



FASE III

CULMINACIÓN

FASE III

CULMINACIÓN

A continuación se presentan los resultados de la investigación logrados a través del razonamiento e interpretación de los datos obtenidos, mediante la ejecución de las actividades. Este análisis se efectúa vinculando objetivos específicos con fases metodológicas, los datos recolectados por estos instrumentos permiten dar respuesta al objetivo general el cual está orientado al diseño de una red de repetidoras de televisión digital terrestre con la norma ISDB-TB para un canal de la ciudad de Maracaibo.

1. RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

Inmediatamente se presentan las evidencias obtenidas después de la aplicación y desarrollo de las diferentes actividades e instrumentos de investigación necesarios para el desarrollo de cada una de las fases de la metodología aplicada.

1.1. ANALISIS DE LOS DATOS

El análisis de los datos permite dar respuesta a los objetivos específicos planteados y por ende al objetivo general, la presentación de los resultados se hará según las fases metodológicas descritas en la fase II de la investigación, considerando los objetivos, las actividades y los recursos

planteados a tal fin, en este sentido se presentan a continuación los resultados de este proceso.

FASE I. DEFINIR EL PROBLEMA

Con relación al primer objetivo específico que se orienta a **Analizar la situación actual de los sistemas de televisión abierta en el municipio Maracaibo**, se describen a continuación las actividades por medio de las cuales se le dio cumplimiento a las fases metodológicas.

En este sentido se procede a hacer un **estudio de la tecnología empleada actualmente en la TV abierta** que es usada por los canales en el municipio Maracaibo del estado Zulia.

Sin embargo, aunque esta investigación está basada en el municipio Maracaibo, igualmente es válido para todo el país, ya que la norma, tecnología, o estándar actual el NTSC-M (National Television System Committee), es de uso nacional y es fijado por el estado Venezolano, la misma está en uso oficial en el país desde el año 1980.

La norma o estándar NTSC es actualmente usada en 62 países del mundo incluyendo la gran mayoría del continente americano.

Como se indica en el cuadro 6, NTSC comprende un ancho de banda total de 6 MHz en los que contiene la señal de vídeo, la señal de audio y bandas de resguardo de 0.75 MHz.

Cuadro 6
Parámetros de NTSC

NTSC	
Ancho de Banda Total	6 MHz
Líneas / Campo	525/60
Frecuencia horizontal	15,734 kHz
Frecuencia vertical	60 Hz
Frecuencia de la subportadora de color	3.579545 MHz
Ancho de banda de Video	4,2 MHz
Modulación de Sonido	FM
Portadora de Sonido	4,5 MHz

Fuente: www.ntsc-tv.com (2010)

La norma NTSC-M establece la manera como se modula la señal de una portadora y se transmite junto con una señal de sonido mediante una estación de difusión de televisión, proporciona una imagen a color con una resolución de 525 líneas con sonido mono o estéreo que puede ser captada en los terminales (TV) mediante una antena yagui, dipolo entre otras, esta señal es de recepción libre y gratuita en las zonas donde exista cobertura. Inmediatamente en la se indica en la figura como es el uso del espectro por parte de NTSC.

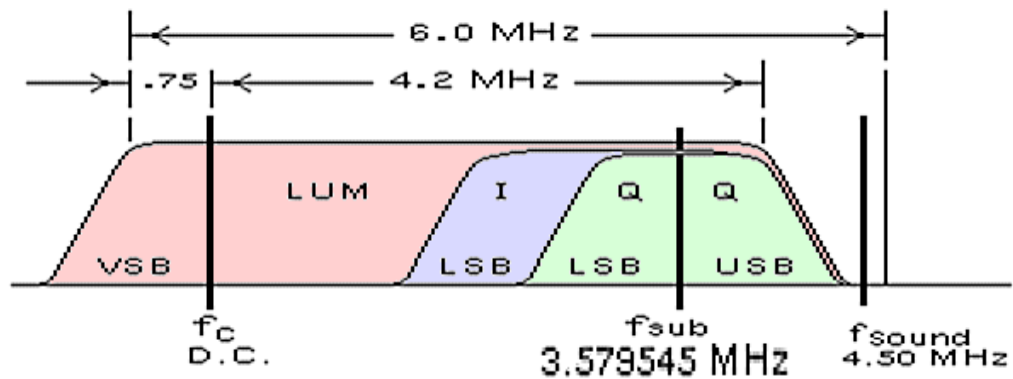


Figura 22. Ancho de Banda de NTSC

Fuente: www.ntsc-tv.com (2010)

Seguidamente, se procede a desarrollar la actividad llamada **Revisión de documentos técnicos de CONATEL (CUNABAF)**, en relación a esto y para la comprensión del uso de las frecuencias en el espectro electromagnético se procede a la revisión del Cuadro Nacional de Asignación de Bandas de Frecuencias (CUNABAF), el cual es un instrumento necesario para determinar los usos que deben darse a las bandas de frecuencias, a fin de asegurar su operatividad, minimizar la probabilidad de interferencia perjudicial, permitir la coexistencia de servicios dentro de una misma banda de frecuencias, de ser el caso, así como garantizar el uso eficiente del espectro radioeléctrico,

El mismo, es un documento técnico realizado por la Comisión Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), en el caso de esta investigación, el CUNABAF como lo describe el cuadro 7, determina para la emisión de televisión abierta las bandas de frecuencias comprendidas en VHF (Very High Frecuence) y UHF (Ultra High Frecuence).

Cuadro 7
Bandas de Canales de Televisión

Banda	Canales	Banda	Frecuencia
I	2 – 4	VHF	54 MHz – 72 MHz
II	5 – 6	VHF	76 MHz – 88 MHz
III	7 – 13	VHF	174 MHz – 216 MHz
IV	21 - 69	UHF	512 MHz – 806 MHz

Fuente: CONATEL (2010)

En el caso de VHF reserva 12 canales de 6 MHz entre las frecuencias de 54 MHz y 216 MHz, y para UHF 48 canales entre los 512 MHz y los 806 MHz como lo indica el cuadro 8, para un total teórico de 60 canales de

televisión, se habla de teóricos, ya que debido a la norma NTSC no es posible la transmisión en canales contiguos, ya que produce interferencias entre los mismos, a continuación se muestra una tabla más detallada de la distribución de frecuencias de los canales de televisión en señal abierta.

Cuadro 8
Asignación de frecuencias de radiodifusión de televisión abierta

Rango desde 54 MHz hasta 300 MHz VHF		54 MHz
	RADIODIFUSION	54 MHz - 72 MHz
	Frecuencia Inicial: 54 MHz	
	Frecuencia Final: 72 MHz	
	TV (Canales 2, 3 y 4 en VHF)	
Usos Varios		72 MHz - 76 MHz
	RADIODIFUSION	76 MHz - 88 MHz
	Frecuencia Inicial: 76 MHz	
	Frecuencia Final: 88 MHz	
	TV (Canales 5 y 6 en VHF)	
RADIODIFUSION SONORA FM		88 MHz - 108 MHz
Usos Varios		108 MHz - 174 MHz
	RADIODIFUSION	174 MHz - 216 MHz
	Frecuencia Inicial: 174 MHz	
	Frecuencia Final: 216 MHz	
	TV (Canales 7 al 13 en VHF)	
Usos Varios		220 MHz - 312 MHz
Rango desde 300 MHz hasta 806 MHz UHF		
Usos Varios		312 MHz - 512 MHz
	RADIODIFUSION	512 MHz - 806 MHz
	Frecuencia Inicial: 512 MHz	
	Frecuencia Final: 806 MHz	
	TV (Canales 21 al 69 en UHF)	

Fuente: CUNABAF (2010)

Luego de estudiadas las bandas asignadas para tal fin y desarrollando la actividad **determinar las frecuencias asignadas a TV abierta por el estado**, se procede a hacer una revisión de las frecuencias usadas actualmente por canales de televisión con señal abierta en el municipio Maracaibo del estado Zulia, estas son dadas a los operadores mediante una concesión otorgada por el Ministerio del Poder Popular para las Obras Públicas y Vivienda (MOPVI), en este caso existen 11 canales otorgados en concesión, para dar una visión general se presenta en un cuadro descriptivo de los concesionarios y las frecuencias asignadas para la explotación.

Cuadro 9
Frecuencias en uso en el Municipio Maracaibo

NOMBRE DEL OPERADOR	CANAL	BANDA	FRECUENCIAS	TIPO DE OPERADOR
TVES	2	VHF	54 MHz-60 MHz	TV PUBLICA
TELEVISA	7	VHF	174 MHz – 180 MHz	TV PRIVADA
VTV	8	VHF	180 MHz – 186 MHz	TV PUBLICA
NCTV	11	VHF	198 MHz – 204 MHz	TV PRIVADA
TELEVEN	13	VHF	210 MHz – 216 MHz	TV PRIVADA
VIVE TV	24, 34	UHF	530 MHz – 536 MHz	TV PUBLICA
CUMBRE TV	32	UHF	578 MHz – 584 MHz	TV COMUNITARIA
MERIDIANO TV	35	UHF	596 MHz 602 MHz	TV PRIVADA
TELECOLOR	41	UHF	632 MHz – 368 MHz	TV PRIVADA
CANAL Z	50	UHF	686 MHz - 692 MHz	TV COMUNITARIA
GLOBAL TV	65	UHF	776 MHz – 782 MHz	TV PRIVADA

Fuente: CONATEL (2010)

Continuando con el desarrollo de la actividades se realiza una **Visita a empresas operadoras de TV en el municipio Maracaibo**, seguidamente aplicando el recurso de la entrevista informal se obtiene información referente al tipo de tecnología que usa cada uno para la distribución de televisión.

Mediante una entrevista informal al Ing. Edgar Ocando trabajador de la empresa "CableTV" se obtuvo una visión general del ámbito de la distribución de televisión, en este sentido explica que entre las formas de distribución se encuentra la tecnología satelital que emplea antenas parabólicas que dependiendo la banda pueden ser de gran tamaño hasta antenas más pequeñas de solo 60 cm de diámetro, estas son orientadas a un satélite artificial con una posición estacionaria que permite mediante un LNB captar la señal que a través de equipos decodificadores se hace posible la sintonización de los canales que el satélite sea portador.

Continua explicando que, en el caso de las compañías de TV por cable usan las redes cableadas híbridas de cable coaxial y fibra óptica estas llegan al usuario mediante un cable con una señal CATV que lleva consigo una variedad de canales que usan una un ancho de banda igual al que requiere un canal transmitido en el espectro el electromagnético, de esta manera se observa que aunque el fin es el mismo llegar al usuario con una señal de televisión ya sea en definición estándar o en alta definición la manera de llegar al usuario con esta varía dependiendo la topología que emplea la red.

Con base en lo explicado anteriormente y resultado de la investigación se

hace un resumen de las tecnologías de difusión usadas, las cuales se indican en el cuadro 10 mostrado a continuación.

Cuadro 10
Tipos de difusión de televisión

RED	ANALÓGICA	DIGITAL
Satélite	DBS (Canales satélite)	DVB, DTH (Plataformas digitales)
Terrestre	VHF, UHF(Canales actuales) NTSC	ATSC, ISDT-T, DVB-T, DTMB
Cable	Operadores actuales	DCT (Inicio de servicio)
Microondas	MMDS (TV sin hilos)	LMDS (TV celular)
Telefonía Fija	-	TV-IP/ADSL
Telefonía Móvil	-	3G (UMTS-CDMA2000)

Fuente: Elaboración propia (2010)

FASE II. CREAR LA DOCUMENTACIÓN TÉCNICA

En este punto de la investigación, siguiendo lo planteado en los objetivos específicos, se procede a realizar un **Análisis de la tecnología ISDB-TB**, dando una visión general del alcance de la misma, sus capacidades y funcionamiento.

Desde el inicio de las emisiones de televisión se han empleado señales analógicas, a través del aire, para la transmisión de los programas. No obstante, el aire no siempre es un medio óptimo, debido a que es fácil que surjan interferencias entre repetidores cercanos, además, al situarse lejos de un repetidor de televisión, las señales pueden llegar seriamente atenuadas, mostrarán una pobre calidad de imagen, con efecto "lluvia" o molestas rayas.

No sólo en regiones aisladas hay problemas de recepción, también en grandes ciudades puede haber dificultades si existen cerca muchas estructuras, edificios altos, estos afectaran la correcta recepción de la señal debido a los múltiples trayectos y rebotes de las ondas, esto puede producir efectos como la doble imagen o que existan canales que no sean recibidos con condiciones mínimas de calidad, todas las situaciones expuestas hacen que la señal que llega hasta el televisor del usuario sea diferente de la que en un primer momento emitió el canal de televisión.

Sin embargo, estas modificaciones de la señal siempre tienen un efecto negativo sobre la calidad de imagen y sonido que finalmente es recibida, esto sucede porque las señales analógicas no cuentan con ningún mecanismo para protegerse de cualquier tipo de fenómeno que pueda modificarlas.

A diferencia de lo descrito anteriormente la norma ISDB-TB de Televisión Digital Terrestre TDT emplea emisiones digitales para la transmisión de canales de televisión, la principal característica de este sistema es que presenta una mayor inmunidad a interferencias, ofreciendo gran calidad de imagen y de audio incluso en situaciones donde las señales analógicas daban un mal resultado, las emisiones digitales sólo emplean dos valores de señal, identificados con unos (1) y ceros (0), En los gráficos que se presentan a continuación, se puede observar que se emite un "1" cuando la señal permanece por encima de un determinado umbral de señal un pulso de tiempo, y un "0" cuando permanece por debajo de ese umbral.



Figura 23. Comparativa entre transmisión analógica y digital
Fuente: <http://tdt.aragon.es/> (2010)

Una vez que la señal de televisión digital terrestre es emitida por las repetidoras, de igual manera que las transmisiones analógicas, estas pueden sufrir variaciones debidas a interferencias, condiciones climatológicas, condiciones geográficas y otras, pero lo importante es que la información que contiene la señal no se ve afectada, de esta manera, en el receptor se sigue interpretando el mismo código binario de unos y ceros que se emitió, pese a que la señal ha sido degradada, este código es el que contiene la información necesaria para mostrar la imagen y reproducir el audio en el televisor, así la imagen que es mostrada por el televisor será exactamente la misma que la que se emitió, consiguiendo una fidelidad total.

Para el diseño del sistema de transmisión terrestre digital, es importante considerar los factores de degradación de la banda VHF/UHF, tales como el

ruido térmico, interferencia multi-path (estática y dinámica), ruido urbano, desvanecimiento en la recepción móvil, portátil y otros. Para dar robustez contra tales factores de degradación, ISDB-T adoptó el sistema de transmisión OFDM con la tecnología de “Time Interleave”, como resultado, ISDB-T proporciona las siguientes características comparadas con otros sistemas de DTTB, menor potencia de transmisión, posibilidad de usar antenas de recepción internas, servicios de recepción móvil / portátil, y otros.

Al ISDB-T contar con OFDM (Sistema de Transmisión Segmentada), es posible la construcción de una red de Isofrecuencia (SFN Single Frecuence Network), como resultado, es posible reducir frecuencias para transmisores repetidores, además, usando la misma frecuencia para muchos transmisores de la misma red, no es necesario cambiar el canal de recepción de los dispositivos móviles/portátiles.

