



# ANÁLISIS Y REDISEÑO DEL SISTEMA DE COBERTURA PARA TELEVISIÓN ABIERTA DE RCTV EN LA ZONA DEL LITORAL CENTRAL DE VENEZUELA

---

## Resumen

El Litoral Central de Venezuela sufrió modificaciones después de los deslaves en 1999, demostrando ser un área de alta sensibilidad, con zonas de alto riesgo, por lo que la Autoridad Única de Área del estado Vargas establece una serie de lineamientos para garantizar que las próximas construcciones sean realizadas en zonas que cumplan los requisitos de seguridad y estabilidad. La señal de RCTV actualmente llega a la zona del Litoral Central a través de un sistema de cobertura formado por 2 estaciones transmisoras ubicadas en Punta de Mulatos y Caraballeda, las cuales se implantaron en 1973 y 1997 respectivamente. Por estas razones, surge la necesidad de analizar el servicio de cobertura existente, evaluando la ubicación de las estaciones considerando las zonas de alto riesgo, levantando sus perfiles topográficos, efectuando los cálculos de cobertura para la difusión del servicio de televisión y realizando mediciones de intensidad de campo. Además, se propone rediseñar el sistema de cobertura, proponiendo una solución con base en el estudio de alternativas; logrando asegurar un diseño adecuado y factible tanto a nivel técnico como económico para la empresa.

**Palabras claves:** Sistema de cobertura, difusión, zonas de alto riesgo.

---

## Abstract

*The Central Littoral of Venezuela suffered modifications after the mudslides in 1.999, demonstrating to be an area of high sensibility, with zones of high*

■ Ing. Lorena del Carmen Chacón Carrero  
[lorena.ch@gmail.com](mailto:lorena.ch@gmail.com)

■ Tutor Ing. Nicola Buonanno  
[nibu95@hotmail.com](mailto:nibu95@hotmail.com)

*risk. Therefore, the Vargas State Area Authority establishes some limits to guarantee that the next constructions are realized in zones that fulfill the safety requirements and stability. RCTV's signal nowadays comes to the zone of the Central Littoral with a system of coverage formed by 2 transmitter stations; located in "Punta de Mulatos" and "Caraballeda", which were implemented in 1973 and 1997 respectively. For these reasons, there arises the need to analyze the existing service of coverage, evaluating the stations location considering the zones of high risk, raising topographic profiles, effecting television broadcast coverage calculations, and realizing measurements of field intensity. Moreover, this investigation proposes to re-design the system of coverage, giving a solution based on the study of alternatives, assuring a suitable and feasible both technical and economic design for the company.*

**Key words:** System of coverage, broadcast, zones of high risk.

## Introducción

Las condiciones del servicio de televisión de RCTV brindado a la población del Litoral Central, después del deslave ocurrido en diciembre de 1999, motivaron la realización de este Trabajo Especial de Grado, debido a que el estado Vargas fue el más afectado con el deslave.

Desde la primera etapa de la emergencia, se constituyeron comisiones de atención, y surgieron las dudas sobre cómo recuperar el Litoral, cómo establecer prioridades y cómo reconstruir respetando las amenazas ambientales. Bajo estas preocupaciones, se creó la Autoridad Única de Área del estado Vargas (AUAEV) integrando distintos profesionales para atender la visión de la reconstrucción.

La empresa RCTV, para proveer el servicio de difusión de televisión en una zona determinada requiere hacer un diseño adecuado, de acuerdo a los recaudos técnicos de la Guía para la Obtención de las Habilitaciones de Radiodifusión Sonora y Televisión Abierta, sus Atributos y las Concesiones de Radiodifusión tomando en cuenta las características del área a cubrir, la ubicación de las estaciones, el sistema de puesta a tierra, el arreglo de antenas y los equipos de la caseta de transmisión, entre otros aspectos, con la finalidad de lograr una cobertura apropiada, empleando equipos y sistemas ade-

cuados, de tal manera que sea posible ofrecer a la población un servicio de difusión (*broadcast*) de la mejor calidad posible.

Actualmente, RCTV cuenta con un sistema de cobertura diseñado e implantado en el Litoral Central de Venezuela, antes de los sucesos del año 1999, formado por 2 estaciones transmisoras ubicadas en Punta de Mulatos y Caraballeda. Adicionalmente, existe una situación de inseguridad en la estación de Punta de Mulatos, en la cual han ocurrido diversos robos, debido a la cercanía de los barrios que se han ido asentando en el área.

De acuerdo a lo expuesto, se puede observar la necesidad de evaluar la situación actual para cubrir el Litoral Central y a su vez rediseñar el sistema de cobertura evaluando las características actuales de la región. Con este fin se plantean ciertos objetivos que se presentan a continuación:

- Identificar las áreas definidas para ser habitadas y las zonas de alto riesgo en el Litoral Central, a través de las regulaciones vigentes en el estado Vargas.
- Conocer los patrones de radiación de las estaciones que cubren el Litoral Central.
- Realizar mediciones de intensidad de campo eléctrico en el Litoral Central para la frecuencia asociada al canal de operación de RCTV.
- Estudiar las características topográficas del Litoral Central a través del levantamiento de perfiles para las estaciones existentes y propuestas.
- Rediseñar el sistema de cobertura para cubrir el Litoral Central de Venezuela cumpliendo con las regulaciones de CONATEL para el estudio de cobertura.

La realización de este artículo presenta la estructura del Trabajo Especial de Grado definiendo el marco referencial, la metodología, donde se presenta una descripción del desarrollo de la investigación, los resultados obtenidos y las conclusiones.

## I. Marco referencial

I.1 Antecedentes de la empresa  
Radio Caracas Televisión es la empresa pionera en la televisión venezolana e inició sus transmisio-

nes el 15 de noviembre de 1953 desde la Colina, en Caracas. Ésta siempre ha dado lo mejor tanto en recursos humanos como en recursos técnicos. Ahora y siempre, RCTV ha tenido como objetivo entretener al venezolano, mantenerlo informado de forma veraz y objetiva presentando programas de opinión y programas educativos, entre otros. Es por esto que RCTV se ha mantenido en un lugar privilegiado dentro del hogar de los venezolanos.

