junio del 2000), (Nota descriptiva N°304 Mayo 2006 OMS).

---

---

# GLOSARIO DE TÉRMINOS; TÉCNICOS, BIO-ELECTROMAGNÉTICOS, MÉDICOS, SISTÉMICOS

## 1. TERMINOS TECNICOS

**Absorción específica de energía (SA, specific energy absorption):** Se define como la energía absorbida por unidad de masa de tejido biológico, expresada en julios por kilogramo (J/Kg). En esta recomendación se utiliza para limitar los efectos no térmicos de la radiación de microondas pulsátil.

**Conductividad eléctrica:** Es la capacidad de un cuerpo de permitir el paso de la corriente eléctrica a través de sí.  $\sigma$  = Conductividad eléctrica del tejido (S / m (Sim/metro))

**Corriente de contacto (Ic):** Entre una persona y un objeto se expresa en amperios (A). Un objeto conductor en un campo eléctrico puede ser cargado por el campo.

**Densidad de corriente (J):** Se define como la corriente que fluye por una unidad de sección transversal perpendicular a la dirección de la corriente, en un conductor volumétrico, como puede ser el cuerpo humano o parte de éste, expresada en amperios por metro cuadrado (A/m<sup>2</sup>).

**Densidad de flujo magnético o inducción magnética:** Es una magnitud vectorial (B) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en teslas (T). En espacio libre y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia  $1 \text{ A/m} = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$ .

**Densidad de masa:** En física, la densidad de una sustancia, simbolizada habitualmente por la letra griega  $\rho$  ( $\rho$ ), es una magnitud referida a la cantidad de masa contenida en un determinado volumen.  $\rho$  = Densidad de masa del cuerpo humano (Kg / m<sup>3</sup>)

**Densidad de potencia (S):** es la magnitud utilizada para frecuencias muy altas, donde la profundidad de penetración en el cuerpo es baja. Es la potencia radiante que incide perpendicular a una superficie, dividida por el área de la superficie, y se expresa en vatios por metro cuadrado (W/m<sup>2</sup>).  $1 \text{ mW/cm}^2$  es equivalente a  $10 \text{ W/m}^2$

**Electromagnetismo:** Parte de la física que estudia la interacción de los campos eléctricos y magnéticos.

**Energía radiante:** Es la energía de las ondas electromagnéticas: rayos gamma, equis y ultravioleta; rayos luminosos e infrarrojos, ondas hertzianas.

**Estación Base:** Es el equipo de transmisión, que está constituido por varios canales de radio (Tx- Rx) que sirven para la comunicación con los abonados móviles.

**Estación Móvil:** Es el teléfono celular diseñado para ser usado por los abonados, existen diferentes unidades de mano personales, así como también unidades instaladas en vehículos.

**Frecuencia:** Es una magnitud que mide el número de repeticiones por unidad de tiempo de cualquier fenómeno o suceso periódico.  $F = (\text{MHz (MegaHerz)})$

---

---

**Intensidad de campo eléctrico (E):** Es una magnitud vectorial que corresponde a la fuerza ejercida sobre una partícula cargada independientemente de su movimiento en el espacio. Se expresa en voltios por metro (V/m).

**Intensidad de campo magnético (H):** Es una magnitud vectorial que, Junto con la inducción magnética, determina un campo magnético en cualquier punto del espacio. Se expresa en amperios por metro (A/m).