Como resultado de la utilización de OFDM es posible el servicio fijo / móvil y portátil en un mismo canal, el servicio “One-seg”, es un servicio portátil único del ISDB-T, que usa solo 1 segmento de los 13 que brinda cada canal de 6 MHz, el receptor de “One-seg” puede ser instalado fácilmente en los teléfonos celulares, PDA, computadores portátiles, sintonizadores USB y otros.

Continuando la investigación y siguiendo lo planteado en los objetivos específicos, se procede a hacer una **descripción de las características de transmisión**, como primer punto se representa una visión general del sistema de transmisión del estándar de televisión digital ISDB-TB mostrado en la figura 24.

En la transmisión, una o más entradas conteniendo haz de datos TS, definidas en el sistema MPEG-2, se deben remultiplexar obligatoriamente para crear un único TS. Ese TS debe obligatoriamente ser sometido a la etapa de codificación de canal múltiple, de acuerdo con la intención de servicio y debe, obligatoriamente, ser entonces enviado como una señal OFDM común.

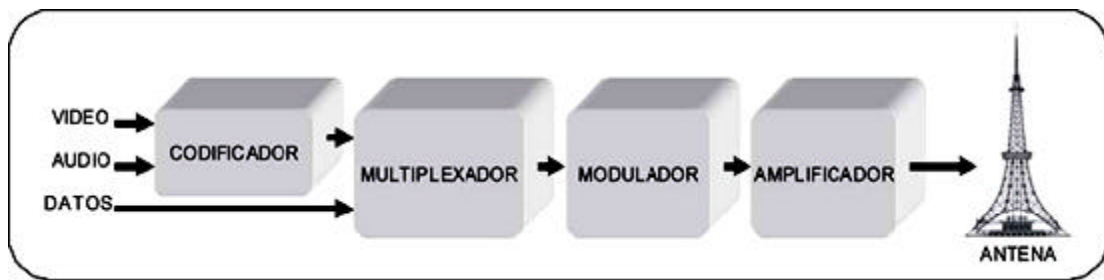


Figura 24. Visión general del sistema de transmisión

Fuente: www.dtv.org.br (2010)

La transmisión digital terrestre debe utilizar obligatoriamente el time interleaving para proveer una codificación con la menor tasa de errores para recepción móvil, en las cuales son inevitables las variaciones de intensidad de campo. El espectro de la radiodifusión de televisión digital debe obligatoriamente consistir en 13 bloques OFDM sucesivos, con cada segmento ocupando 1/14 del ancho de canal de televisión.

Como parte de la transmisión jerárquica la codificación de canal debe obligatoriamente ser realizada en unidades de segmento OFDM. Un único canal de televisión debe obligatoriamente ser usado simultáneamente para servicio de recepción fija, recepción móvil y recepción portátil (transmisión jerárquica).

Cada capa jerárquica debe obligatoriamente consistir en uno o más

segmentos OFDM, Parámetros como esquema de modulación de portadoras OFDM, tasa de inner code y de time interleaving pueden ser especificados para cada capa jerárquica.

Pueden ser definidas hasta tres capas jerárquicas, siendo que un segmento puede ser usado para recepción parcial, siendo también considerada una capa jerárquica (ver Figura 25).

El número de segmentos y el conjunto de parámetros de codificación de cada capa jerárquica pueden ser configurados por el radiodifusor. La señal TMCC debe obligatoriamente contener las informaciones de control e informaciones necesarias para auxiliar al receptor en la identificación de los modos de operación.

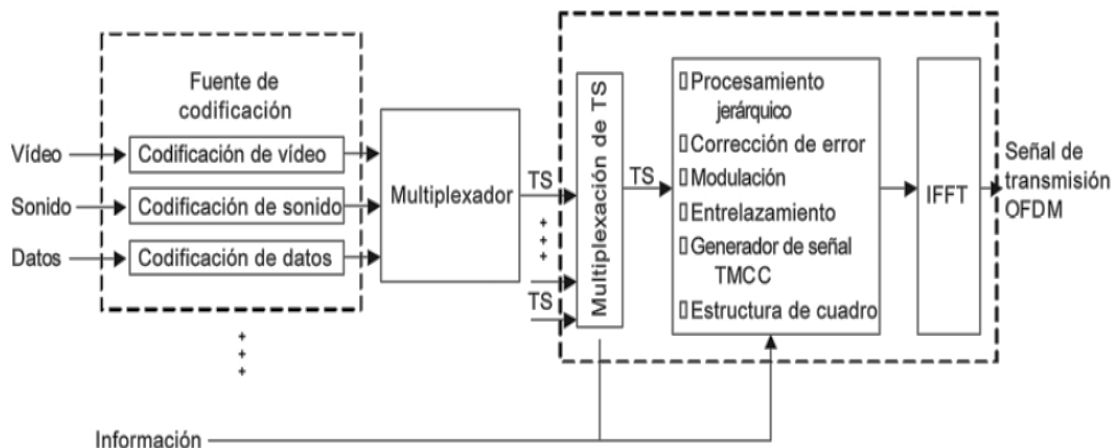


Figura 25. Diagrama en bloques del sistema de transmisión
Fuente: www.dtv.org.br (2010)

Haciendo un resumen de las características técnicas del estándar de televisión digital terrestre ISDB-TB se expone un cuadro contentivo de los parámetros y los valores que deben ser de cumplidos de forma obligatoria.

Cuadro 11
Parámetros del sistema de transmisión

Parámetros		Valores
1	Número de segmentos	13
2	Ancho del segmento	$6.000/14 = 428,57$ kHz
3	Banda UHF	5,575 MHz 1 (modo 1) 5,573 MHz 2 (modo 2) 5,572 MHz 3 (modo 3)
4	Número de portadoras	1 405 (modo 1) 2.809 (modo 2) 5.617 (modo 3)
5	Método de modulación	DQPSK, QPSK, 16-QAM, 64-QAM
6	Duración de los símbolos activos	252 μ s (modo 1) 504 μ s (modo 2) 1.008 μ s (modo 3)
7	Separación de portadoras	$Bws/108 = 3,968$ kHz (modo 1) $Bws/216 = 1,984$ kHz (modo 2) $Bws/432 = 0,992$ kHz (modo 3)
8	Duración del intervalo de guarda	1/4, 1/8, 1/16, 1/32 de la duración del símbolo activo 63; 31,5; 15,75; 7,875 μ s (modo 1) 126; 63; 31,5; 15,75 μ s (modo 2) 252; 126; 63; 31,5 μ s (modo 3)
9	Duración total de los símbolos	315; 283,5; 267,75; 259,875 μ s (modo 1) 628; 565; 533,5; 517,75 μ s (modo 2) 1 260; 1 134; 1 071; 1 039,5 μ s (modo 3)
10	Duración del cuadro de transmisión	204 símbolos OFDM
11	Codificación de canal	Código convolucional, tasa = 1/2 con 64 estados Punzado para las tasas 2/3, 3/4, 5/6, 7/8
12	Entrelazamiento interno	Entrelazamiento intra e inter-segmentos (entrelazamiento en frecuencia) Entrelazamiento convolucional con profundidad de <i>interleaving</i> 0; 380; 760; 1.520 símbolos (modo 1) 0; 190; 380; 760 símbolos (modo 2), 0; 95; 190; 380 símbolos (modo 3)

Fuente: www.dtv.org.br (2010)

Seguidamente la frecuencia de la señal de transmisión terrestre debe ser obligatoriamente desplazada positivamente de $1/7$ MHz (142,857 kHz) con relación a la frecuencia central del canal usada en el actual plan de canalización, como lo indica la siguiente figura.

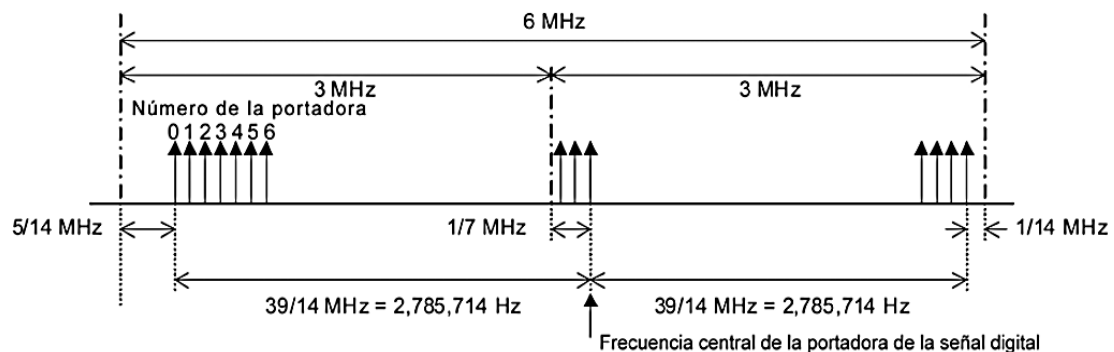


Figura 26. Arreglo de portadoras de la señal OFDM para la señal de televisión digital terrestre
Fuente: www.dtv.org.br (2010)

Las emisiones terrestres deben obligatoriamente obedecer a los cuadros 12 y 13 de asignación de frecuencias terrestres.

Cuadro 12
Canales Altos en VHF

Canal	Frecuencia inicial MHz	Frecuencia Final MHz	Frecuencia Central
7	174	180	$177 + 1/7$
8	180	186	$183 + 1/7$
9	186	192	$189 + 1/7$
10	192	198	$195 + 1/7$
11	198	204	$201 + 1/7$
12	204	210	$207 + 1/7$
13	210	216	$213 + 1/7$

Fuente: www.dtv.org.br (2010)

Cuadro 13
Canales en UHF

Canal	Frecuencia inicial MHz	Frecuencia Final MHz	Frecuencia Central	Canal	Frecuencia inicial MHz	Frecuencia Final MHz	Frecuencia Central
14	470	476	473 + 1/7	42	638	644	641 + 1/7
15	476	482	479 + 1/7	43	644	650	647 + 1/7
16	482	488	485 + 1/7	44	650	656	653 + 1/7
17	488	494	491 + 1/7	45	656	662	659 + 1/7
18	494	500	497 + 1/7	46	662	668	665 + 1/7
19	500	506	503 + 1/7	47	668	674	671 + 1/7
20	506	512	509 + 1/7	48	674	680	677 + 1/7
21	512	518	515 + 1/7	49	680	686	683 + 1/7
22	518	524	521 + 1/7	50	686	692	689 + 1/7
23	524	530	527 + 1/7	51	692	698	695 + 1/7
24	530	536	533 + 1/7	52	698	704	701 + 1/7
25	536	542	539 + 1/7	53	704	710	707 + 1/7
26	542	548	545 + 1/7	54	710	716	713 + 1/7
27	548	554	551 + 1/7	55	716	722	719 + 1/7
28	554	560	557 + 1/7	56	722	728	725 + 1/7
29	560	566	563 + 1/7	57	728	734	731 + 1/7
30	566	572	569 + 1/7	58	734	740	737 + 1/7
31	572	578	575 + 1/7	59	740	746	743 + 1/7
32	578	584	581 + 1/7	60	746	752	749 + 1/7
33	584	590	587 + 1/7	61	752	758	755 + 1/7
34	590	596	593 + 1/7	62	758	764	761 + 1/7
35	596	602	599 + 1/7	63	764	770	767 + 1/7
36	602	608	605 + 1/7	64	770	776	773 + 1/7
37	No se usa	No se usa	-	65	776	782	779 + 1/7
38	614	620	617 + 1/7	66	782	788	785 + 1/7
39	620	626	623 + 1/7	67	788	794	791 + 1/7
40	626	632	629 + 1/7	68	794	800	797 + 1/7
41	632	638	635 + 1/7	69	800	806	803 + 1/7
42	638	644	641 + 1/7	-	-	-	-

Fuente: www.dtv.org. (2010)

Cabe destacar con respecto al cuadro anterior que en Venezuela la banda comprendida entre los 470 MHz canal 14 y los 506 MHz canal 20 no se encuentra disponible para la radiodifusión de televisión como se constató con la revisión hecha al CUNABAF.

En base a lo anterior y dando cumplimiento al objetivo de determinar los requisitos y parámetros previos para el diseño de la red de repetidoras de televisión digital terrestre, se realiza el establecimiento de la **ubicación geográfica de los elementos de la red.**

Esta actividad consiste en el proceso de selección de los puntos en los cuales estarán ubicados los componentes de la red, se realiza un estudio topográfico de las zonas en las cuales se quiere dar cobertura para así determinar el perfil del terreno y la existencia de línea de vista directa que es requerida en el caso de los radioenlaces, los cuales a diferencia de las estaciones transmisoras no pueden tener obstáculos de por medio para lograr la comunicación.

Además de la ubicación, es necesario tomar en cuenta las vías generales de telecomunicaciones entiéndase como torres, edificios altos que permitan emplazar el equipamiento necesario.

En este caso de estudio se decidió brindar cobertura a 11 ciudades dentro del estado Zulia las cuales además de servir de repetidoras para la estación siguiente estarán dotadas de un transmisor de televisión con el estándar ISDB-TB que permitirá difundir la señal del canal de televisión en sus alrededores.

Las poblaciones a las que se brindara cobertura serán, Maracaibo, La Concepción, La Villa, Machiques, El Mojan, Paraguaipoa, La Rita, Cabimas; Ciudad Ojeda, Bachaquero, Mene Grande.

Por medio del uso de imágenes satelitales y mapas topográficos se muestra a continuación un mapa del estado Zulia contentivo de la ubicación de los puntos anteriormente seleccionados para la red de repetidoras de televisión digital terrestre.