La televisión es uno de los medios más extendidos en la sociedad y en la actualidad se considera el pasatiempo nacional de mayor popularidad. Una prueba de esto se tiene al consultar las mediciones de hábitos y tendencias televisivas en Venezuela efectuadas por la AGB Panamericana donde se revela que para el año 1999 el número medio de televisores encendidos durante las horas de programación fue del 12.1% y dos años después, en el 2001, se incrementa a 13.1%. “La televisión hoy en día es una parte integral de los negocios y la vida social de América” (RABINOFF, 1953, p.1)

### 1.2 Bases teóricas

El estudio de propagación y generación de las ondas electromagnéticas requiere del conocimiento de los principios de funcionamiento y las características de los sistemas más usados en ingeniería, así como también es necesario contar con las herramientas matemáticas apropiadas para que sea posible expresar ciertos parámetros y resultados. Por estos motivos a continuación se presentan algunos conceptos básicos que se manejarán a lo largo de la siguiente investigación.

#### Radiación Electromagnética

Es una combinación de campos eléctricos y magnéticos oscilantes y perpendiculares entre sí que se propagan a través del espacio transportando energía de un lugar a otro. A diferencia de otros tipos de onda como el sonido, que necesitan un medio material para propagarse, la radiación electromagnética se puede propagar en el vacío. Durante la propagación de la onda, el campo eléctrico oscila en un eje perpendicular a la dirección de propagación, y el campo magnético también oscila pero en dirección perpendicular al campo eléctrico. En la figura 1 se muestra una representación del campo eléctrico y el campo magnético.

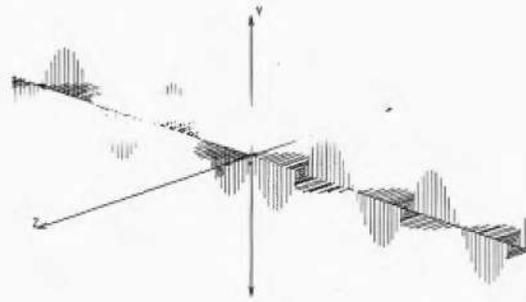


Figura 1. Representación campo eléctrico y magnético  
Fuente: Elaboración Propia

#### Antena

La radiación de energía electromagnética de forma eficiente y en determinadas direcciones requiere la distribución de las cargas y corrientes de manera específica. “Las antenas son estructuras diseñadas para radiar y recibir energía electromagnética eficazmente” (CHENG, 1998, p. 426).

Algunos de los parámetros característicos de las antenas son: la directividad, la polarización, la ganancia y la potencia.

#### Altura sobre el promedio del terreno “ASPT”

Representa el parámetro que proporciona un promedio de la topografía del terreno y la influencia de las condiciones de propagación. El cálculo de la ASPT requiere las alturas en las diferentes distancias del trayecto.

Para calcular la altura sobre el promedio del terreno o ASPT es necesario contar con las alturas y distancias del trayecto.

La expresión general es la siguiente:

$$ASPT = h_{or} - NMT \quad (1)$$

Donde la  $h_{or}$  es la altura del origen de radiación sobre el nivel del mar y NMT es el nivel medio del terreno (también conocido como altura promedio del terreno APT) y se determina dividiendo el área bajo la curva de la fracción del trayecto considerado. Para calcular la ASPT existen cuatro casos posibles:

- Terreno plano: para cuando la antena se encuentra directamente sobre el terreno a cubrir; en este caso el NMT es igual a cero y la ASPT es igual a la altura del origen de la radiación.

- Distancias menores de 3 Kilómetros: se toma como ASPT la diferencia de altura entre el origen de la radiación y la altura del sitio o antena de recepción.
- Distancias entre 3 y 15 kilómetros: se calcula la ASPT restándole a la altura de origen el cociente del área bajo la curva del trayecto.
- Distancias mayores de 15 kilómetros: la ASPT se calcula restándole a la altura de origen el cociente bajo la curva del trayecto entre los 3 y 15 kilómetros.

#### Intensidad de campo

“Es el parámetro que nos permite saber la magnitud con que una onda electromagnética radiada por una antena o sistema radiante llega a un punto cualquiera del espacio” (Gómez & García, 2005, p. 2).

La intensidad de campo se suele medir en unidades de tensión/longitud, como por ejemplo: Voltios/metros, dB $\mu$ V/m, dBmV/m.

Existen contornos de intensidad de campo definidos por CONATEL para brindar un servicio de televisión, de acuerdo al canal de operación. La tabla I muestra el valor en dB $\mu$ V/m de cada contorno definido, donde el contorno 1 y el contorno 2 se emplean para representar la cobertura a la comunidad deseada. A su vez, el contorno 3 se considera para indicar el límite de la extensión de cobertura para protección de interferencia y es considerado en la autorización de otras estaciones de televisión. Los contornos requeridos que deben indicarse en un estudio de cobertura para un servicio de televisión de acuerdo al canal que se emplee, se presentan en la siguiente tabla:

Tabla I. Contornos definidos para servicio de televisión

SERVICIO	CONTORNO 1	CONTORNO 2	CONTORNO 3
TV VHF (Canales 2 al 6)	74 dB $\mu$ V/m	68 dB $\mu$ V/m	47 dB $\mu$ V/m
TV VHF (Canales 7 al 13)	77 dB $\mu$ V/m	71 dB $\mu$ V/m	56 dB $\mu$ V/m
TV UHF (Canales 21 al 69)	86 dB $\mu$ V/m	74 dB $\mu$ V/m	64 dB $\mu$ V/m

Fuente: CONATEL

Para predecir la distancia desde la estación transmisora al contorno de intensidad de campo

para televisión, la FCC provee las curvas de propagación FCC (50, 50), que representan la intensidad de campo estimada en el 50% de las localidades el 50% del tiempo.

#### Curvas FCC (50,50)

“Las curvas FCC (50,50) son unas curvas experimentales de intensidad de campo eléctrico utilizadas para predecir el nivel de señal en un lugar determinado. Este método estadístico desarrollado por la FCC refleja la influencia de todos los factores que modifican las condiciones de propagación” (RAMIREZ, 2001, p. 55).

Las curvas FCC (50,50) proveen la distancia a los contornos de intensidad de campo eléctrico para un determinado nivel de potencia con una cierta altura de antena (ASPT), que es calculada considerando su centro de radiación sobre el promedio del terreno. (BARTLETT, 1975, p. 136)

#### Servicio de difusión

De acuerdo a CONATEL (2005) “es aquel en el cual la transmisión se hace en un solo sentido, desde uno o más puntos de emisión y quien recibe la señal lo hace sintonizando libremente de acuerdo a su interés”. La antena transmisora envía la señal que es captada por los equipos receptores de diferentes usuarios, ubicados en cualquier zona geográfica dentro del área de cobertura.