**No ionización:** Aquella que no es capaz de romper los enlaces atómicos

**Onda Electromagnética:** Forma de propagarse a través del espacio los campos eléctricos y magnéticos producidos por las cargas eléctricas en movimiento. Para las ondas comprendidas entre diferentes intervalos de frecuencia se emplean denominaciones especiales, como ondas radioeléctricas, microondas, ondas luminosas, rayos X, rayos gamma,

**Permitividad (constante dieléctrica):** Es una constante física que describe cómo un campo eléctrico afecta y es afectado por un medio. La permitividad del vacío es  $8,8541878176 \times 10^{-12}$  F/m.  $\epsilon_r$  = Permitividad del medio (F/m (Faradios / metro))

**Permeabilidad:** Es la capacidad de un material para que un fluido lo atraviese sin alterar su estructura interna. Se afirma que un material es permeable si deja pasar a través de él una cantidad apreciable de fluido en un tiempo dado, e impermeable si la cantidad de fluido es despreciable.  $\mu$  = Permeabilidad del medio (H/m (Henrys/ metro))

**Personal Communications System (PCS):** Es aquel que proporciona accesibilidad universal a servicios como: voz, datos, video, audio, mensajes, posicionamiento, Internet, etc., en forma inalámbrica, a usuarios móviles. Comúnmente se le asocia a la telefonía móvil celular.

**Potencia:** Capacidad para ejecutar algo o producir un efecto. Potencia = Energía / tiempo.

**Profundidad de Penetración ( $\delta$ ):** Profundidad de penetración es la profundidad en un material que puede penetrar la radiación electromagnética. Un número de cosas puede influir en la profundidad de penetración, incluyendo las propiedades de los materiales de sí mismo, la intensidad y frecuencia de la radiación y diversos factores ambientales.

**Radiación:** Flujo de partículas sub.-atómicas o fotones con suficiente energía para producir ionizaciones en las moléculas que atraviesa.

**Radiación No Ionizante:** Aquella onda o partícula que no es capaz de arrancar electrones de la materia.

**Sistemas de telefonía móvil celular:** Son aquellos que permiten la comunicación entre usuarios que se desplazan libremente en lugares geográficos diferentes, estos sistemas constituyen grandes redes de comunicaciones que actualmente permiten cursar diferentes servicios, entre ellos.

---

---

**Tasa de absorción específica de energía TAE (SAR, specific energy absorption rate):** Se define como potencia absorbida por unidad de masa de tejido corporal, cuyo promedio se calcula en la totalidad del cuerpo o en partes de éste, y se expresa en vatios por kilogramo (W/Kg).

El TAE de cuerpo entero es una medida ampliamente aceptada para relacionar los efectos térmicos adversos con la exposición a las emisiones radioeléctricas.

Junto al TAE medio de cuerpo entero, los valores TAE locales son necesarios para evaluar y limitar una deposición excesiva de energía en pequeñas partes del cuerpo como consecuencia de unas condiciones especiales de exposición.

Ejemplos de tales condiciones son: la exposición a las emisiones radioeléctricas en la gama baja de Mhz de una persona en contacto con la tierra, o las personas expuestas en el espacio adyacente a una antena. (1999/519/CE: Recomendación del Consejo).

**Teléfono Móvil:** Sistema telefónico en el que la conexión entre el aparato portátil y la central se realizan mediante ondas electromagnéticas.

**Radiofrecuencia:** Banda de frecuencias para las comunicaciones.  
(Monografías- Mendiburu Díaz H).

---

---

## 2. TÉRMINOS BIO-ELECTROMAGNÉTICOS

**Bio-Electromagnetismo:** Es una rama de las ciencias biológicas que estudia el fenómeno consistente en la producción de campos eléctricos o magnéticos producidos por seres vivos.

**Bio-Magnetismo:** Influencia de los campos magnéticos, terrestres o artificiales, sobre la orientación de los seres vivos y sobre otros aspectos de su vida.

**Biología Molecular.** Es la disciplina científica que tiene como objetivo el estudio de los procesos que se desarrollan en los seres vivos desde un punto de vista molecular.

**Efluvio-Grafía:** Representación de la energía luminosa exterior, que rodea el cuerpo humano

**Energía del cuerpo humano:** De cualquier cosa es una radiación energética, tiene una manifestación luminosa, si pudiésemos concentrar toda la luz emanada por una persona en un  $\text{cm}^2$ .