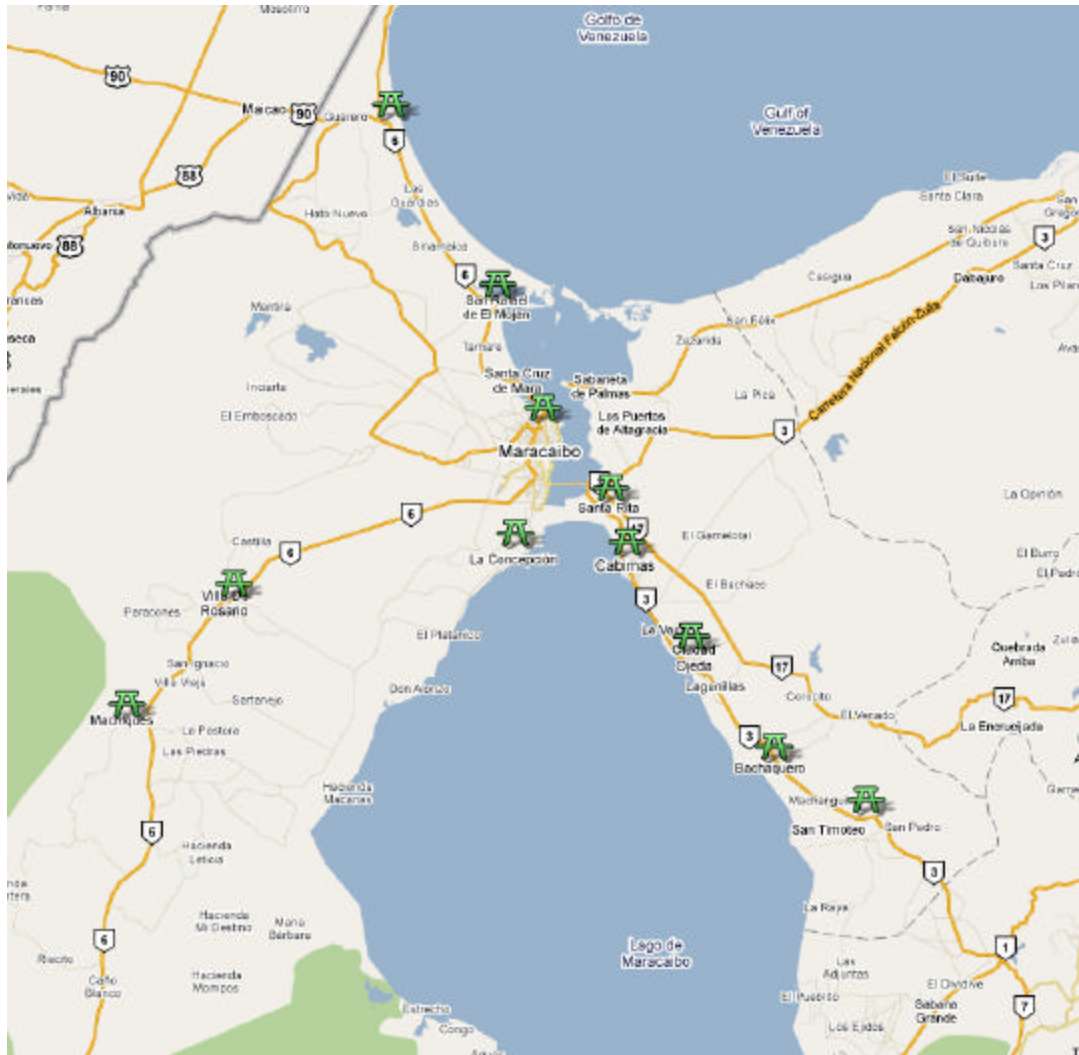


Figura 27. Ubicación de los puntos de la Red de repetidoras
Fuente: www.google.maps.com (2010)

Para el conocimiento de características técnicas de los equipos como lo son, los radios, antenas, moduladores, cables entre otros que serán

utilizados se requieren una revisión de los “DataSheet” u Hojas de Datos de los equipos que podrían ser utilizados para realizar las conexiones requeridas en esta investigación se realiza una **Revisión de manuales técnicos.**

La selección de los dispositivos a usar se realiza dependiendo de la potencia, alcance, versatilidad y funciones de las soluciones disponibles en el mercado se procede a seleccionar en primer lugar los equipos de radioenlace requeridos para llevar la señal de televisión de una ciudad a otra, luego a seleccionar los transmisores de televisión compatibles con el estándar ISDB-TB que se encargan de difundir en un gran área de cobertura la señal de televisión que será recibida por los usuarios, y por último la selección de las antenas que irradiaran las señales; de esta manera se observa se presenta un resumen de las opciones disponibles.

Comenzado por la selección de las antenas se constata que existen soluciones muy similares por parte de las diferentes marcas, generalmente antenas tipo panel con alrededor de 60 grados de abertura de haz horizontal y ganancia entre 12dbi y 15dbi, entre estas se pueden nombrar el panel UHF LB13/SA de la marca ABE Advanced Broadcasting Electronics y el panel UHF ANT-U-P-12 de Digital Horizon, las características técnicas obtenidas de sus respectivos datasheet u Hojas de datos técnicos se exponen a continuación:



Figura 28. Panel UHF Modelo LB13/SA de ABE
Fuente: www.abe.it (2010)

Inmediatamente las graficas de los patrones de radiación horizontal y vertical de el panel UHF modelo LB13/SA de ABE:

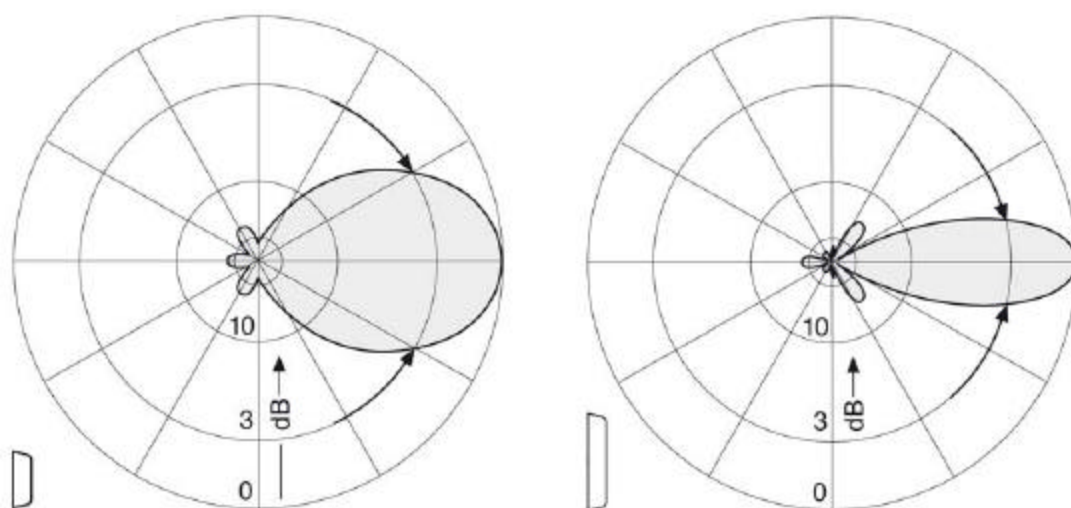


Figura 29. Patrón de radiación de Modelo LB13/SA de ABE
Fuente: www.abe.it (2010)

En este sentido se resumen en un cuadro las características técnicas del panel UHF modelo LB13/SA de ABE:

Cuadro 14
Características técnicas del modelo LB13/SA de ABE

Rango de Frecuencias	470 MHz – 860 MHz
Ganancia	13.7dBi
Impedancia	50 Ohm
Potencia Máxima	2 kW
Haz Horizontal	64°
Haz Vertical	27°
Polarización	Horizontal
Peso	12 Kg

Fuente: www.abe.it (2010)

De la misma manera se indican las características del modelo ANT-U-P-12 de Digital Horizon:

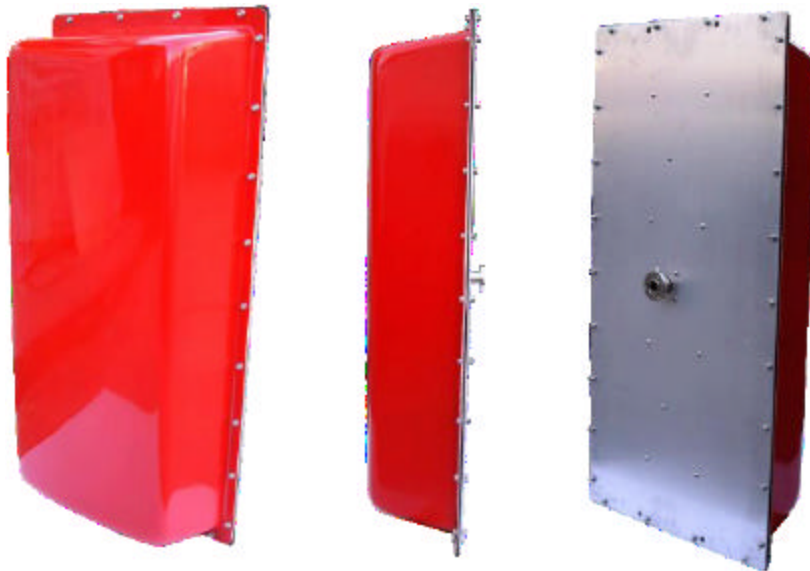


Figura 30. Panel Modelo ANT-U-P-12 de Digital Horizon
Fuente: www.dh-tv.com (2010)

Seguidamente, las gráficas de los patrones de radiación horizontal y vertical de el panel UHF modelo ANT-U-P-12 de Digital Horizon:

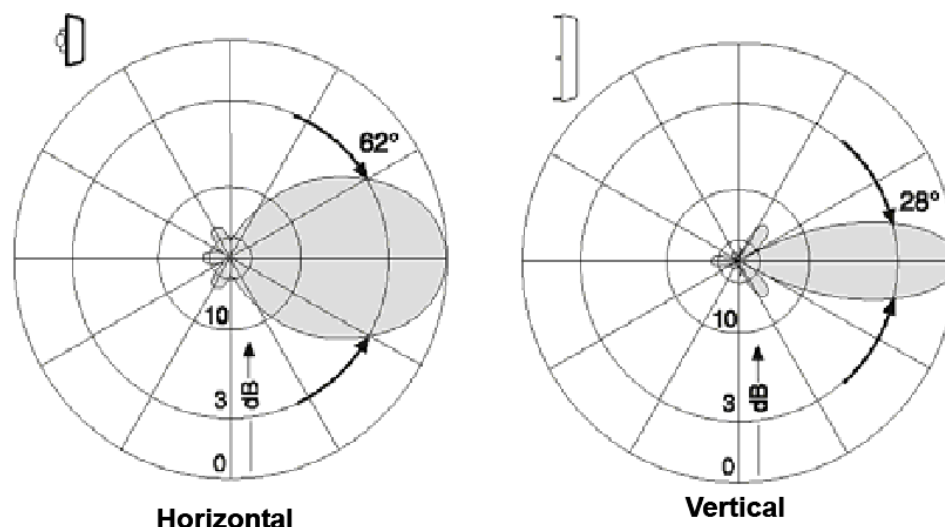


Figura 31. Patrón de radiación de Modelo ANT-U-P-12 de Digital Horizon
Fuente: www.abe.it (2010)

En este sentido se resumen en un cuadro las características técnicas del panel UHF modelo ANT-U-P-12 de Digital Horizon:

Cuadro 15
Características técnicas del modelo ANT-U-P-12 de Digital Horizon

Rango de Frecuencias	470 MHz – 860 MHz
Ganancia	12 dBd
Impedancia	50 Ohm
Potencia Máxima	1.5 kW
Haz Horizontal	62°
Haz Vertical	28°
Polarización	Horizontal
Peso	12 Kg

Fuente: www.dh-tv.com (2010)

En el mismo orden de ideas se procede a seleccionar los sistemas de radio enlaces que cumplan con las características técnicas requeridas.

Entre los dispositivos consultados se encuentra una solución de la marca OMB radioenlace microondas digital QPSK rango de 1.5 GHz a 23 GHz y el modelo de la serie DML de la marca ABE

Este enlace de Microondas para TV digital (todos los estándares) de OMB ha sido diseñado utilizando tecnología vanguardista para el transporte de señales digitales de alta calidad.

Esta solución de radioenlace para televisión digital terrestre permite la transmisión y recepción de un flujo de hasta 34 Mbits/s, puede ser observado en la figura siguiente.



Figura 32. Solución enlace microondas para TV digital de OMB
Fuente: www.omb.com (2010)

La solución de radio enlace mostrado anteriormente consta de:

- Modulador **MOD 70 QPSK** entrada ASI salida FI 70MHz con inyección de señal y corriente para la cabeza transmisora.
- **Cabeza transmisora** con entrada 70MHz y salidas entre 1.5 y 23 GHz en sub-bandas de 300 MHz sintetizado. Potencia de salida entre 300mWrms y 2Wrms.
- Unidad receptora compuesta de **cabeza receptora** entrada de RF entre 1.5 y 23 GHz, salida 70 MHz.
- Unidad demoduladora **DEM 70 QPSK** entrada 70 MHz salida ASI.

En este sentido se resumen en un cuadro las características técnicas del equipo:

Cuadro 16
Características técnicas del modelo enlace microondas de OMB

Rango de Frecuencias	1.5 GHz – 23 GHz MHz
Modulación	QPSK
Velocidad	1 a 35 Mbps + Taza de señalización
Potencia de salida	300mWrms – 2Wrms
Estándares de TV digital	Todos

Fuente: www.omb.com (2010)

Seguidamente se presenta el innovador "DML" series de enlaces Microondas Digitales para aplicaciones fijas y móviles, representan el último desarrollo sobre la base de ABE digital y conocimientos tecnológicos de microondas, Estos son ágiles, compactos, flexibles y con precios competitivos. La serie "DML" representan un gran paso hacia la difusión y la

aplicación de las últimas nuevas tecnologías digitales como se observa en la figura 33 esta solución de radioenlace.



Figura 33. Modulador Solución DML series de ABE
Fuente: www.abe.it (2010)

Posteriormente se observa un combo de 2 antenas microondas de la solución DML series de la marca ABE.

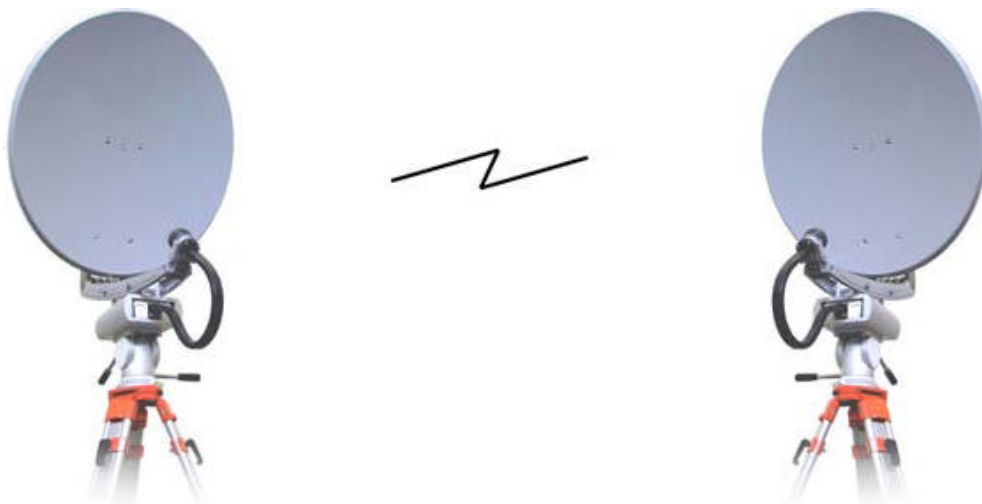


Figura 34. Antenas Solución DML series de ABE
Fuente: www.abe.it (2010)

Inmediatamente un breve resumen de las características técnicas de la solución de enlaces microondas DML series de la marca ABE:

Cuadro 17
Características técnicas del modelo enlace microondas DML series de ABE

Rango de Frecuencias	14.0 GHz – 14.15 GHz 10.1 GHz – 10.9 GHz
Modulación	QPSK, 8PSK
Velocidad (Capacidad de información)	QPSK hasta 33.4Mbit/s en 28MHz Hasta 24Mbit/s en 20MHz 8PSK Hasta 61Mbit/s en 28MHz Hasta 43.5Mbit/s en 20MHz
Tipo de antena	Parabólica
Tamaño del reflector	78 cm
Potencia	1 W (+30 dBm)

Fuente: www.abe.it (2010)

Luego de seleccionados los equipos de radioenlace y los tipos de antenas que pueden ser utilizados, se procede a exponer el modulador en la figura 35 y el transmisor que se encargaran de codificar y dar cobertura en las ciudades seleccionadas de televisión digital ISDB-TB.