#### Cobertura

Es la capacidad de proporcionar un servicio de comunicaciones a los usuarios del área geográfica autorizada para tal efecto.

#### Zona de sombra

Es aquella parte del área de cobertura en la que debido a obstáculos topográficos del terreno, la estación no puede proporcionar un servicio adecuado.

#### Radiodifusión de televisión

“Es aquél cuyas emisiones son de video, audio y datos. Se transmiten al público en general en bandas especificadas en el Plan Nacional de Atribución de Frecuencias, en señal abierta de libre recepción.” (CONATEL, 2005).

### III. Metodología

#### III.1 Análisis del sistema de cobertura actual:

Para la elaboración de la investigación se realizan una serie de actividades de investigación, consulta y análisis, recogiendo información del estado Vargas, que permiten conocer las actividades más importantes que se desarrollan y su distribución, junto con datos demográficos y su tendencia en el futuro de acuerdo a las parroquias. Estos datos se consiguen consultando el informe síntesis del Plan de ordenamiento del Área de Protección y Recuperación del estado Vargas.

Adicionalmente, se determinan las zonas de alto riesgo a través de los mapas y reglamentos existentes proporcionados por la Autoridad Única de Área del estado Vargas (AUAEV), lo cual permitirá determinar si las estaciones existentes se encuentran en zonas de riesgo y a su vez contar con datos precisos para analizar y proponer un nuevo diseño de cobertura.

La fase de análisis de los patrones de radiación de las estaciones de televisión de RCTV, que actualmente dan cobertura al estado Vargas y las frecuencias que emplean, se logró mediante la solicitud de los informes técnicos que posee la empresa. Es importante destacar que dichos informes fueron aprobados por CONATEL para brindar el servicio de televisión abierta.

Para graficar el patrón de radiación, se utilizó un programa propiedad de la empresa, en el cual se introducen cada 10 grados los valores normalizados del campo eléctrico, obtenidos a partir de las especificaciones de las antenas. La gráfica del patrón horizontal de radiación se encuentra en coordenadas polares, lo cual permite conocer la distribución de campo eléctrico en función del azimut, tomando como centro el punto de origen de radiación. Es importante destacar que todos los grados en este Trabajo Especial de Grado tienen como referencia el norte y son medidos en sentido de las agujas del reloj.

Con la finalidad de conocer los valores reales de intensidad de campo eléctrico de la señal de RCTV en el Litoral Central para sus dos canales de operación (canal 2 y canal 7), se seleccionaron 7 puntos en diferentes áreas, los cuales se muestran a continuación:

Tabla II. Puntos seleccionados para medir la intensidad de campo eléctrico

Fuente: Elaboración Propia

PUNTOS	LUGAR DE MEDICIÓN
1	Plaza Las Palomas, frente a gobernación del Estado Vargas; calle 3 Guzmania. Macuto
2	Calle 1 Álamo, al lado de plaza San Bartolomé
3	Avenida Carlos Soubllette, al lado de los silos. La Guaira
4	Urbanización Soublete, plaza Libertador Simón Bolívar.
5	Bulevar la marina, frente a restauran El Caney del Chivo. Catamare
6	Urbanización Páez, plaza Páez, calle Central.
7	Avenida principal Los Corales

Los equipos empleados para las mediciones de campo eléctrico en la zona del Litoral Central de Venezuela consistieron en:

- Analizador de Espectro y TV PROLINK – 3C+.
- Antena ANT – 71, tipo dipolo ajustable.
- Cable Coaxial.
- Mástil con trípode.



Figura 2. Equipo PROLINK-3C+ empleado para medir intensidad de campo eléctrico

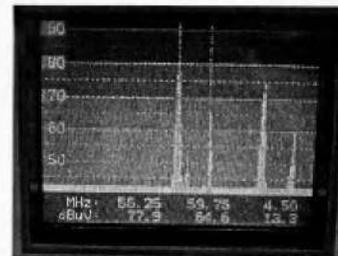


Figura 3. Pantalla del equipo PROLINK 3C+ en Modo de Analizador de Espectro



Figura 4. Pantalla del equipo PROLINK 3C+ en Modo de operación TV (presenta señal de TV demodulada)

Fuente: Elaboración Propia

Para medir la intensidad de campo radiada, se utilizó la antena patrón de medida ANT -71, un medidor de nivel de señal PROLINK-3C+, y los factores de corrección de la antena utilizada. De esta forma, la antena colocada previamente sobre el mástil se conecta al medidor de nivel de señal mediante cable coaxial, luego se procede a medir en cada uno de los 7 puntos escogidos el nivel de intensidad de señal recibido y se aplica el factor de corrección **K**.

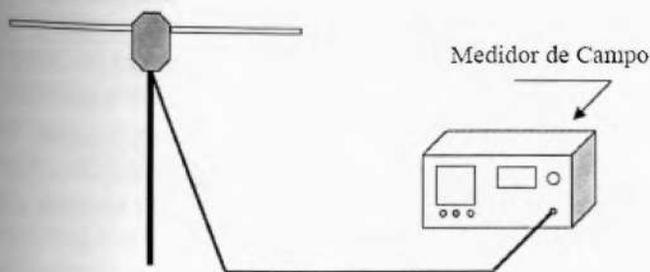


Figura 5. Esquema de conexión entre equipo medidor del nivel de señal y antena

Fuente: Gómez & García (2005, p. 3)

Adicionalmente, se midió la intensidad de la señal de Venevisión (canal 9), y Venezolana de Televisión (canal 11). Los datos obtenidos fueron corregidos por su factor de corrección "**K**" correspondiente, para posteriormente ser tabulados y presentados en gráficas comparativas entre los niveles medidos de los diferentes canales tanto para audio como para video.

Para analizar el sistema de cobertura actual, se levantaron 18 perfiles por cada una de las 2 estaciones existentes, los cuales corresponden al trayecto de radiales separados 20 grados entre sí y trazados desde la estación que se analiza, mediante los mapas suministrados por la Autoridad Única de

Vargas en escalas 1:10.000 (1 centímetro equivale a 0.1 Km) y 1: 25.000 (1 centímetro equivale a 0.25 Km), y el programa Radio Mobile.