**Estructura molecular:** Distribución de los átomos en un compuesto por medio de los enlaces químicos

**Genoma Humano:** puede encontrarse la siguiente definición sobre la Biología Molecular: El estudio de la estructura, función y composición de las moléculas biológicamente importantes

1. Esta área está relacionada con otros campos de la Biología y la Química, particularmente Genética y Bioquímica. La biología molecular concierne principalmente al entendimiento de las interacciones de los diferentes sistemas de la célula, lo que incluye muchísimas relaciones, entre ellas las del ADN con el ARN, la síntesis de proteínas, el metabolismo, y el cómo todas esas interacciones son reguladas para conseguir un correcto funcionamiento de la célula.  
(Wikipedia-Genoma Humano)

**Geometría molecular o estructura molecular:** Es la disposición tri-dimensional de los átomos que constituyen una molécula. Determina muchas de las propiedades de las moléculas, como son la reactividad, polaridad, fase, color, magnetismo, actividad biológica, etc.  
(Wikipedia- Biología Molecular)

---

---

### 3. TÉRMINOS MÉDICOS

**Diagnostico:** Arte o acto de conocer la naturaleza de una enfermedad mediante la observación de sus síntomas y signos.

**Dolor:** Sensación molesta y aflictiva de una parte del cuerpo por causa interior o exterior

**Enfermedad por Radiación:** Enfermedad causada por la exposición del organismo o de una parte de éste a dosis altas de radiación ionizante (radiación que altera los átomos sobre los que incide). Los síntomas aparecen por lo general debido a la exposición intensa a una radiación externa, como la producida por los rayos X o los rayos gamma, pero también Pueden originarse por la absorción interna de materiales radiactivos (como el radio cesio) o por ambas causas.

**Metabolismo:** Es el conjunto de reacciones bioquímicas y procesos físico-químicos que ocurren en una célula y en el organismo. Estos complejos procesos interrelacionados son la base de la vida a escala molecular, y permiten las diversas actividades de las células: crecer, reproducirse, mantener sus estructuras, responder a estímulos, etc. (Wikipedia-Metabolismo)

**Patología** (del griego, estudio (λογία, logía) del sufrimiento o daño (πάθος, mani;o pathos)): Es la parte de la medicina encargada del estudio de las enfermedades en su más amplio sentido, es decir, como procesos o estados anormales de causas conocidas o desconocidas. (Wikipedia- Patología)

**Quemadura:** Lesión térmica o química de los tejidos. Puede estar producida por líquidos calientes, por la acción directa de una llama, por contacto con cuerpos calientes, por productos químicos cáusticos, por electricidad, o por radiaciones electromagnéticas (rayos X, radiaciones nucleares,...). La piel se quema por exposición a temperaturas superiores a 50 °C durante más de cinco minutos.

**Riesgo:** Es la probabilidad que una persona sea perjudicada por un peligro en particular.

**Salud:** Estado en que el ser orgánico ejerce normalmente todas sus funciones. (Encarta, 2007)

---

---

## 4. TÉRMINOS SISTÉMICOS

**Ambiente:** Se refiere al área de sucesos y condiciones que influyen sobre el comportamiento de un sistema. En lo que a complejidad se refiere, nunca un sistema puede igualarse con el ambiente y seguir conservando su identidad como sistema. La única posibilidad de relación entre un sistema y su ambiente implica que el primero debe absorber selectivamente aspectos de éste. Sin embargo, esta estrategia tiene la desventaja de especializar la selectividad del sistema respecto a su ambiente, lo que disminuye su capacidad de reacción frente a los cambios externos. Esto último incide directamente en la aparición o desaparición de sistemas abiertos.

**Calidad:** Grado en que un conjunto de características inherentes de un producto proceso o sistema cumple con los requisitos.

**Diagnóstico:** Sinónimo de juicio de valor sobre el comportamiento de un sistema con relación a un contexto.

**Elemento:** Se entiende por elemento de un sistema las partes o componentes que lo constituyen. Estas pueden referirse a objetos o procesos. Una vez identificados los elementos pueden ser organizados en un modelo.