Figura 35. Modulador ISDB-T/TB modelo Bossa-GAF de Digital Horizon
Fuente: www.dh-tv.com (2010)

En este sentido se resumen en un cuadro las características técnicas del equipo:

Cuadro 18
Características técnicas del Modulador ISDB-T/TB modelo Bossa-GAF
de Digital Horizon

Rango de Frecuencias	50MHz to 860MHz step 1Hz
Estándar	ISDB-T and ISDB-Tb
Constelación	DQPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM
Modo de transmisión	Modo1(4k) ,Modo2(2k), Modo3(1k)
Tipo de conector de salida	7/8" o 1-5/8" female, @ 50 Ohm
Ancho de banda del canal	6MHz
Alimentación	220V+/-10%, 80W
Conector de entrada	BNC female, 50 Ohm
Temperatura de operación	0 – 50°C

Fuente: Fuente: www.dh-tv.com (2010)

Consecutivamente el transmisor multimedia Maxiva ULX UHF de Harris, refrigerado por líquido, es un transmisor de estado sólido que proporciona múltiples esquemas de modulación, es una solución ideal para cualquier organismo de radiodifusión televisiva, soporta los diferentes estándares DVBT/H, DVB-T2, ATSC, MH ATSC, FLO, ISDB-Tb, CCMB, CTTB u otros estándares digitales.

La línea Maxiva ULX de Harris tiene una eficiencia sin igual que lo hace ideal para todas las aplicaciones UHF de alta potencia, estos dispositivos ofrecen un aumento en la densidad de energía, menores costos de operación y menor costo de propiedad sobre la vida del transmisor.



Figura 36. Transmisor multimedia de televisión modelo Maxiva ULX de Harris

Fuente: www.broadcast.harris.com (2010)

Así mismo, se resumen en un cuadro las características técnicas del equipo

Cuadro 19

Características técnicas del transmisor modelo Maxiva ULX de Harris

Rango de Frecuencias	470 MHz – 862 MHz
Estándar	DVBT/H, DVB-T2, ATSC, MH ATSC, FLO, ISDB-Tb, CCMB, CTTB
Control remoto	RJ-45, twisted pair
Potencia de salida	1 a 18 kW modular
Tipo de conector de salida	1-5/8 in., 3-1/8 in., 4-1/16 in.
Ancho de banda del canal	6, 7, 8 MHz
Alimentación	3-fases 50/60 Hz, 380 a 415 V, o 208 a 240 V
Conector de entrada	BNC female, 50 Ohm

Fuente: www.broadcast.harris.com (2010)

Otro modelo de transmisor de menos potencia que puede ser usado para las poblaciones de menor extensión de territorial son los de la serie Symphony de Digital Horizon que brinda soluciones de 300, 500 y 1000 Watts se pueden observar en la figura siguiente.



Figura 37. Transmisores modelo Symphony-300W, 500W, 1000W de Digital Horizon
Fuente: www.dh-tv.com (2010)

Así mismo se resumen en un cuadro las características técnicas del equipo

Cuadro 20
Características técnicas del transmisor modelo Symphony-300W, 500W, 1000W de Digital Horizon

Rango de Frecuencias	474 MHz – 858 MHz
Potencia de salida RF	100W to 1200W digital
Entrada de TS	DVB-T(H), ATSC, ISDB, Flo, DAB, DTMB and CMMB
Tipo de conector de entrada	2 BNC female
Tipo de conector de salida	7/8" o 1-5/8" female, @ 50 Ohm
Ancho de banda del canal	6MHz, 7MHz, 8MHz
Control remoto	Puerto RS-232 o IP Ethernet
Impedancia	75 Ohm
Temperatura de operación	0 – 50°C

Fuente: www.dh-tv.com (2010)

Como parte del diseño de la red de repetidoras y haciendo cumplimiento del objetivo determinar los requerimientos y parámetros previos para el diseño de la red de repetidoras de televisión digital terrestre se procede a realizar la **Selección de la topología de la Red** que conjuntamente con la ubicación geográfica de cada uno de los elementos precisaran la estructura de red requerida para garantizar la comunicación entre los puntos.

Derivado de este estudio se logró determinar la topología de estrella extendida, ya que existe un nodo central del cual derivan más de los mismos, y a su vez estos también derivan en otros puntos que componen la red.

FASE III. CONSTRUCCION DEL PROTOTIPO

Continuando con el desarrollo y dando ejecución a la actividad **Elaboración de diagramas de conexión**, se procede a dar una descripción

que está basada en la ubicación geográfica de los elementos, la revisión de los manuales técnicos de los equipos y la topología de la red, derivado de esto se crea un prototipo de cómo serán las conexiones necesarias que brindaran comunicación entre los equipos seleccionados.

Como primer punto funcional de la red se establece el enlace que brinda conexión entre la planta transmisora del canal de televisión y el nodo de distribución central, este aporta la señal matriz que se reparte a las 11 localidades de transmisión de las repetidoras.

A partir del nodo de distribución central se derivan las señales de la siguiente manera, hacia el norte a los nodos de El Mojan y Paraguaipoa, hacia el sur los nodos de La Concepción, La Villa del Rosario y Machiques, y finalmente hacia el este, la costa oriental, los nodos de Santa Rita, Cabimas, Ciudad Ojeda, Bachaquero y Mene Grande.

Las localidades anteriormente descritas cuentan cada una con un radioenlace microondas, que la interconecta con el nodo más cercano de la red, a su vez cada uno de estos nodos cuenta con un transmisor de televisión ISDB-TB que brinda cobertura a un área que su extensión depende de la potencia, la ganancia de las antenas, la altura de las torres y la topografía del lugar

Derivado de la explicación anterior y tomando en cuenta las capacidades de los equipos se obtiene el siguiente prototipo de la topología de la red:

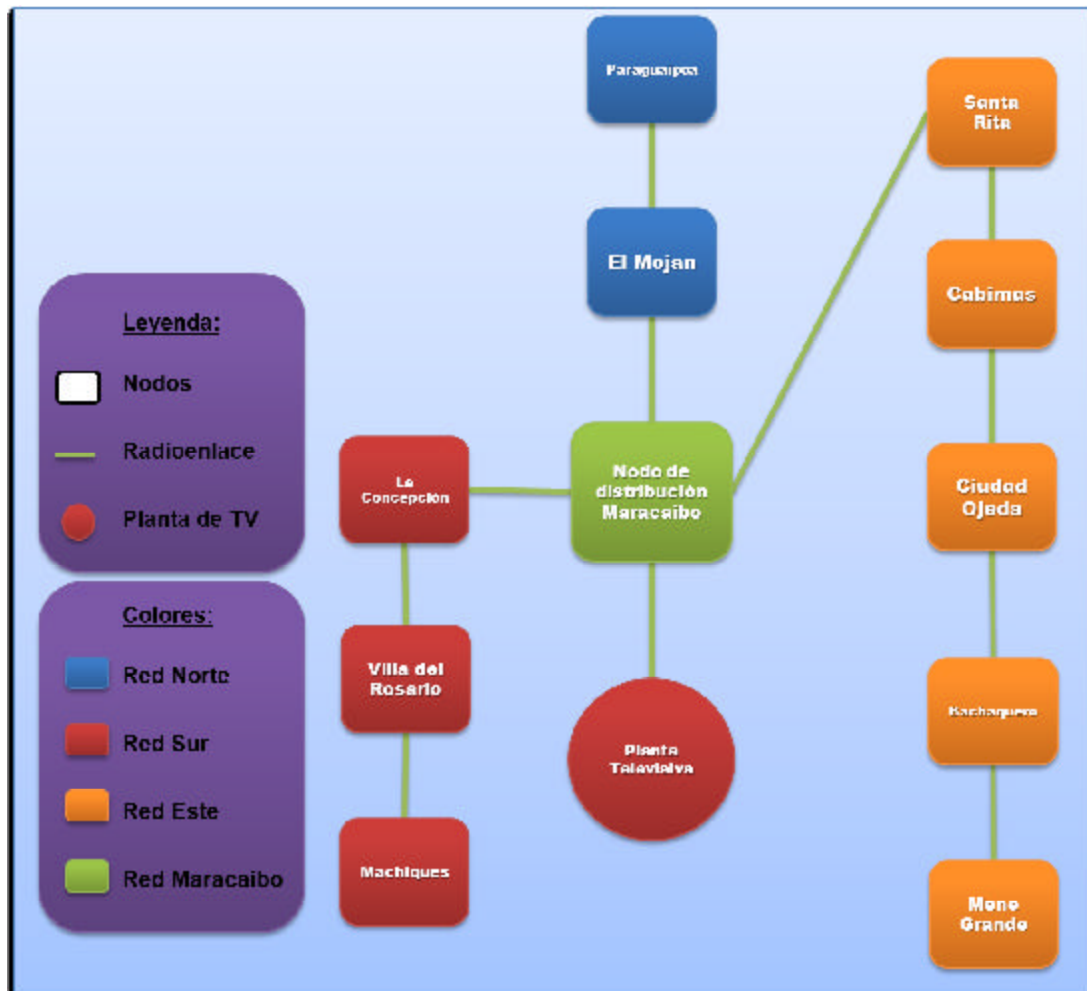


Figura 38. Prototipo del diseño de la Red de Repetidoras de Televisión
Fuente: Elaboración Propia (2010)

En orden de hacer una **descripción del funcionamiento lógico de la red**, y con base a lo anterior se indican las funciones de cada componente de la red.

Se indica, un nodo es una unidad de red que recibe la señal proveniente de su antecesor para hacer la retransmisión bien sea un nodo siguiente haciendo función de repetidora o emitir señal de televisión abierta con la tecnología ISDB-TB que será captada por los usuarios en sus receptores,

estas unidades están compuestas por uno o más radios microondas receptores o transmisores, un modulador ISDB-TB, un Transmisor de alta potencia ISDB-TB y las respectivas antenas para cada uno de los sistemas, que pueden ser, antenas tipo panel UHF para los transmisores de televisión o antenas parabólicas para los radioenlaces microondas.

Los sistemas de radio enlaces están compuestos por tres (3) componentes básicos, como entrada al sistema se cuenta con un modulador de video digital que permite codificar la señal, la salida del modulador va conectada a un transmisor y este a su vez con la antena parabólica de igual manera, el nodo receptor cuenta con estos dispositivos pero trabaja de manera inversa como lo refleja la siguiente figura:

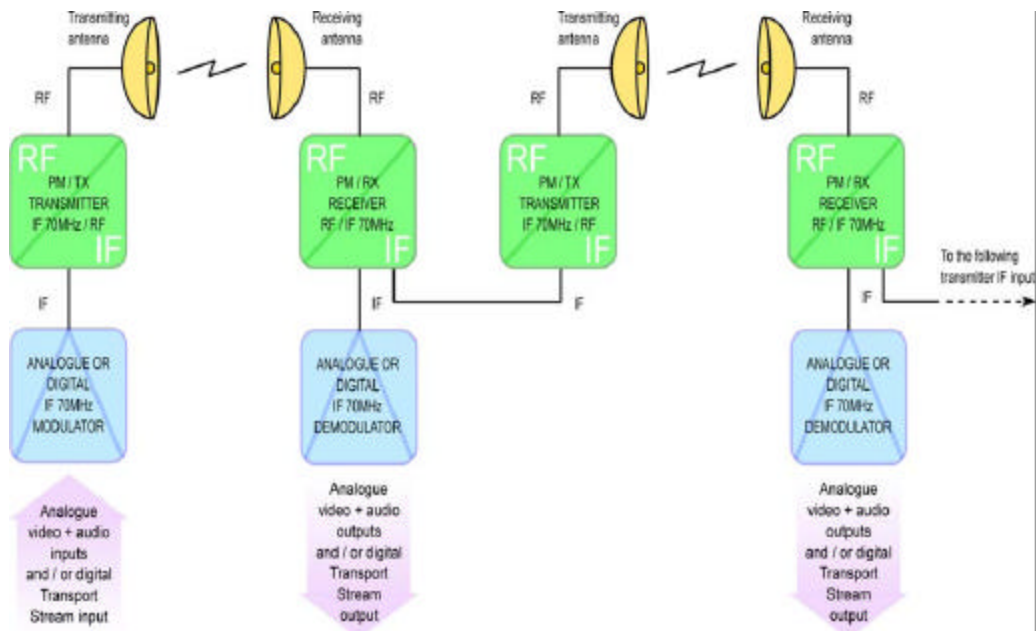


Figura 39. Sistema de Radioenlace
Fuente: www.abe.it (2010)

Como denota la figura anterior un radio enlace puede ser conectado en serie con otro para realizar función de repetidor y así hacer de transporte y extender la señal a un punto más lejano.

En el caso que refiere a la emisión de televisión, el sistema está compuesto por un modulador ISDB-TB, un transmisor que dependiendo el punto de red puede variar la potencia y un arreglo de antenas que puede variar entre cuatro (4) y ocho (8) antenas para cubrir los 360° grados, y varios de estos arreglos uno encima del otro para lograr una zona de cobertura mayor y con más potencia como indica la gráfica siguiente:

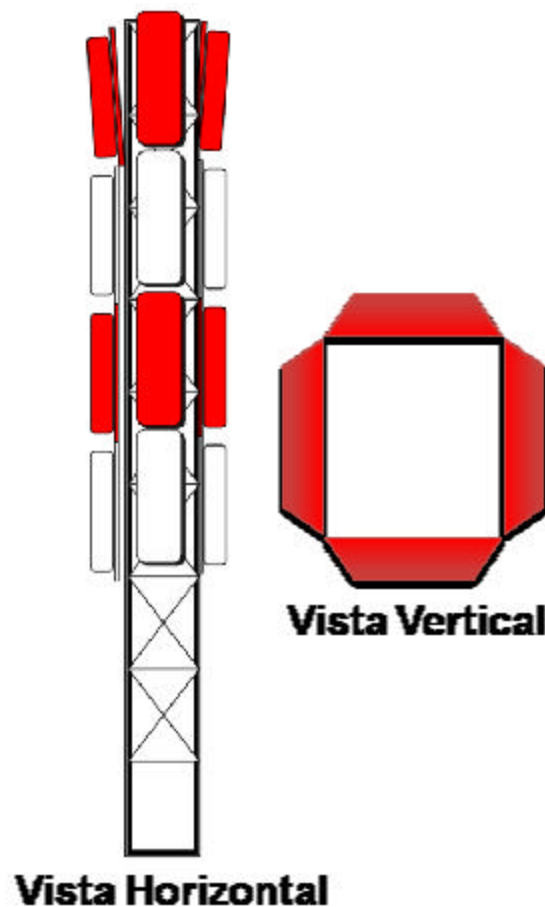


Figura 40. Arreglo de Antenas
Fuente: www.dh.tv.com (2010)

Derivado de un arreglo de antenas como el que muestra la figura anterior se obtiene el siguiente patrón de radiación

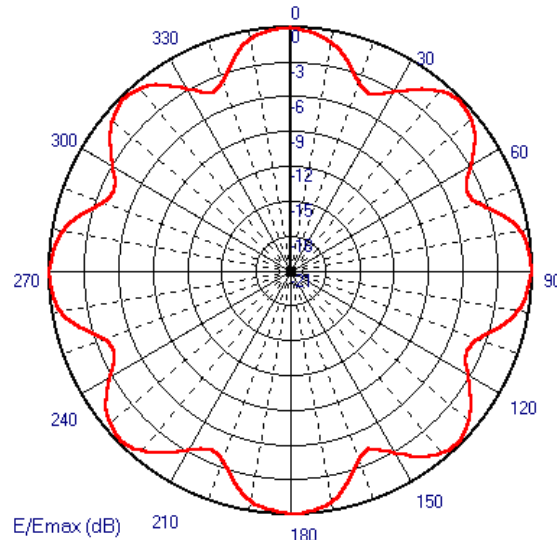


Figura 41. Patrón de Radiación arreglo de 4 antenas
Fuente: www.dh-tv.com (2010)

Finalmente, se puede realizar el planteamiento de cómo debe estar compuesto físicamente cada nodo repetidor, dando como conclusión en una estación comprendida de un shelter o caseta, para albergar los equipos de modulación y transmisión, una torre autosoportada para emplazar los dispositivos.