Cada perfil tiene un alcance de 50 Km, tomándose las cotas de los puntos más significativos del trayecto del radial que se analiza. La actividad se realizó de esta manera porque la empresa posee un programa aprobado por CONATEL, que toma entre otros datos, los 18 perfiles realizados por estación para presentar los cálculos de cobertura y las distancias a los contornos de intensidad de campo eléctrico definidos por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones de acuerdo al canal. Estos datos fueron tabulados y posteriormente graficados empleando el software mencionado propiedad de la empresa.

El programa emplea las curvas FCC (50,50) que proporcionan la intensidad de campo para dar un servicio estimado al 50 % de las localidades, el 50% del tiempo, a través de la entrada de datos de transmisión, de antena a emplear pérdidas del cable y datos topográficos.

Una vez recibidas todas las entradas, el programa entrega una tabla con los siguientes cálculos para cada radial:

- Nivel medio del terreno (NMT), también conocida como altura promedio del terreno (APT) en metros.
- Altura sobre el promedio del terreno (ASPT) en metros.
- Factor de rugosidad del terreno (Delta H) en metros.
- Potencia efectiva radiada (PER), tanto en Kw como dB.
- Distancia en kilómetros a los contornos de intensidad de campo eléctrico correspondientes al canal que se emplea.
- Gráfico de distancia a los contornos de intensidad de campo eléctrico.
- Gráfico del patrón de radiación horizontal.

Es importante resaltar que se analizó visualmente el terreno en los diferentes radiales, debido a que las curvas FCC (50, 50) no son del todo precisas por ser modelos empíricos, lo cual puede generar errores de cobertura. Estas curvas toman como altura de la antena la ASPT, la cual considera la altura del centro de radiación y un promedio del nivel del terreno del trayecto analizado, y en caso de existir una topo-

grafía con una elevación repentina muy abrupta, el programa puede sobreestimar la cobertura. Es por ello que no se debe usar un determinado software sin conocer sus limitaciones.

### III. 2 Nuevo diseño del sistema de cobertura

Se evaluaron las condiciones de vialidad actual en el estado Vargas y las zonas de alto riesgo, de acuerdo a los mapas obtenidos a partir de la AUAEV, el software *MapSource* y *Google Earth*, con la finalidad de localizar posibles puntos para la ubicación de las estaciones transmisoras en el nuevo diseño de cobertura.

Se estableció como criterio la necesidad de establecer alternativas para escoger dos puntos, uno que cubriese la zona de la costa que la Estación Caraballeda actualmente cubre, y otra más cercana a la población de Catia la Mar para reemplazar la Estación de Punta de Mulatos, mejorando su cobertura a través de un patrón más amplio. Los 2 puntos escogidos conformarían en conjunto un sistema capaz de cubrir el área de interés en el Litoral Central, donde existe población. La razón por la que se seleccionarán dos puntos es que con una sola estación no es factible cubrir todo el territorio del Litoral con un buen nivel de señal, por la presencia de múltiples obstáculos del terreno.

Se ubicaron los 4 puntos escogidos en zonas con cierta altura para evitar obstrucciones de la señal y así poder evitar al máximo las zonas de sombra. La ubicación definitiva de los lugares donde se localizarán las estaciones se decidirá luego del levantamiento de perfiles de cada uno de los posibles puntos y los resultados del análisis de cobertura para tomar una decisión lo más acertada posible de acuerdo a las condiciones analizadas y las visitas a las zonas.

De igual forma que en el análisis topográfico de las estaciones existentes, se procedió al levantamiento de perfiles para cada uno de los 4 posibles puntos seleccionados como alternativas en el nuevo diseño para el Litoral Central.

Adicionalmente, se revisaron modelos de antenas de varios fabricantes y se solicitó información por correo electrónico a la empresa Kathrein sobre antenas para canal 2 y 7, seleccionando las más apropiadas dependiendo del área que se deseaba cubrir.

A los puntos 1 y 2 se les asignará el mismo modelo de antena para operar bajo el canal 2 a partir la

selección anteriormente mencionada, por estar en montañas adyacentes muy similares entre sí. Esta antena debe tener dos lóbulos principales en dirección de 70 grados y 290 grados aproximadamente tomando como referencia el norte.

A los puntos 3 y 4 se les asignará la misma antena seleccionada para operar bajo las frecuencias asociadas al canal 7 y por tener ubicaciones bastante diferentes, debe rotarse este equipo de acuerdo a la localización geográfica de cada punto. El punto 3 debe dirigirse hacia el norte para tener un patrón con dos lóbulos laterales mayores en la dirección de 70 grados (Maiquetía) y 280 grados (Catia la Mar) aproximadamente, y el punto 4 hacia los 100 y 250 grados, lo cual indica una rotación de la antena de 180 grados con respecto al punto 3. De esta forma se logra que los dos lóbulos principales se orienten hacia la población a cubrir en ambos casos.

El método para determinar las zonas de cobertura de cada alternativa se realiza a través del mismo programa utilizado para analizar el sistema de cobertura actual, basado en las curvas FCC (50, 50).

Una vez realizado el estudio topográfico que permitió obtener los cálculos de cobertura y las distancias a los contornos de intensidad de campo requeridas para cada uno de los 4 puntos seleccionados como alternativas, se procede a escoger los más convenientes en términos de calidad de cobertura y seguridad. Con este objetivo, se efectuó una visita a las zonas donde se ubicaban los 4 posibles puntos para observar los tipos de asentamientos urbanos cercanos y las vías de acceso. Con base en la mejor opción se tomó la decisión.

Dado que las estaciones existentes en sus casetas de transmisión poseen equipos en perfecto estado y adecuados para las características de las nuevas estaciones, se decide utilizarlos. Esto contribuye a lograr un abaratamiento de costos para la empresa, y se garantiza que el personal encargado de manejar estos equipos ya tenga el conocimiento necesario para operarlos sin inconvenientes. Por último, se selecciona las características de las torres presentes en el nuevo diseño, su forma y dimensiones, consultando a la empresa OPTODATA. Además de seleccionar los componentes del sistema de puesta a tierra para drenar la corriente eléctrica al interior de la masa terrestre en las estaciones que conforman el nuevo diseño de cobertura en el Litoral Central.

## IV. Resultados

### IV.1 Análisis del sistema de cobertura actual

La población del estado Vargas es un factor de gran importancia para la planificación de los desarrollos futuros, por lo que se obtuvo la información de crecimiento esperado, donde se puede apreciar que la mayor densidad de población por parroquia se encuentra en Catia la Mar y Maiquetía.