**Energía:** La energía que se incorpora a los sistemas se comporta según la ley de la conservación de la energía, lo que quiere decir que la cantidad de energía que permanece en un sistema es igual a la suma de la energía importada menos la suma de la energía exportada (entropía, negentropía).

**Entorno:** Ambiente, lo que rodea

**Estructura:** Las interrelaciones más o menos estables entre las partes o componentes de un sistema, que pueden ser verificadas (identificadas) en un momento dado, constituyen la estructura del sistema. Según Buckley (1970) las clases particulares de interrelaciones más o menos estables de los componentes que se verifican en un momento dado constituyen la estructura particular del sistema en ese momento, alcanzando de tal modo una suerte de "totalidad" dotada de cierto grado de continuidad y de limitación. En algunos casos es preferible distinguir entre una estructura primaria (referida a las relaciones internas) y una híper estructura (referida a las relaciones externas).

**Holística:** Alude a la tendencia que permite entender los eventos desde el punto de vista de las múltiples interacciones que los caracterizan; corresponde a una actitud integradora como también a una teoría explicativa que orienta hacia una comprensión contextual de los procesos, de los protagonistas y de sus contextos.

La holística se refiere a la manera de ver las cosas enteras, en su totalidad, en su conjunto, en su complejidad, pues de esta forma se pueden apreciar interacciones, particularidades y procesos que por lo regular no se perciben si se estudian los aspectos que conforman el todo, por separado.

La voz griega holos se expresa en castellano como prefijo, hol u holo, y significa entero, completo, "todo"; indica también íntegro y organizado. Con holos se significa totalidad, relaciones, contexto o cualquier evento, aspecto, circunstancia, cualidad o cosa que en su momento esté siendo estudiado o tomado en cuenta, como "uno", como complejidad o como totalidad.

---

---

Por ejemplo, cuando en una investigación cualquiera se han precisado los aspectos conceptuales y en consecuencia se ha delineado la investigación -se ha focalizado la misma y se ha delimitado-, para los efectos de investigación ese contexto corresponde al holos de la investigación. Holos alude, entonces, a contextos, a complejidades, a realidades objeto de estudio, en relación con otros holos, es decir, con otros eventos, pues el holos es complejo, expresa múltiples relaciones, es dinámico y está en permanente relación. En otras palabras, el holos -el uno-, es múltiple en sus manifestaciones y expresa relaciones diversas, continuas, a veces insólitas y paradójicas. Constituye el holos la unidad de referencia para el estudio y comprensión de los eventos y de la realidad, en un contexto de relaciones e interacciones multidimensionales constantes. (Wikipedia-Holismo)

**Información:** La información tiene un comportamiento distinto al de la energía, pues su comunicación no elimina la información del emisor o fuente. En términos formales "la cantidad de información que permanece en el sistema (...) es igual a la información que existe más la que entra, es decir, hay una agregación neta en la entrada y la salida no elimina la información del sistema" (Johannsen. 1975:78). La información es la más importante corriente negentrópica de que disponen los sistemas complejos.

**Medio Ambiente:** Todo lo que rodea al sistema. Toda la realidad menos el sistema

**Meta Sistema:** Objetivo máximo al que debe de llegar

**Metáfora:** Representación virtual de un sistema desde una visión particular.

**Metáfora Cultura:** Visión rica de un sistema en base a interpretaciones plurales subjetivas de grupos de interés.

**Metodologías Duras. O rígidas:** Procesos tácticos de planeación- acción para transformar sistemas técnicos- económicos bajo la visión unitaria de las ciencias exactas. Utiliza procesos de planeación, maneja información cuantitativa confiable de tipo determinista o probabilística mediante el uso de algoritmos y procesos de optimización; la manejan especialistas teóricos de alto nivel.

**Metodologías Suaves:** O flexibles, procesos de cambio planeado, orientado a la transformación de sistemas socio- técnicos abiertos. Maneja procesos interactivos participativos de comunicación y de planeación- acción heurística basada en interpretaciones subjetivas bajo visiones plurales de la realidad.

**Pensamiento Sistémico:** Base teórica o conceptúa holística y abierta de la teoría general de sistema

**Sistema:** Conjunto de elementos, cosas que relacionadas entre sí ordenadamente contribuyen a determinado objetivo o meta

**Subsistema:** Es un sistema alterno que se desarrolla en segundo termino tomando en cuenta el intercambio cualquier forma o procedimiento.

**Suprasistema:** Es aquel que comprende una jerarquía mayor a la de un sistema, enlazado diferentes tipos de comunicación interna y externa. (Monografías-Recursos Humanos)

---

---

**Socio- técnico:** Un sistema conformado por hombres y maquinas.

**Transformación:** Proceso de cambio de las entradas a las salidas de un sistema, que modifica su nivel de orden o complejidad.

**Teoría General de Sistemas:** En un sentido amplio, la Teoría General de Sistemas (TGS) se presenta como una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad y, al mismo tiempo, como una orientación hacia una práctica estimulante para formas de trabajo transdisciplinaria. (Arnold, M. Año 26. N°75. Mayo-Agosto. 198)

**Visión del Mundo. Cosmovisión o Weltaschaung:** Conjunto de creencias y experiencias integradas de cada individuo sobre la base de sus influencias culturales que hace percibir la realidad de una forma particular. Interpretaciones culturales subjetivas de la realidad o cosmovisiones. (Solano Ronald, Teoría de Sistemas)

---

---

## GLOSARIO DE SIGLAS

**ANSI:** Instituto Nacional Estadounidense de Estándares  
American National Standard Institute (USA)

**AT & T:** American Telephone and Telegraph; Es una compañía estadounidense de telecomunicaciones

**CENELEC:** Comité Europeo de Normalización Electrotécnica  
European Committee for Electrotechnical Standardization (UE)

**CEM:** Campos Electromagnéticos

**COFETEL:** Comisión Federal de Telecomunicaciones, (MÉXICO)

**ICNIRP:** Comisión Internacional sobre Protección Frente a Radiaciones No Ionizantes  
International Commission on Non Ionising Radiation Protection  
(Organismo Independiente que elabora las normas para la Organización Mundial del Trabajo, dependiente de la Organización Mundial de la Salud)

**IMSS:** Instituto Mexicano del Seguro Social

**ISSSTE:** Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado

**FCC:** Comisión Federal de Comunicaciones (Federal Communications Commission) (USA)

**IEEE:** Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos  
Institute of Electrical and Electronic Engineering (USA)

**INEGI:** El Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Es una institución gubernamental de México, coordinación de los Sistemas Nacionales Estadísticos y Geográficos del país.