Tabla III. Proyección tendencial de la población a nivel de parroquias

Fuente: Elaboración Propia

PARROQUIAS	POBLACIÓN (hab)				
	2000	2005	2010	2015	2020
Caraballeda	34,702	36,693	38,799	41,877	45,200
Catia La Mar	115,233	120,513	126,034	130,313	134,738
La Guaira	24,818	25,205	25,598	25,880	26,166
Macuto	13,639	13,268	12,907	12,664	12,425
Maiquetía	57,748	55,813	53,943	52,661	51,409
Naiquatá	16,297	17,087	17,915	18,562	19,233
TOTAL	262,439	268,400	275,196	280,567	289,171

El estado Vargas es un área afectada por el desastre natural ocurrido en 1999, razón por la cual se declara un régimen especial de administración que permita su recuperación. Como parte de la caracterización y diagnóstico, la AUAEV produjo un conjunto de mapas, producto de la delimitación del área en macro-unidades de ordenamiento y manejo, en las cuales se identifican las zonas de alto riesgo denominadas UU6 de acuerdo a los reglamentos definidos.

En las figuras 6, 7 y 8 se muestra un acercamiento en el área total del mapa para apreciar la región UU6, en las macrounidades I, II y III respectivamente. Es importante destacar que la macrounidad IV no posee zona UU6.

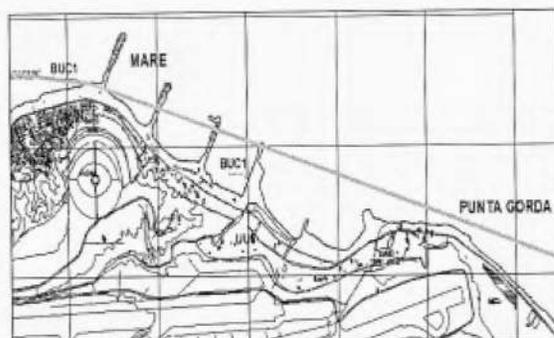


Figura 6. Zona UU6 en Macrounidad I

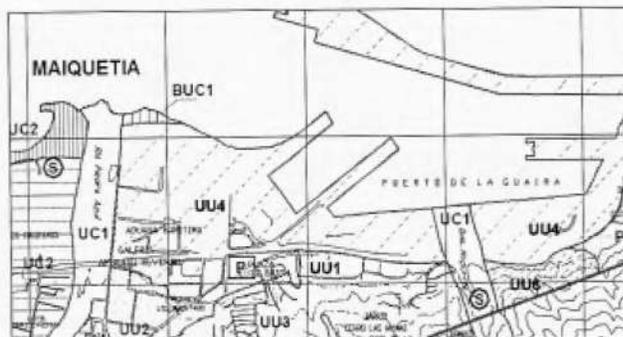


Figura 7. Zona UU6 en Macrounidad II

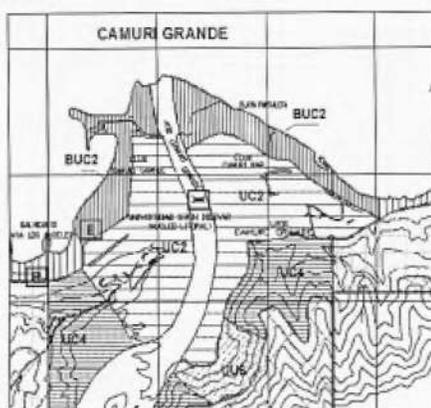


Figura 8. Zona UU6 en Macrounidad III

Fuente: Mapas de Macro Unidades del Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Área de Protección y Recuperación Ambiental del Estado Vargas.

Una vez analizada la ubicación de las zonas de alto riesgo definidas por las autoridades existentes, es posible a su vez llegar a la conclusión de que las estaciones existentes no se encuentran en zonas de alto riesgo. La estación Caraballeda se encuentra en la zona definida como subunidad de protección y conservación llamada BUC 2, caracterizada por estar dentro del área de mayor influencia marina,

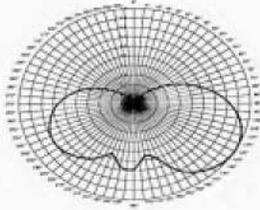


Figura 9 Patrón de radiación horizontal de Caraballeda  
Fuente: Informe técnico de la estación Caraballeda

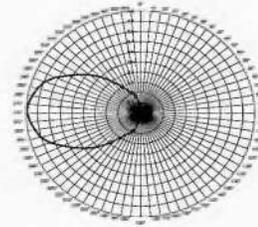


Figura 10. Patrón de radiación horizontal de Punta de Mulatos  
Fuente: Informe técnico de la estación Punta de Mulatos

presentando amenazas potenciales. La estación Punta de Mulatos se localiza en el área UU3 o subunidad de rehabilitación de barrios, que se identifica como el área que comprende los asentamientos informales o barrios.

Como siguiente fase del análisis del sistema actual, se obtienen los diagramas de radiación de las antenas empleadas. El patrón de radiación de una antena representa la variación de la intensidad de campo eléctrico emitido por ésta. A continuación se presenta la gráfica del patrón horizontal de radiación en coordenadas polares, lo cual permite conocer la distribución de campo eléctrico en función del azimut, tomando como centro el punto de origen de radiación tanto para la estación Caraballeda como Punta de Mulatos.

El patrón de radiación horizontal de la estación Caraballeda presentado en la figura 9 es una cardioide, donde el lóbulo derecho es más ancho y presenta mayor cobertura en la dirección de los 120 grados, medidos a partir del norte en sentido horario. La estación de Punta de Mulatos presenta un patrón directivo orientado hacia los 270-280 grados aproximadamente, donde se encuentra la zona de Catia la Mar.

En cuanto a las frecuencias de operación de ambas estaciones, se obtiene que la estación Caraballeda funciona bajo el canal 2 (54 – 60 MHz) y la estación Punta de Mulatos bajo las frecuencias correspondientes al canal 7 (174 – 180 MHz), las cuales se encuentran dentro de la banda VHF.

Adicionalmente, se efectúan las mediciones de campo en los puntos más importantes escogidos dentro del área del estado Vargas, donde se obtuvieron los resultados mostrados en las tablas IV y V, obtenidos tanto para video como para audio en los 2 canales de operación de RCTV, Venevisión (VV) y Venezolana de Televisión (VTV).