**MO:** Micro Ondas

**MSS:** Metodología de Sistemas Suaves

**OMS:** Organización Mundial de la Salud

**PCS:** Sistema Personalizado de Comunicaciones

**RF:** Radio Frecuencia

**SCT:** Secretaría de Comunicaciones y Transportes. (MÉXICO)

**SS:** Secretaria de Salud

**SEMARNAT:** Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MÉXICO)

**TM:** Teléfono Móvil

---

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

		Pagina
<b>CAPÍTULO I</b>		
Figura. 1.5.1	Muestra los Momentos del: Antes, Los Cambios y el Momento Después del sistema de telefonía móvil.	4
<b>CAPÍTULO II</b>		
Figura 2.1.1	Cronología más Relevante del Sistema de Telefonía Móvil.	8
Figura 2.2.1.1	Esquema del Espectro Electromagnético.	10
Figura 2.3.2.2.1	Estructura Organizativa del Proyecto a los Campos Electromagnéticos	15
Figura 2.4.1	Ciencias Incluyentes del Campo Bio-ectromagnético	17
Figura 2.4.1.1	Naturaleza de los Efectos Biológicos, debido a la Exposición de los Campos Electromagnéticos	18
<b>CAPÍTULO III</b>		
Figura 3.1.1.1	Los términos más usados en esta tesis, forman el Marco Conceptual	24
Figura 3.2.1.1.1	Subsistema, Sistema, Suprasistema del Sistema de Telefonía Móvil	27
Figura 3.2.1.2.1	El modelo de tensegridrad de Buckminster Fuller	28
Figura 3.3.1	Proceso de Investigación, es en conjunto la teoría y la metodología	30
Figura 3.4.1.1	Teléfono Móvil (Estación Móvil)	34
Figura 3.4.1.2	El sitio de la Célula Antena	34
Figura 3.4.1.3	El BS o la Estación Base	35
Figura 3.4.1.4	El MSC O MTSO	35
Figura 3.4.1.1.1	Zonas de radiación de una antena de estación base.	36
Figura 3.4.2.1.1	Las Partes que componen la Cámara Kirlian	38
Figura 3.4.2.1.2	La Cámara Kirlian y el usuario, fotografiando su efluviogramía	39
Figura 3.4.3.1	La Grafica Formada y el Cuadro Estadístico de una Efluviogramía	40
Figura 3.4.4.1	a) E-campo de la distribución en rodajas a través del teléfono y la antena b) SAR la distribución dentro de la cabeza fantasma	42
Figura 3.4.4.2	Superficie de la malla del cuerpo humano modelos disponibles.	44
<b>CAPÍTULO IV</b>		
Figura 4.1.1	Modelo de la Metodología de Sistemas Suaves De Peter Checkland (1993)	47
Figura. 4.2.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 1 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland	48
Figura 4.2.2.1	Subsistemas del Sistema de Telefonía Móvil	51
Figura 4.3.1	Análisis FODA a detalle de un Sistema de Telefonía Móvil.	53
Figura 4.4.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 2 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.	54
Figura. 4.5.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 3 de 6 Etapas de la	55

	Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.	
Figura 4.5.1.1	Incidencia de las Ondas Electromagnéticas en el Cuerpo Humano	57
Figura 4.5.1.2	Diagrama de Flujo de la Incertidumbre sobre el Sistema de Telefonía Móvil.	58
Figura 4.5.1.3	Entorno del Sistema de Telefonía Móvil.	59
Figura 4.5.2.1	El Aspecto Legal al Servicio del Sistema de Telefonía Móvil	60
Figura. 4.5.3.1	Sistemas Relevantes, Físico, Legal, (que incluye al Médico).	61
Figura. 4.6.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 4 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland	62
Figura 4.6.1.1	Diagrama a bloques del modelo conceptual actual.	63
Figura 4.6.1.2	Modelo Conceptual Actual del Sistema de Telefonía Móvil.	65
Figura 4.7.1	Dos Análisis a desarrollar en el Sistema de Telefonía Móvil.	66
Figura. 4.8.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 4a de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.	67
Figura. 4.12.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 4b de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.	79
Figura 4.12.2	Modelo ideal del sistema de telefonía móvil	80
Figura. 4.13.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 5 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.	81
Figura. 4.14.1	El esquema muestra la posición de la Etapa 6 de 6 Etapas de la Metodología de Sistemas Suaves de Peter Checkland.	83
Figura 4.14.2	Modelo Operativo Viable para el sistema de telefonía móvil.	84
Figura 4.15.1	Los aspectos son: 1. Personales, 2. Diseño, 3. Tecnología, 4. Modelo a Legislar	85
<b>ANEXOS</b>		
<b>Anexo 1</b>		
Figura 1.1	Estadística en Miles de Usuarios del Sistema de Telefonía Móvil	100
<b>Anexo 2</b>		
Figura. 2.1	Concesionarios de la Tecnología de un Sistema de Telefonía Móvil	101
<b>Anexo 3</b>		
Figura 3.1	Ubicación de las Antenas de las Estaciones base y del Teléfono Móvil	102
<b>Anexo 4</b>		
Figura 4.1	Los Problemas Asociados con el Uso del Sistema de Telefonía Móvil	103
<b>Anexo 6</b>		
Figura 6.1	Efluvio-grafías del Usuario del Sistema de Telefonía Móvil.	106
<b>Anexo 7</b>		
Figura 7.1	Penetración de la Energía Electromagnética de un Teléfono Celular en el Cráneo Humano	107
<b>Anexo 8</b>		
Figura 8.1	Legislación sobre los Campos Electromagnéticos	109
Figura 8.2	Respuestas de algunas Secretarías de Estado Local y Federal	110