Tabla IV. Cuadro comparativo de los niveles de video de distintos canales de TV medidos y corregidos

Fuente: Elaboración Propia

PUN-TOS	RCTV (CANAL 2)	RCTV (CANAL 7)	VV (CANAL 9)	VTV (CANAL 11)
	dBµV/m	dBµV/m	dBµV/m	dBµV/m
1	50,25	62,56	79,13	58,06
2	53,75	61,16	75,63	56,66
3	59,15	99,76	97,23	63,96
4	RUIDO	44,46	50,33	62,46
5	89,25	45,96	58,83	70,46
6	45,35	37,76	50,23	63,56
7	45,35	62,56	91,83	80,76

Tabla V. Cuadro comparativo de los niveles de audio de distintos canales de TV medidos y corregidos

Fuente: Elaboración Propia

PUNTOS	RCTV (CANAL 2)	RCTV (CANAL 7)	VV (CANAL 9)	VTV (CANAL 11)
	dBµV/m	dBµV/m	dBµV/m	dBµV/m
1	35,15	57,06	74,23	42,36
2	23,05	42,76	70,53	42,46
3	35,75	93,46	85,93	56,06
4	RUIDO	40,66	43,03	43,96
5	32,35	42,46	47,93	61,66
6	22,95	29,06	39,83	53,26
7	22,95	42,06	70,03	65,06

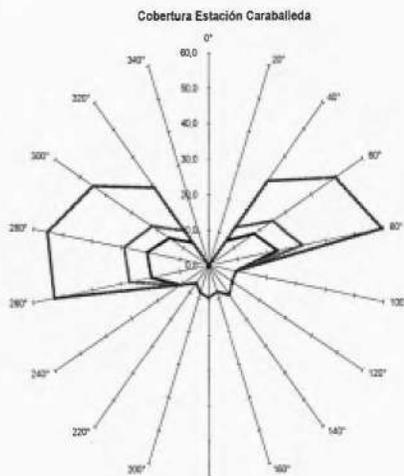
Finalmente, se efectúan los cálculos de cobertura a través del software descrito en la metodología para las dos estaciones que conforman en sistema de cobertura actual.

La estación Caraballeda, por tener un patrón de radiación orientado hacia el sur, sin ganancia entre

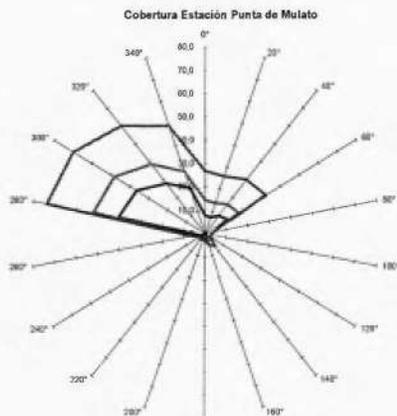
los  $340^{\circ} - 20^{\circ}$  (medidos a partir del norte), tiene como potencia efectiva radiada un valor igual a 0 en estos radiales. Es posible observar que el contorno de ciudad principal es menor entre los  $140^{\circ}$  y  $240^{\circ}$  debido a la cercanía de las altas montañas del Ávila que impiden el paso de la señal.

La estación Punta de Mulatos también fue analizada con base en sus condiciones de cobertura. Las distancias a los contornos son mucho mayores entre los 280 y 340 grados, debido a la directividad de la antena.

Tabla VI. Representaciones de cobertura de las estaciones existentes  
Fuente: Elaboración Propia



Representación de los contornos de cobertura de la Estación Caraballeda



Representación de los contornos de cobertura de la Estación Punta de Mulatos

#### IV.2 Nuevo diseño del sistema de cobertura

Se localizaron 4 puntos posibles en el estado Vargas para la localización de las estaciones transmisoras en el nuevo diseño.

Dos de los puntos se ubicaron en montañas adyacentes en la zona de Macuto, con la finalidad de dar cobertura a las zonas que la estación Caraballeda alcanzaba; estos puntos se llamaron "Punto 1" y "Punto 2".

Los otros dos puntos, llamados "Punto 3" y "Punto 4", fueron ubicados cercanos a la región de Catia la Mar. El punto 3 se encuentra en una montaña en los alrededores de la zona y el punto 4 se localiza en la región de Playa Grande cercana al aeropuerto de Maiquetía.

Tabla VII. Datos de los posibles puntos de cobertura en el nuevo diseño

Fuente: Elaboración Propia.

	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4
Coordenadas	10° 36'11.39" N 66° 53'12.24" W	10° 36'3.72" N 66° 53'34.07" W	10° 35'9.65" N 67° 1'24.6" W	10° 36'27" N 67° 0'30" W
Altura	201	241	217	66

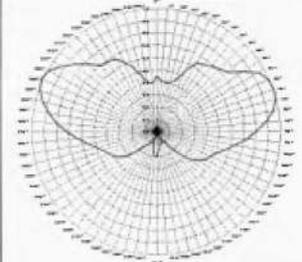
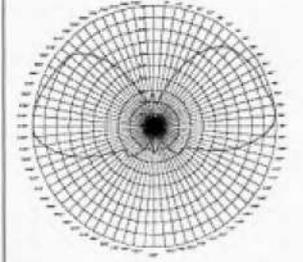
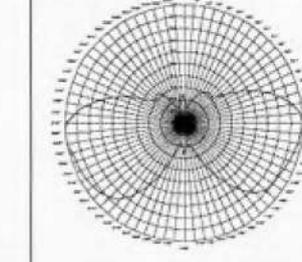
Cada una de las alternativas seleccionadas se encuentra fuera de las zonas de alto riesgo UU6, para garantizar la viabilidad y factibilidad del nuevo sistema de cobertura considerando las regulaciones existentes.

Los puntos 1 y 2 están dentro de la zona PCA2, caracterizada por permitir el desarrollo de nuevas infraestructuras, construcción de caminerías y vialidad. Además permite el mantenimiento de estructuras de transmisión y distribución eléctrica, así como también instalaciones para la recreación (AUAEV, p. 48). El punto 3 se ubica en la subunidad PCA3, que si bien no está definida como zona de alto riesgo UU6, presenta ciertas restricciones físico-ambientales, tales como altas pendientes y propensión a movimientos de masa. Por otra parte, el punto 4 se encuentra en la región UU4, la cual comprende las áreas destinadas al desarrollo de diversas actividades.