---

---

## **Anexo 11**

Figura 11.1	Ondas cerebrales de una Persona mientras está Escuchando una Conversación con un Teléfono Móvil sin Ningún Sistema de Neutralización	114
Figura 11.2	Ondas cerebrales de una persona mientras está escuchando una conversación con un teléfono móvil con el neutralizador	115

---

---

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO II.

Tabla 2.1.1	Avances de la Tecnología de cada Generación	8
Tabla 2.3.1.1.1	Límites de Exposición Máxima para Exposición No Ocupacional de Seres Humanos a Campos Electromagnéticos de Radiofrecuencia (100KHz a 300GHz).	13
Tabla 2.3.1.1.2	Valores Obtenidos de las Variables Dependientes de la Frecuencia.	13
Tabla 2.3.2.1	Las Restricciones Básicas para (TAE) Tasa de Absorción Específica: De Cuerpo Entero Promedio, y Localizado para Frecuencias entre 1Hz a 10 GHz.	14
Tabla 2.3.2.2	Niveles de Referencia para Campos Eléctricos, Magnéticos y Electromagnéticos	14
Tabla 2.3.2.3	Los Límites de Exposición para las Bandas de Telefonía Móvil	14
Tabla 2.4.3.1	Efectos Atérmico y Térmico Dependientes de la Frecuencia	22
Tabla 2.4.4.1.	Cantidad de Penetración en Diferentes Tejidos Contenidos Con o Sin Agua	22

### CAPITULO IV.

Tabla 4.3.1.	Matriz FODA	56
Tabla 4.8.2.1	Parámetros Dieléctricos del Cuerpo y la Cabeza Humana	80
Tabla 4.9.1	Análisis de la Relación: Frecuencia y la Energía Absorbida	81
Tabla 4.9.2	Análisis de la Relación: Frecuencia y la Cantidad de Profundidad de Penetración en el Tejido	82
Tabla 4.9.3	Análisis de la Relación: Frecuencia y la Densidad de Potencia	83
Tabla 4.9.4	Análisis de la Relación, Conductividad Eléctrica del Tejido, Densidad de Masa con respecto al Campo Eléctrico y Densidad de Corriente Inducida.	83
Tabla 4.9.5	Análisis de la Relación: Tasa de Absorción Específica y la Densidad de Potencia	84
Tabla 4.9.6	Tabla Comparativa. Entre los Valores Obtenidos en esta Tesis y los Valores de las Normas Oficiales en: S = Densidad de Potencia, TAE= Tasa de Absorción Específica	85
Tabla 4.11.1	Valores acumulados con respecto al tiempo	90
Tabla 4.13.1	Comparación entre las Actividades Presentes y las Sugeridas. Para el Sistema de Telefonía Móvil.	94
Tabla 4.15.1	Cambios Viables o Factibles que se Pueden Llevar a Cabo,	100
Tabla 4.16.1	Tabla de Comparaciones entre la Tasa de Absorción Específica (TAE), y la Densidad de Potencia (S)	101

### ANEXOS

#### Anexo 9

---

Tabla 9.1

Expresiones Matemáticas Obtenidas de la teoría  
Electromagnética. Y Usadas en este Objetivo de Estudio  
(Sadiku, 1998)

127