Las antenas seleccionadas para el punto 1, punto 2, punto 3 y punto 4 poseen las siguientes características:

Tabla VIII. Resumen características de las antenas seleccionadas

Fuente: Elaboración Propia

Características	Punto 1 y Punto 2	Punto 3	Punto 4
Marca	Kathrein	Kathrein	Kathrein
Modelo	3 x 2 K52 31 827	2 x 2 K52 33 57	2 x 2 K52 33 57
Frecuencia (MHz)	54 - 60	174 - 180	174 - 180
Canal	2	7	7
Ganancia (dBd)	10.3	10.2	10.2
Patrón de radiación horizontal			

Es importante recordar que la antena para el punto 3 y punto 4 es las misma, sólo que el patrón en el caso del punto 4 se encuentra rotado 180 grados respecto al norte para orientarlo apropiadamente a la ubicación de la población, debido a que esta estación se encuentra más cercana a la costa que la estación en el punto 3.

En el caso del punto 1 y punto 2 no se requiere rotar la antena, porque la ubicación de ambos es muy próxima, se encuentran en montañas adyacentes.

Al igual que en el caso de las estaciones existentes, es indispensable conocer para la evaluación de las 4 alternativas existentes una estimación del área de cobertura que cada punto puede alcanzar. Con esta finalidad, se obtienen los valores para los diferentes parámetros del cálculo de cobertura en el punto 1, punto 2, punto 3 y punto 4. A continuación se muestra una representación del área de cobertura obtenida a partir de los cálculos efectuados.

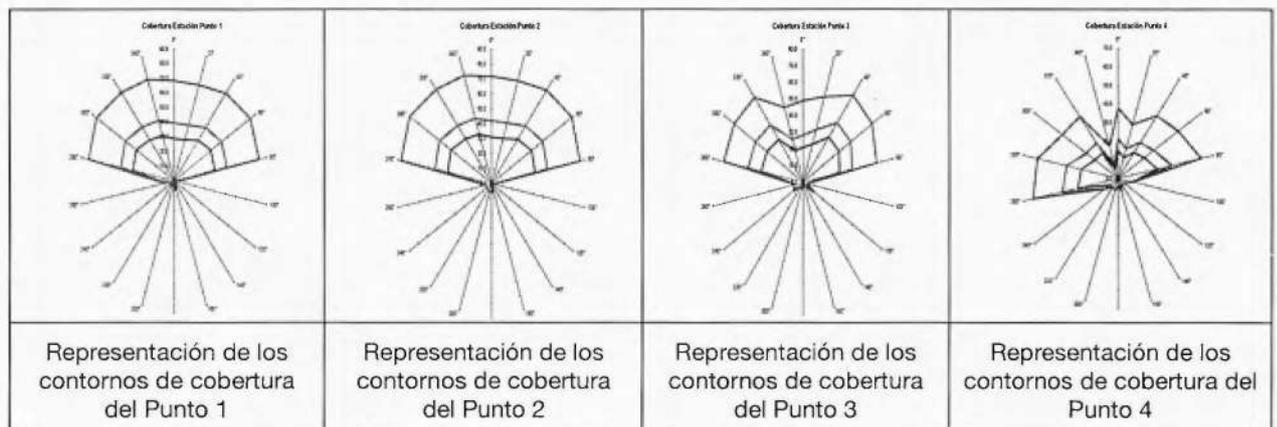
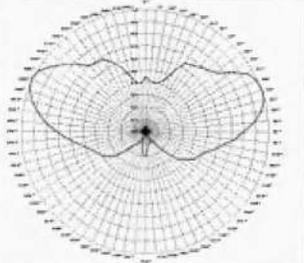
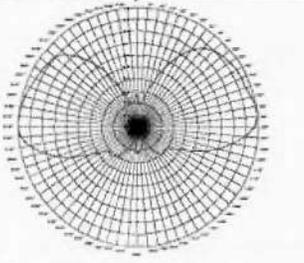
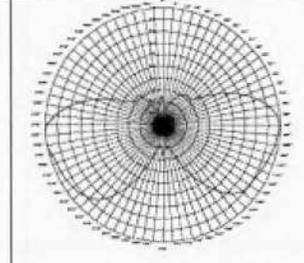


Tabla IX. Representaciones de cobertura de las alternativas para el nuevo diseño

Fuente: Elaboración propia

Tabla VIII. Resumen características de las antenas seleccionadas

Fuente: Elaboración Propia

Características	Punto 1 y Punto 2	Punto 3	Punto 4
Marca	Kathrein	Kathrein	Kathrein
Modelo	3 x 2 K52 31 827	2 x 2 K52 33 57	2 x 2 K52 33 57
Frecuencia (MHz)	54 - 60	174 - 180	174 - 180
Canal	2	7	7
Ganancia (dBd)	10.3	10.2	10.2
Patrón de radiación horizontal			

Es importante recordar que la antena para el punto 3 y punto 4 es las misma, sólo que el patrón en el caso del punto 4 se encuentra rotado 180 grados respecto al norte para orientarlo apropiadamente a la ubicación de la población, debido a que esta estación se encuentra más cercana a la costa que la estación en el punto 3.

En el caso del punto 1 y punto 2 no se requiere rotar la antena, porque la ubicación de ambos es muy próxima, se encuentran en montañas adyacentes.

Al igual que en el caso de las estaciones existentes, es indispensable conocer para la evaluación de las 4 alternativas existentes una estimación del área de cobertura que cada punto puede alcanzar. Con esta finalidad, se obtienen los valores para los diferentes parámetros del cálculo de cobertura en el punto 1, punto 2, punto 3 y punto 4. A continuación se muestra una representación del área de cobertura obtenida a partir de los cálculos efectuados.

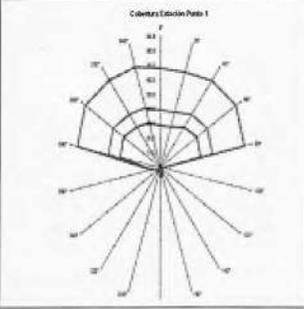
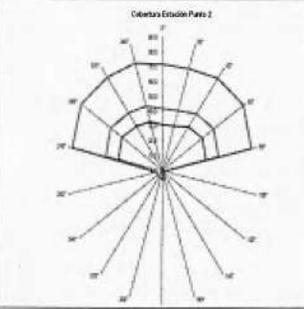
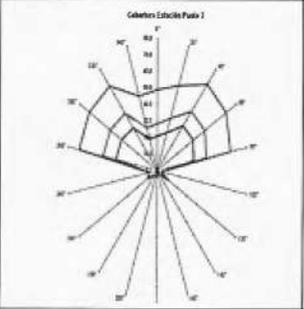
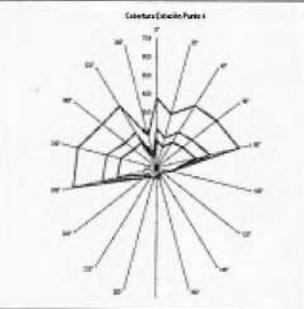
			
Representación de los contornos de cobertura del Punto 1	Representación de los contornos de cobertura del Punto 2	Representación de los contornos de cobertura del Punto 3	Representación de los contornos de cobertura del Punto 4

Tabla IX. Representaciones de cobertura de las alternativas para el nuevo diseño

Fuente: Elaboración propia

Una vez analizada la situación de riesgo, topografía, parámetros de cobertura y distancia a los contornos de intensidad de campo de cada alternativa, se realizan visitas a las diferentes zonas. Se pudo observar que las vías de acceso tanto para el punto 1 como para el punto 2 requieren cierta inversión, dado que las carreteras mostradas en los diversos mapas son muy estrechas y sólo es posible acceder mediante motos y no existe tránsito vehicular. Sin embargo, el trayecto hacia el punto 1 es más corto desde la vía de acceso más cercana, por lo que la inversión sería menor. Además, se pudo observar que las cercanías a las montañas tienen sistema eléctrico y presentan la ventaja de no estar pobladas por barrios. Finalmente, se seleccionó el punto 1 sobre el punto 2 para reemplazar a la estación de Caraballeda, considerando que ambas alternativas poseen un buen nivel de cobertura estimado.

Posteriormente, se visitaron las zonas del punto 3 y punto 4; el primero de ellos se encuentra a una mayor altura y posee vías de acceso a la montaña, sin embargo, presenta la desventaja de tener barrios alrededor. El punto 4, se encuentra en un terreno cercano a la urbanización de Playa Grande y al aeropuerto, por lo que es más seguro y con vías de acceso desarrolladas.

Adicionalmente, de acuerdo al análisis de zonas de riesgos al momento de establecer las alternativas de los posibles puntos se conoce que al punto 3, a pesar de no estar declarado como zona de alto riesgo, se le atribuyen aspectos relacionados a altas pendientes y movimientos de masas, en contraposición al punto 4 que se describe como una zona favorable para diferentes tipos de desarrollos.

Si bien el punto 3 puede dar cobertura a las regiones de interés, se seleccionó el punto 4 por representar menores riesgos y contar con las condiciones necesarias para brindar un buen nivel de cobertura. Esto solucionaría la situación de robos e inseguridad presente en la estación existente en Punta de Mulatos.

Los equipos a emplearse en las casetas de transmisión de los puntos seleccionados para el nuevo diseño de cobertura propuesto (punto 1 y punto 4), serán los mismos que actualmente existen en las estaciones de Caraballeda y Punta de Mulatos, logrando de esta manera un uso eficiente de los recursos existentes para contribuir con la factibilidad económica de la implantación del proyecto, debido a que los equipos se encuentran operando en perfectas condiciones.

El diseño de la torre para el punto 1 es triangular y cuenta con 50 metros de altura; por otra parte, el punto 4 posee 100 metros de altura por lo que selecciona una base cuadrada para brindar mayor estabilidad a la infraestructura.

El sistema de puesta a tierra para ambas estaciones está formado por una Punta de Franklin separada del tope de la torre a través de un tubo de 2 metros de longitud, unido a un cable de acero 2/0 AWG que desciende al anillo de tierra en la base y es sujetado mediante aislantes de poliuretano que brindan aislamiento a nivel físico entre la torre y el cable. A su vez en el anillo de tierra se encuentran las barras Copperweld capaces de drenar la corriente eléctrica al interior de la tierra en forma segura, y una tanquilla de inspección del anillo permite controlar su buen funcionamiento.

## V. Conclusiones

El desarrollo de esta investigación permitió conocer y analizar las condiciones del estado Vargas, poniendo en evidencia la necesidad de considerar los cambios topográficos y circunstancias de riesgo en la construcción de cualquier tipo de infraestructura dentro del territorio del Litoral Central.

El análisis del sistema de cobertura actual demostró que a pesar de que las dos estaciones existentes no se localizan en las zonas definidas como alto riesgo (UU6), no se encuentran en lugares apropiados. La estación Caraballeda se encuentra en la zona definida como subunidad de protección y conservación llamada BUC 2, caracterizada por estar dentro del área de mayor influencia marina, presentando amenazas potenciales ante movimientos sísmicos, fuertes oleajes e inundaciones. La estación Punta de Mulatos, se localiza en el área UU3 o subunidad de rehabilitación de barrios, que de acuerdo a los reglamentos de la AUAEV se identifica como el área que comprende los asentamientos informales o barrios localizados en forma dispersa.

El sistema de difusión de RCTV tiene asignados dos canales de operación en Vargas: Caraballeda el canal 2 y Punta de Mulatos el canal 7, por lo que existen localidades que cuentan con ambos canales para ver la señal de la empresa, lo cual pudo corroborarse mediante las mediciones de intensidad de campo efectuadas en esta investigación.

- Autoridad Única de Área del Estado Vargas (2004). Punta Tanaguarena - Los Caracas, Venezuela (plano).
- Bartlett George, W. (1975). *Engineering Handbook* (Sixth Edition). Washington DC: Published by the National Association of Broadcasters.
- Cheng, D. (1998). *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería* (Versión en español). Editorial Pearson Education, Addison Wesley Logman.
- Comisión Nacional de Telecomunicaciones de Honduras. *Glosario de Términos*. Extraído el 15 de noviembre de 2005, del sitio Web: <http://www.conatel.hn/glosario.htm>
- Gómez, P. & García, I. (2005). *Medidores de Campo y su uso en medidas de señales de TV*. Prácticas de Radiocomunicación de la Universidad de Vigo. Extraído el 2 de febrero de 2006, del sitio Web: <http://www.com.uvigo.es/asignaturas/rcom/GuionPractica1.pdf>
- Presidencia de la República (2005). *Plan de Ordenamiento y Reglamento de Uso del Área de Protección y Recuperación Ambiental del estado Vargas* (Decreto 3.413, Gaceta Oficial N° 5.758). Caracas.
- Rabinoff, C. (1.983) *Principles of Television Servicing*. USA: Mc. Graw – Hill.
- Ramírez, L. (2000). *Factores que impiden que la señal de televisión de RCTV transmitida desde la estación Terepaima, se propague hasta la ciudad de Carora., Venezuela*. Tesis de Grado no publicada, Escuela de Electrónica, Universidad Nueva Esparta.