Se compone de dos (2) radioenlaces con sus respectivas antenas y transmisores uno para recibir y otro para transmitir a un siguiente nodo, el arreglo de antenas panel para la difusión de la señal ISDB-TB y el transmisor de la señal ISDB-TB, para dar una vista previa del resultante de tener todo esto junto se muestra a continuación una representación gráfica de una estación modelo de la red.

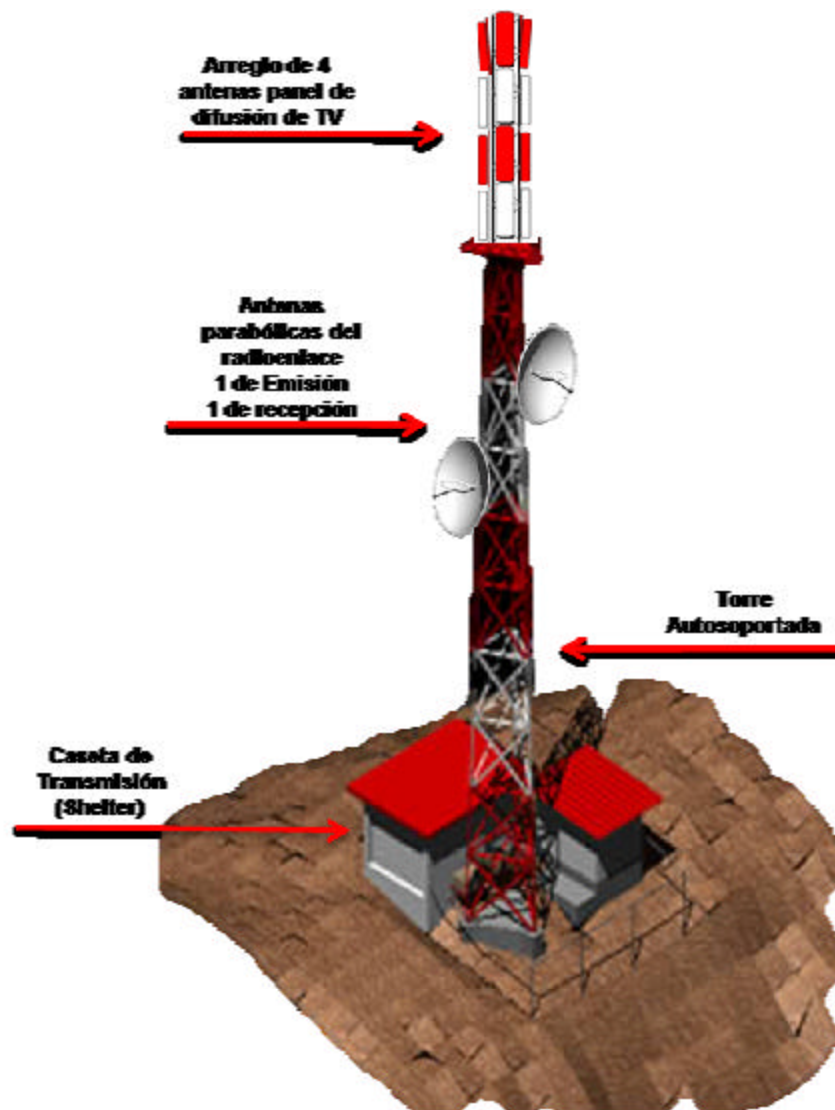


Figura 42. Estación Modelo
Fuente: Elaboración propia (2010)

FASE IV: PRUEBAS DEL PROTOTIPO

Luego de haber cumplido con las diferentes fases metodológicas comprendidas en esta investigación y haber planteado el diseño de la red de repetidoras que satisface el objetivo general del presente estudio este se somete a **revisión por parte de expertos** en la materia para obtener

opiniones y puntos de vista diversos que ayuden mejorar el sistema planteado y además sirvan de juicio a la misma.

En este sentido se realizaron entrevistas informales, a varias personalidades conocedoras del tema de sistemas de transmisión.

En primer lugar se realizó una entrevista con el Ing. José Borjas supervisor de transmisión de CANTV región occidente, quien luego de observar las ubicaciones planteadas para las estaciones repetidoras, realizo una breve exposición de la ubicación de nodos de radio enlaces que usa la empresa para sus comunicaciones y en cierto modo comparo estos con los usados por CANTV, brindó opinión acerca de los enlaces comprendidos entre la ciudad de Maracaibo, pasando por La Concepción y con destino Villa del rosario haciendo la acotación que CANTV para dar servicio a la ciudad de Villa del Rosario cuenta con una repetidora ubicada en un punto intermedio entre La concepción y esta y que este punto es alimentado con señal proveniente del distribuidor Bella vista II ubicado en el sector Bella Vista de Maracaibo.

Continúa exponiendo que en el caso del transporte de la red de CANTV hacia la población de paraguaipoa cuentan con una repetidora ubicada en Carrasquero, y argumenta que el alcance de los radios usados en esta investigación pueden varía dependiendo de factores como el tamaño de las antenas, la potencia y la marca y modelo del equipo usado.

Para culminar da visto bueno al diseño aportando las sugerencias como mayor tamaño de las antenas y repetidoras intermedias en el caso de los enlaces con mayor distancia.

En este mismo orden de ideas se realizó una entrevista con el Ing. Edward de la Cruz, perteneciente a la unidad de mantenimiento de la red de Movilnet en la costa oriental del lago de Maracaibo.

Se hizo una breve explicación de los objetivos que persigue la red planteada, luego de una revisión de las distancias entre los puntos de la red hace la sugerencia de tomar en cuenta la topografía , condiciones del terreno y la curvatura de la tierra conjuntamente con la altura de las antenas, ya que pueden afectar el desempeño de los enlaces entre repetidoras, además aporta que dependiendo de la frecuencia usada entre los radios se pueden logran diferentes alcances.

Finaliza explicando que problemas ocasionados por grandes distancias entre los nodos pueden ser solucionados pero con un impacto en el presupuesto de la red ya que conlleva agregar estaciones repetidoras entre nodos y esto aumenta en gran medida los costos además de agregar un posible punto que puede generar fallas en la red.

Continuando con la investigación y siguiendo los lineamientos que brindan los objetivos específicos se desarrolla la actividad **de Elaboración de Simulaciones**, las cuales son una alternativa de interés para la investigación, ya que, mediante estas se podrá plantear el entorno físico para

realizar el estudio de dispositivos, modelos y sistemas, que permiten generar conocimiento de forma eficiente y económica.

La simulación puede entenderse como la utilización del computador para la reproducción aproximada y el estudio de un fenómeno, que en el caso de esta investigación es un fenómeno físico.

Su principal objetivo es obtener mayor información y entendimiento acerca de la respuesta y evolución de un sistema bajo ciertas condiciones impuestas: cargas, condiciones de contorno y condiciones iniciales.

Esta información será útil en el proceso de toma de decisiones para optimizar modelos y prototipos ya que permite conocer y estudiar las variables que participan en un fenómeno y establecer su influencia en un determinado diseño sin necesidad de construir o interactuar directamente con el objeto de estudio.

La referida simulación consiste básicamente en construir modelos informáticos que describen el comportamiento de los enlaces que transmitirán las señales entre repetidoras y extraer conclusiones de sus resultados para apoyar la toma de dediciones.

Para llevar a cabo las simulaciones se utiliza un software de computadora llamado RADIO MOBILE conjuntamente con el software Google Earth los cuales son herramientas gratuitas y de gran alcance para el trazado de los patrones de RF y predecir el rendimiento de los sistemas de radio usando los

datos de terreno, de elevación, que pueden producir mapas virtuales en los cuales se emplazan los sistemas, estas imágenes pueden combinarse con mapas escaneados, fotos satelitales y mapas MapQuest para producir predicciones de cobertura precisas.

Seguidamente se presenta el diseño final de la red en un plano topográfico del estado Zulia, con la ubicación precisa de cada uno de los nodos así como la distancia existente entre cada uno de ellos.



Figura 43. Diseño final de la red
Fuente: Elaboración propia (2010)

Cuadro de distancias entre los nodos de la red

Cuadro 21
Distancias entre nodos

Enlace	Distancia en Km.
Maracaibo Norte – El Mojan	31,39
El Mojan – Paraguaipoa	50
Maracaibo Sur – La Concepción	32,82
La Concepción – La Villa de Rosario	67,30
La Villa de Rosario – Machiques	38,43
Maracaibo Costa Oriental – Santa Rita	25,02
Santa Rita - Cabimas	13,65
Cabimas – Ciudad Ojeda	27,24
Ciudad Ojeda – Bachaquero	32,92
Bachaquero – Mene Grande	21,19

Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista en 3D de la ubicación de los nodos de la red de repetidoras:

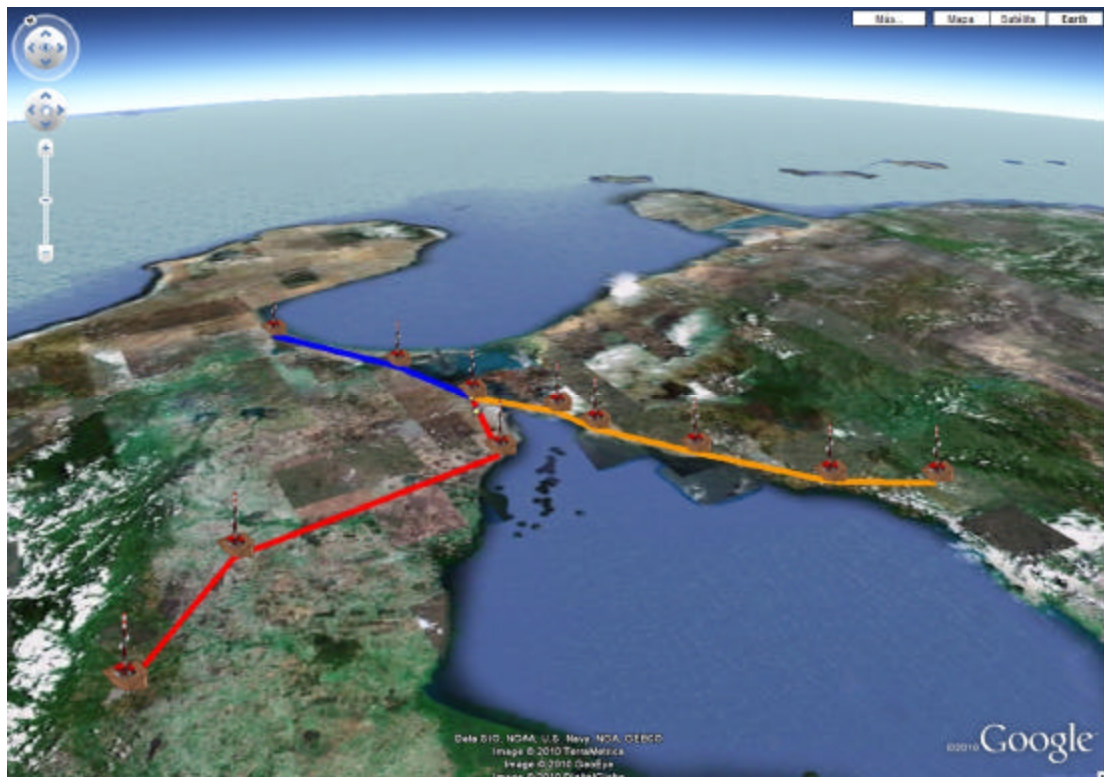


Figura 44. Vista en 3D de la red en el estado Zulia
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Maracaibo Norte – El Mojan:

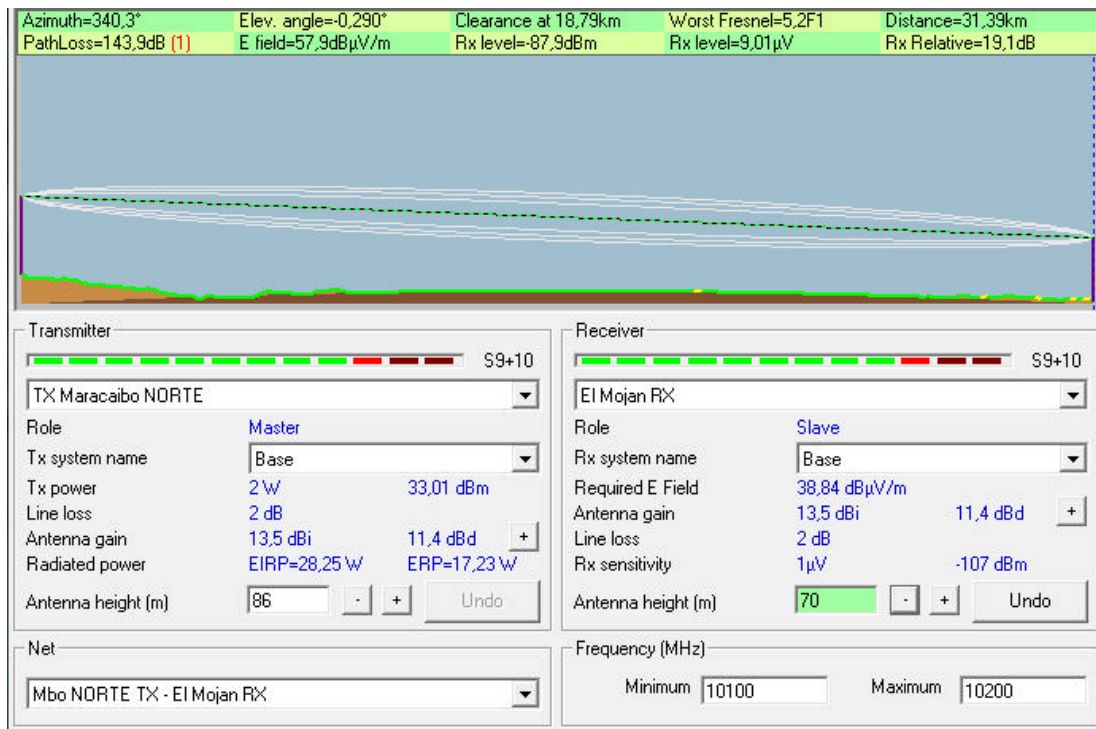


Figura 45. Perfil topográfico y valores enlace Maracaibo Norte – El Mojan. Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Norte – El Mojan:



Figura 46. Enlace Maracaibo Norte – El Mojan Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace El Mojan - Paraguaipoa:

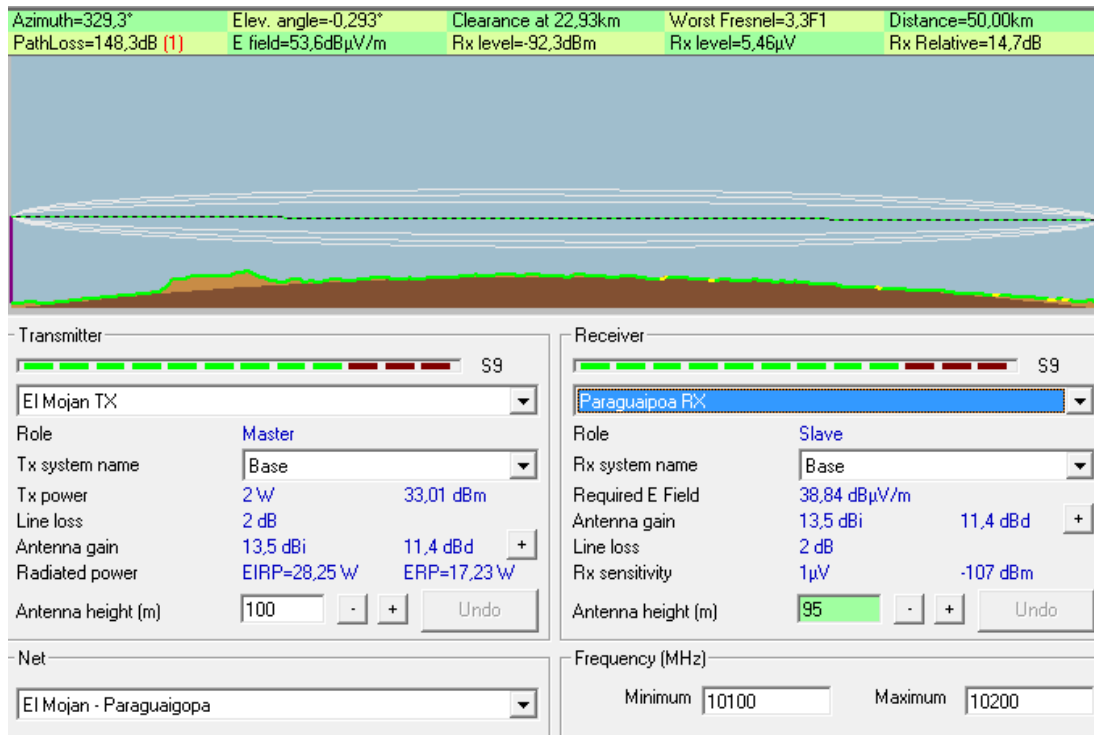


Figura 47. Perfil topográfico y valores enlace El Mojan - Paraguaipoa
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Norte – El Mojan:

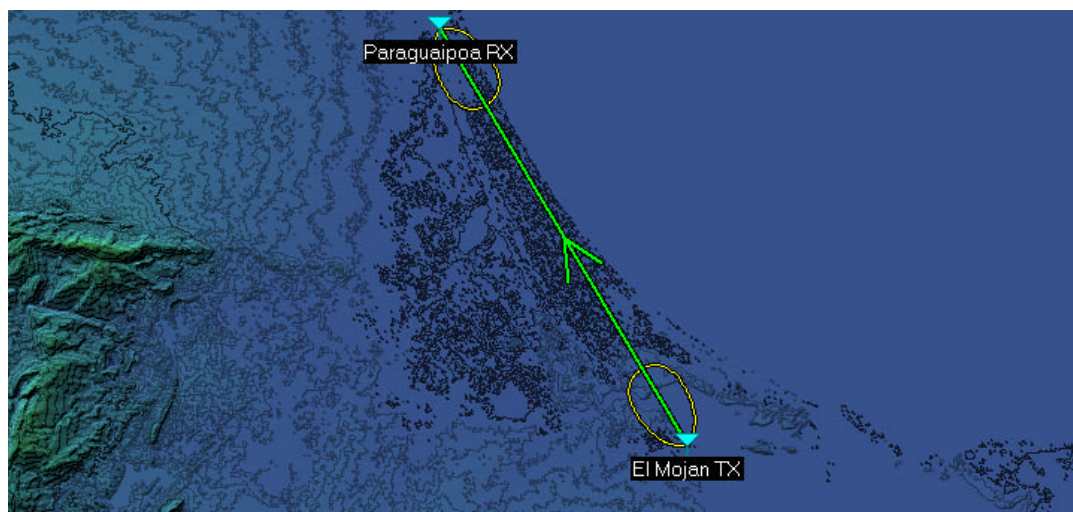


Figura 48. Enlace El Mojan - Paraguaipoa
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Maracaibo Sur – La Concepción:

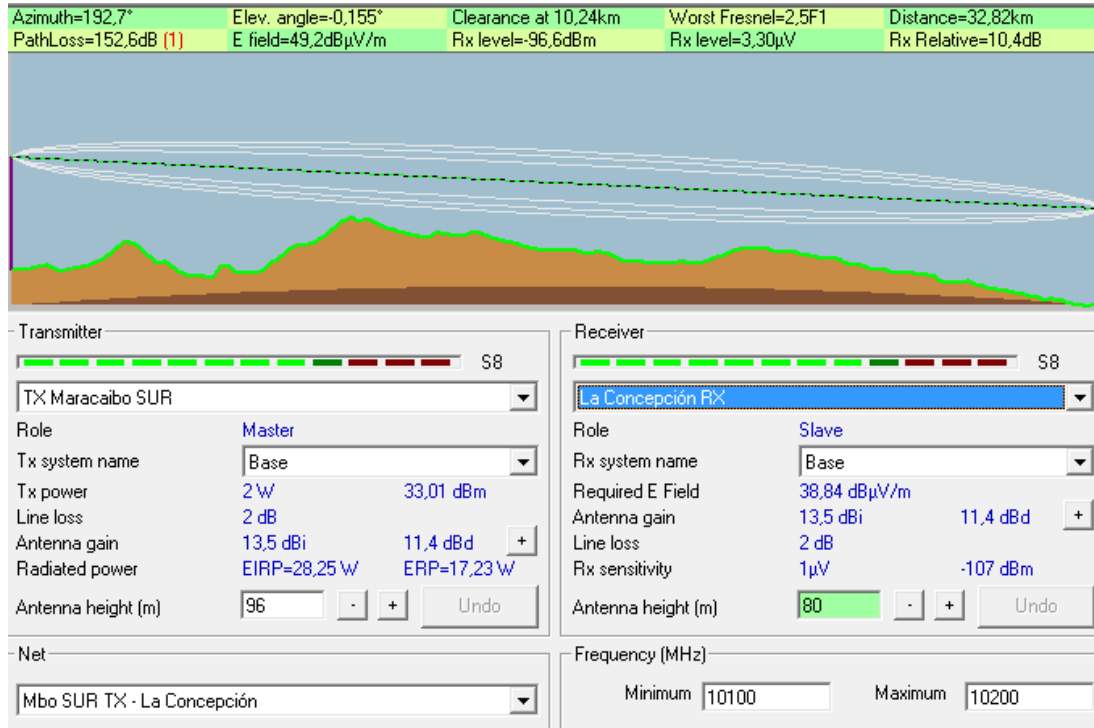


Figura 49. Perfil topográfico y valores enlace Maracaibo Sur – La Concepción.Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Sur – La Concepción:



Figura 50. Enlace Maracaibo Sur – La Concepción
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace La Concepción – Villa de Rosario:

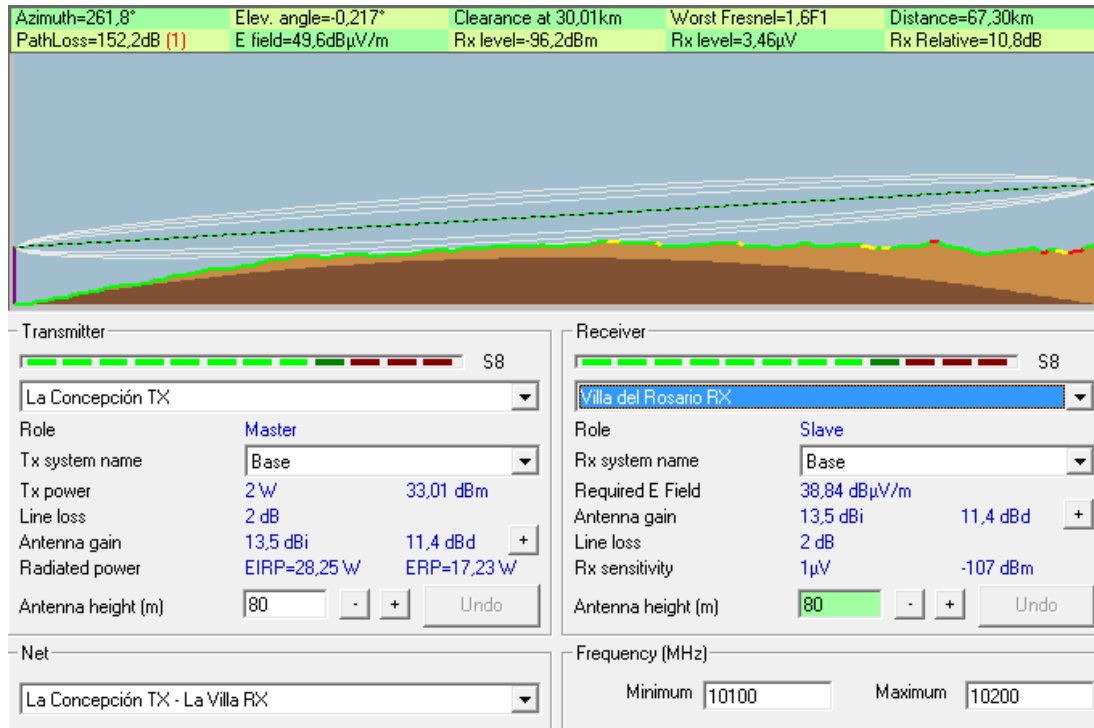


Figura 51. Perfil topográfico y valores enlace La Concepción – Villa de Rosario. Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace La Concepción – Villa de Rosario:

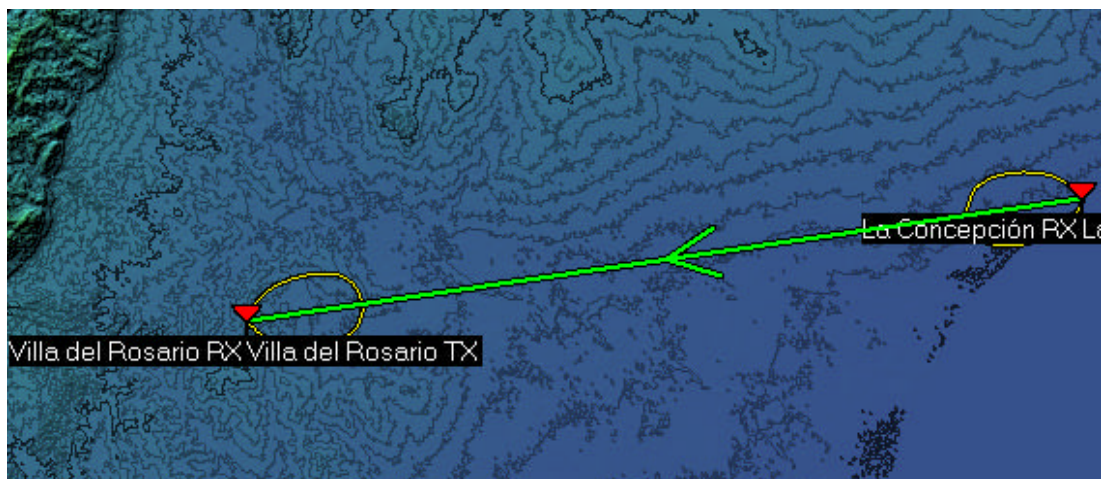


Figura 52. Enlace La Concepción – Villa de Rosario Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Villa de Rosario - Machiques:

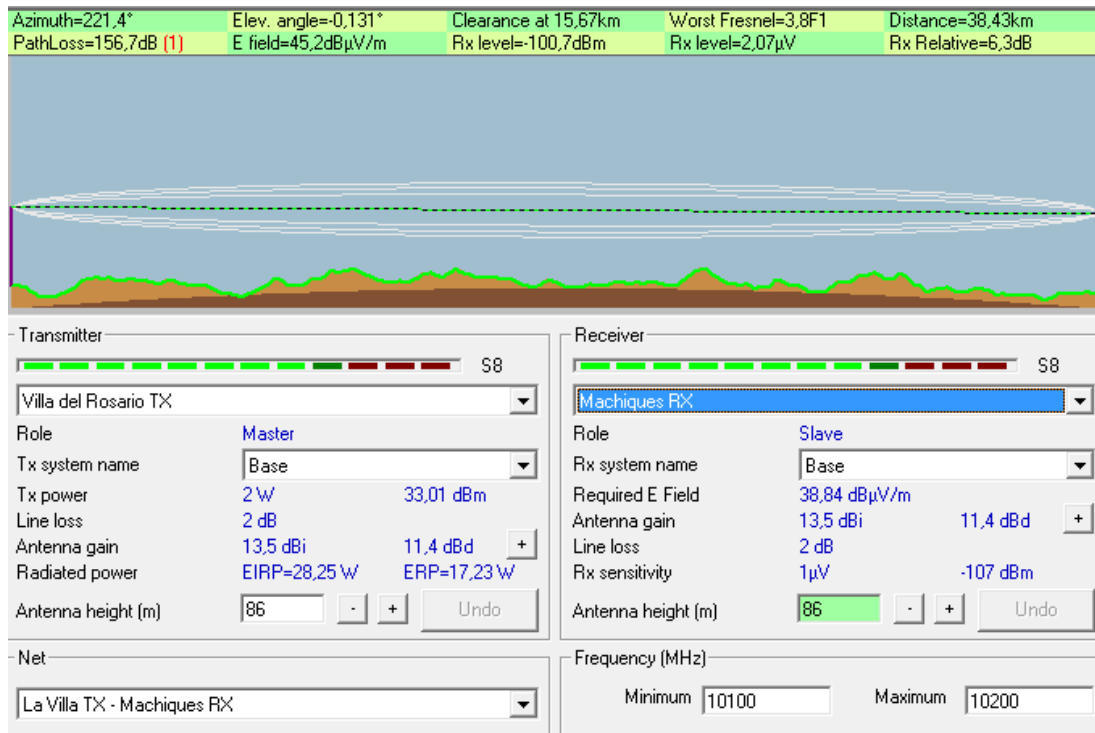


Figura 53. Perfil topográfico y valores enlace Villa de Rosario – Machiques. Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Villa de Rosario – Machiques:



Figura 54. Enlace Villa de Rosario - Machiques Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Maracaibo Costa Oriental – Santa Rita:

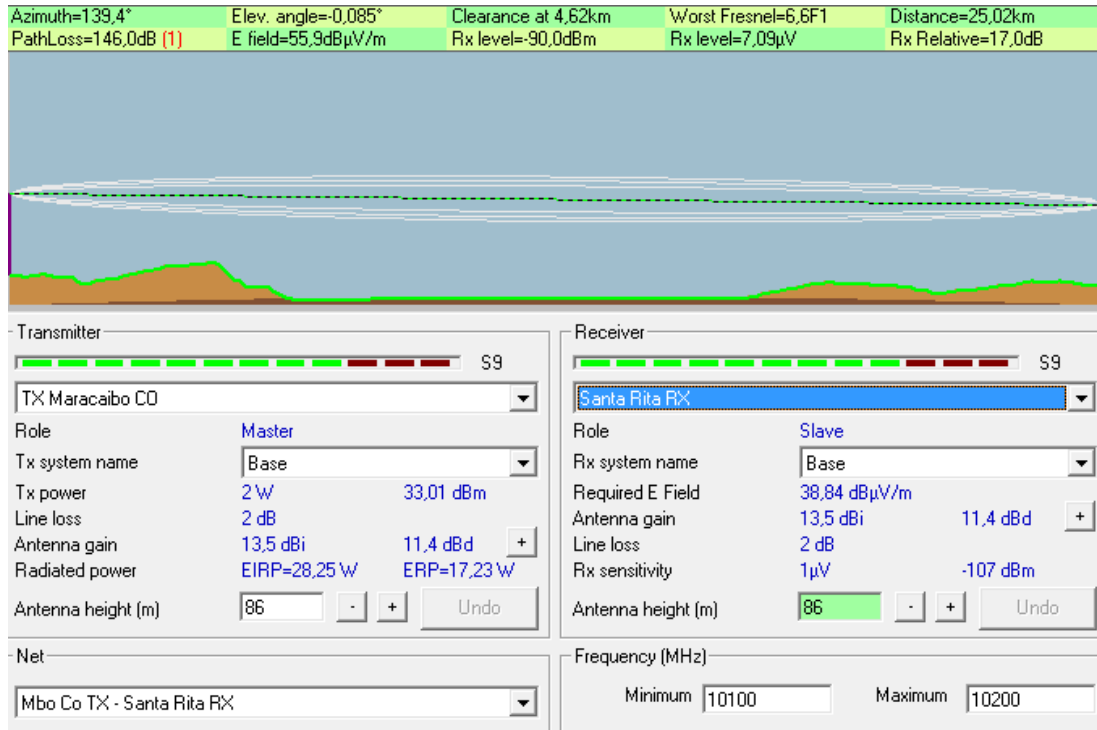


Figura 55. Perfil topográfico y valores enlace Maracaibo Costa Oriental – Santa Rita. Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Costa Oriental – Santa Rita:

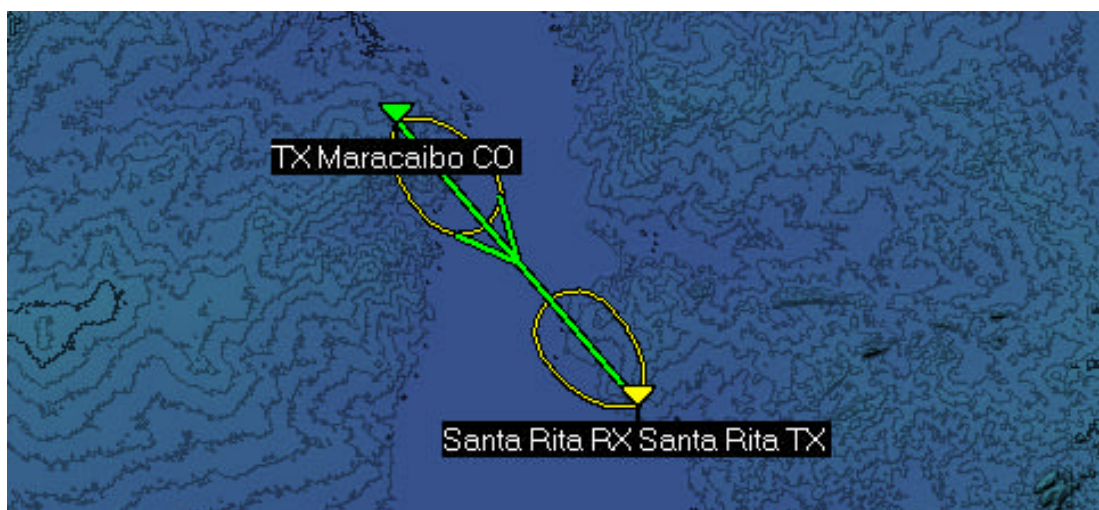


Figura 56. Enlace Maracaibo Costa Oriental – Santa Rita Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Santa Rita – Cabimas:

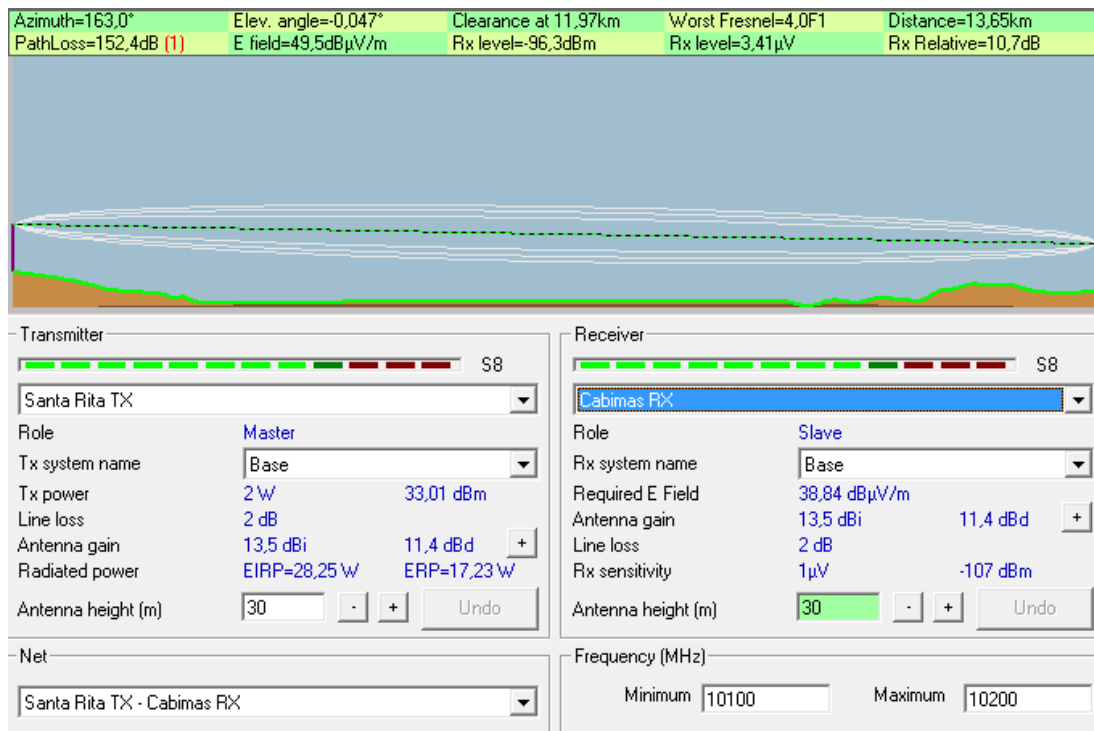


Figura 57. Perfil topográfico y valores Santa Rita - Cabimas
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Santa Rita - Cabimas:



Figura 58. Enlace Maracaibo Santa Rita - Cabimas
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Cabimas - Ciudad Ojeda:

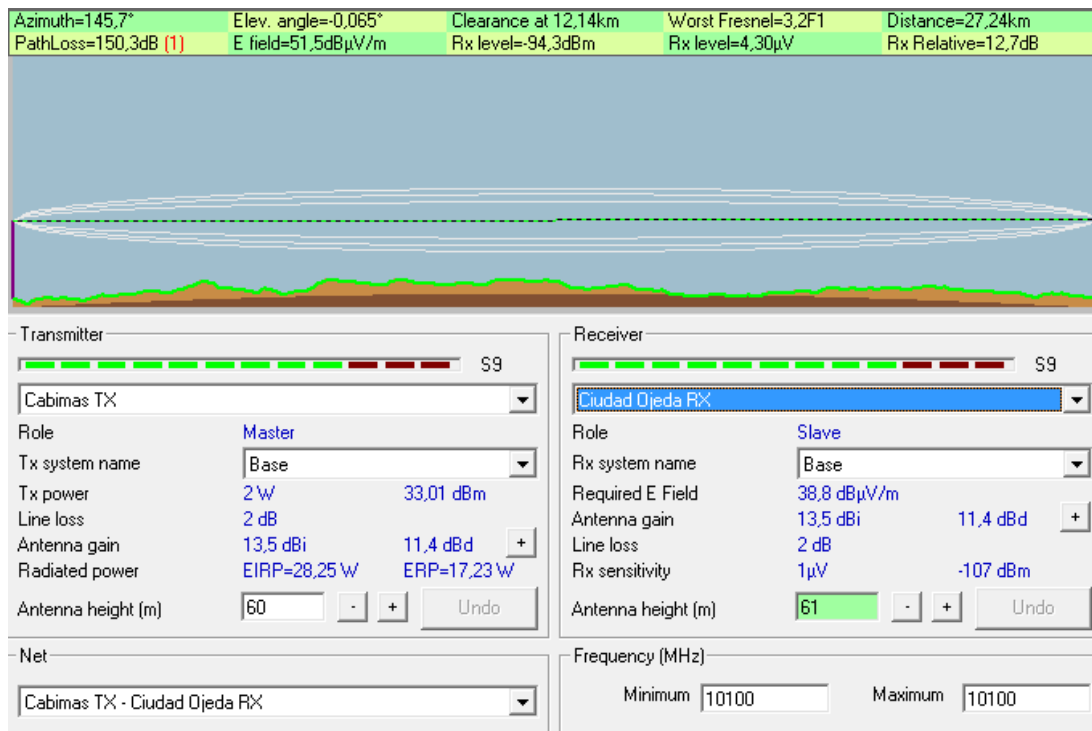


Figura 59. Perfil topográfico y valores Cabimas – Ciudad Ojeda
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Cabimas – Ciudad Ojeda:

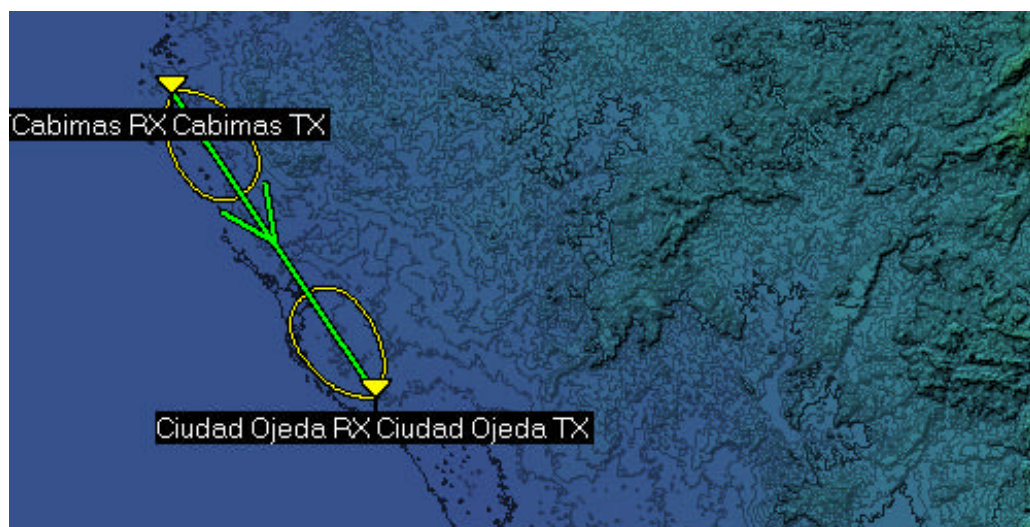


Figura 60. Enlace Maracaibo Cabimas – Ciudad Ojeda
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Ciudad Ojeda – Bachaquero:

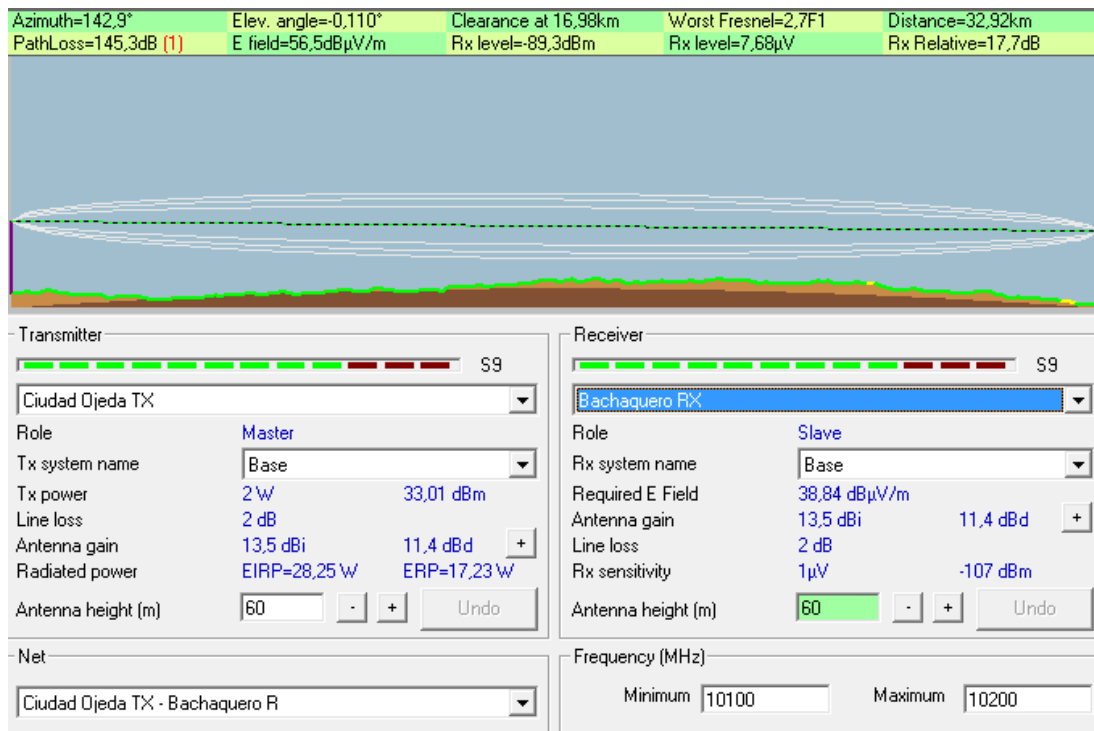


Figura 61. Perfil topográfico y valores Ciudad Ojeda - Bachaquero
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Ciudad Ojeda – Bachaquero:

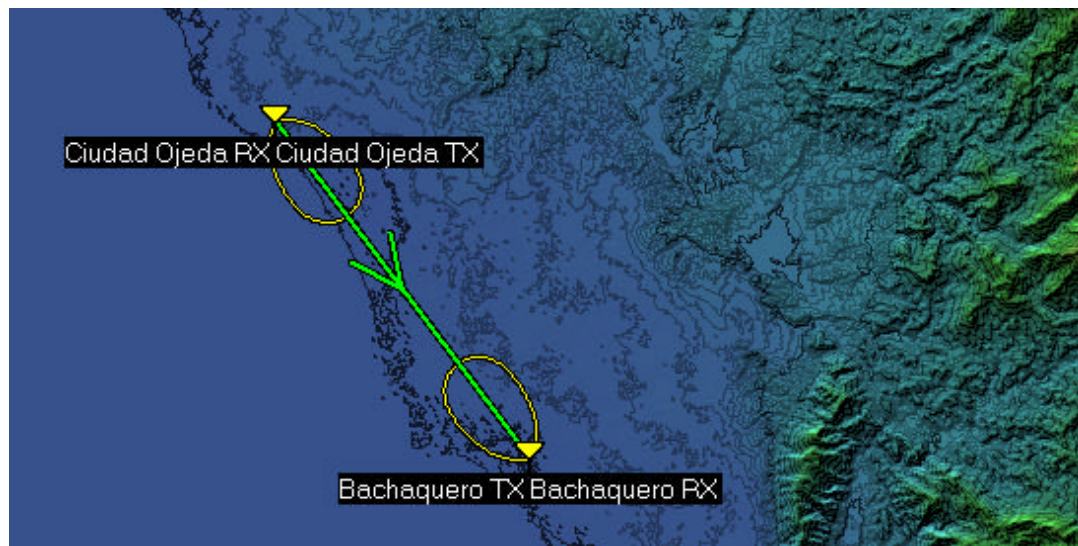


Figura 62. Enlace Ciudad Ojeda - Bachaquero
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del perfil topográfico y valores del enlace Maracaibo Bachaquero – Mene Grande:

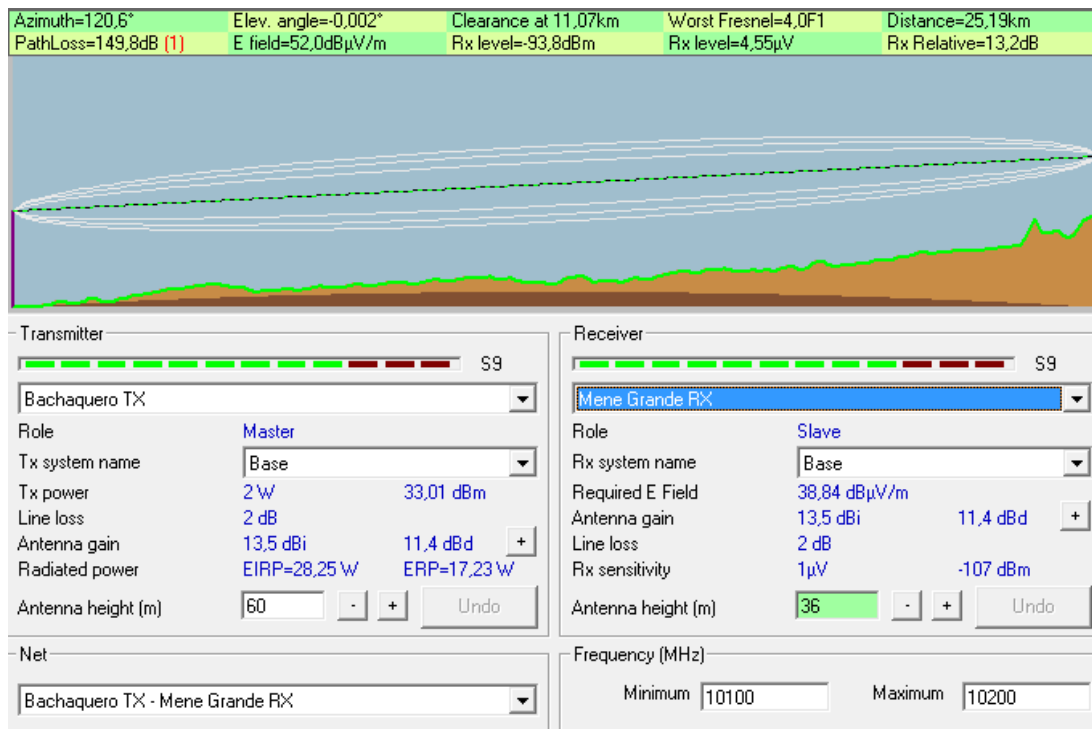


Figura 63. Perfil topográfico y valores Bachaquero – Mene Grande
Fuente: Elaboración propia (2010)

Vista del enlace Maracaibo Bachaquero – Mene Grande:

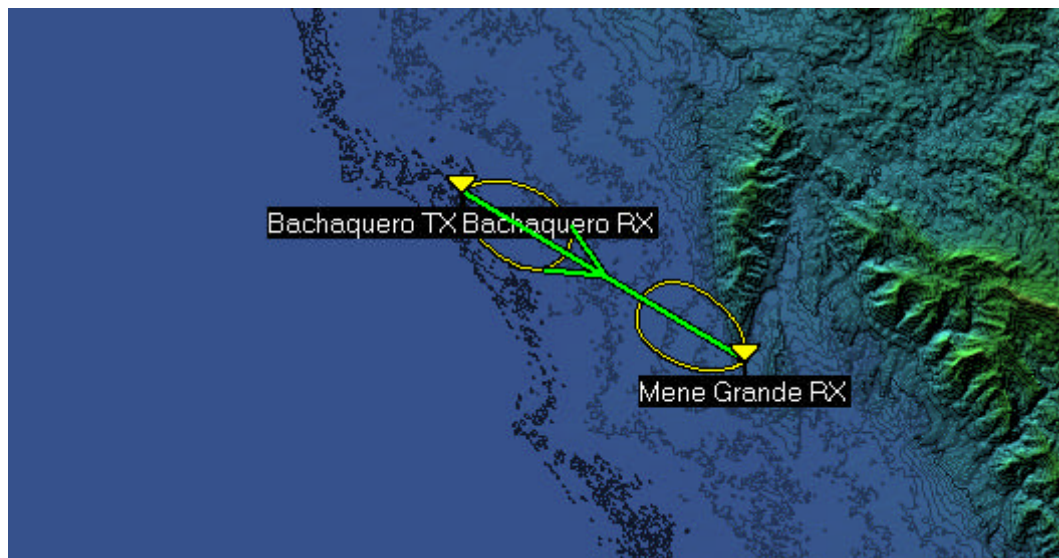


Figura 64. Enlace Maracaibo Bachaquero – Mene Grande
Fuente: Elaboración propia (2010)

1.2 DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En este punto se confrontan los datos de campo obtenidos con los instrumentos aplicados, con la teoría inmersa en la metodología utilizada.

Para elaborar el diseño de una red de repetidoras de televisión digital terrestre basada en la norma ISDB-TB para un canal de la ciudad de Maracaibo, se aplicó la metodología propuesta por el autor Savant (2000).

Estructurada en cuatro (4) fases (Definir el problema, Crear la documentación técnica, Construcción del prototipo, Pruebas del prototipo)

Para su ejecución se inició con estudio de la tecnología usada actualmente para la difusión de televisión abierta, mediante la observación directa y la utilización de herramientas de información se realizó un análisis del estándar NTSC-M (National Television System Committee), de esta manera se determinó que esta norma está en uso oficial desde el año 1980 aunque mucho tiempo antes ya se usaba, esta establece un uso de 6 MHz de ancho de banda para un canal de televisión.

Seguidamente se procedió a hacer una revisión de documentos oficiales de la comisión nacional de telecomunicaciones CONATEL, específicamente el Cuadro Nacional de Asignación de Bandas de Frecuencias CUNABAF el cual establece los usos que se le pueden dar a las diferentes frecuencias del espacio radioeléctrico, se hizo una descripción de las bandas de frecuencias asignadas a la radiodifusión de televisión y las frecuencias que estas comprenden, cumpliéndose la normativa en el diseño propuesto.

Como parte de la Fase II de Savant (2000) que consiste en crear la documentación técnica y con base en la página web oficial del desarrollador de la tecnología el DIBEG y los documentos técnicos que esta aporta, se realizó un análisis del estándar o norma de transmisión de televisión digital ISDB-TB, pudiéndose evidenciar que dicho diseño cumple con la documentación técnica requerida.

Por otra parte, se denoto que al ISDB-T contar con OFDM (Sistema de Transmisión Segmentada), es posible la construcción de una red de una sola frecuencia (SFN Single Frecuence Network), como resultado de esto se hace posible reducir frecuencias para transmisores repetidores, además, usando la misma frecuencia para muchos transmisores de la misma red, no es necesario cambiar el canal de recepción de los dispositivos móviles o portátiles.

En este sentido, y con base en los documentos técnicos oficiales o documentos de armonización del estándar se realizó una revisión de la cual se extrajeron las características más resaltantes que guardan relación con el tema de estudio, que es el diseño de la red de repetidoras de televisión digital terrestre.

Seguido de la escogencia de la topología, se determinó el funcionamiento lógico de la red que con la ayuda de manuales técnicos se logró realizar un diagrama de conexión donde se mostró el prototipo del diseño de la red de repetidoras el cual se establece comunicación por medio de radioenlaces entre todos los nodos de la red y cada uno de estos a su vez

es una estación de radiodifusión de televisión digital que dará cobertura en un área determinada por varios factores, entre los cuales están: la potencia, la altura de las torres y la topografía del terreno.

Para finalizar, se presentan los resultados derivados de las pruebas del prototipo mediante el cual se sometió a juicio de expertos el diseño de la red, que por medio de entrevistas informales a diferentes personas ligadas al tema de investigación se obtuvo una apreciación positiva con diferentes observaciones y aportes, entre los cuales se puede destacar el tomar en cuenta las condiciones del terreno especialmente entre los nodos entre los cuales existe una mayor distancia como lo son el enlace entre el Mojan y Paraguaipoa donde la línea de vista en parte entra en superficie de agua y esto puede causar distorsiones y pérdidas de señal.

Como parte de las pruebas se realizaron pruebas con un software de simulación de radiofrecuencia en el cual se describió cada uno de los enlaces que cuenta el diseño ofreciendo datos como la topología, la distancia entre los nodos, la potencia, la pérdida de señal, la altura y ganancia de las antenas, por medio de esto se constató la posibilidad de recepción y de línea de vista entre las ubicaciones que fueron seleccionadas como parte de esta red.

Finalmente puede decirse que la metodología seleccionada está contemplada a cabalidad en el diseño de la red de repetidoras, ajustándose tanto a los requerimientos legales como a los parámetros técnicos.

2. CONCLUSIONES

Luego de cumplir con los objetivos planteados y las actividades establecidas en la metodología desarrollada se puede concluir lo siguiente con respecto a la investigación:

El estándar o norma usado actualmente en el país es el NTSC-M, en uso oficial desde 1980, debido a los avances de la tecnología este estándar ha pasado a ser deficiente en diferentes aspectos entre los más relevantes está el uso del espectro de 6 MHz por canal para la transmisión de 1 solo canal además de la imposibilidad del uso de canales contiguos debido a interferencia entre los mismos.

Luego de conocido el estándar actual se presentó un resumen de las bandas de frecuencias susceptibles al uso para la radiodifusión de televisión el cual arroja el uso en el municipio Maracaibo de 11 canales de televisión entre los cuales hay nacionales, regionales y comunitarios, mediante la visita a una empresa se obtuvo la información de que los sistemas actualmente más usados en son el sistema de televisión por cable CATV híbrido de fibra y cable coaxial, la televisión Direct To Home DTH tales como Movistar TV Digital, DIRECTV y los canales de libre recepción satelital FTA (Free to Air), también el uso de la norma actual de televisión abierta NTSC.

Como parte de la revisión de documentos oficiales se determinó la disponibilidad de 54 canales para la explotación con el nuevo sistema de televisión digital ISDB-TB.

En lo que concierne a la revisión de manuales técnicos de los dispositivos, se constató que existe gran variedad de equipamiento de diferentes modelos y marcas en el mercado actual, así como también distintas tecnologías y modos de conexión para ofrecer el transporte de las señales hasta el punto donde van a ser emitidas, en cuanto a la selección de los dispositivos se seleccionaron los modelos y marcas que cumplían con las necesidades de la red.

Con respecto a la evaluación de las características técnicas de la propuesta de diseño planteada se hicieron entrevistas informales a especialistas en el área, para determinar posibles fallas que pudieran afectar el funcionamiento de la red, teniendo como resultado que el diseño de la red no presenta ningún tipo de observación desfavorable en cuanto a su funcionamiento, conexión y dispositivos seleccionados.

En relación al diseño de la red, se realizó en base a los requerimientos exigidos por la investigación, se estudió la tecnología de transmisión ISDB-TB con el fin de precisar sus características y funcionalidades, así como también se presentó un prototipo del diseño de la red de repetidoras de televisión digital.

Finalmente se realizaron una serie de simulaciones de los enlaces de cada uno de los nodos de la red para corroborar el correcto diseño y ubicación de los mismos de esta forma se presentaron una serie de datos concernientes a los resultados de cada prueba realizada con el software de radiofrecuencia Radio Mobile.

El diseño de la red de repetidoras de televisión digital terrestre para un canal de la ciudad de Maracaibo con la norma que escogió Venezuela ISDB-TB, resulta un proyecto factible y modular que permite seguir agregando nodos a la red para su posterior expansión, y mayor cobertura de población, además de ser un proyecto de avanzada debido a lo reciente de esta tecnología y permitirá el comienzo de su implementación en el país.

3. RECOMENDACIONES

Una vez finalizado el diseño de la Red de repetidoras de televisión digital terrestre basada en la norma isdb-tb de un canal de la ciudad de Maracaibo se plantean las siguientes recomendaciones:

- Hacer de conocimiento público mediante exposiciones, ponencias y demostraciones las bondades del estándar ISDB-TB y el proceso de transición entre el estándar actual y el digital.
- Acelerar la adquisición a través de importaciones, del equipamiento que permita la migración entre la tecnología de televisión actual y la nueva norma de televisión digital adoptada por Venezuela ISDB-TB.
- Ofrecer por medio de las instituciones del estado soporte técnico especializado a los medios de comunicación para la migración de plataforma.
- Establecer políticas de estado que propicien la masificación del sistema de televisión digital terrestre, a través del subsidio para la adquisición de decodificadores y televisores compatibles con la norma ISDB-TB.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIBROS:

Bavaresco, A. (2006). Proceso Metodológico en la Investigación. Maracaibo (Venezuela): Editorial de la Universidad del Zulia.

Blake, R. (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas. México: Thompson.

Castañeda (2001). Metodología De La Investigación. México: Mcgraw-hill.

Castro A. y Fusario R. (1999). Teleinformática para ingenieros en sistemas de información 2da edición. España: Editorial Reverte.

Cázares, Christen, Jaramillo, Villaseñor y Zamudio (2000). Técnicas actuales de investigación documental. México: Editorial Trillas.

Hellin P. y Rojo P. (2009) La televisión digital terrestre en Murcia. España: Editorial Comunicación Social

Hernández, S., Fernández, P. y Baptista, L. (2006). Metodología de la investigación. México: Mc Graw Hill Interamericana.

Herrera E. (2003). Tecnologías y redes de transmisión de datos. México: Editorial Limusa.

Hurtado, D. (2002). Metodología cualitativa. Venezuela. Cooperativa Editorial Magisterio.

Sabino C. (2003) como hacer una tesis y elaborar todo tipo de escritos. México: Panamericana.

Savant C. (2000) Diseño Electrónico. México: Prentice Hall.

Tanenbaum A. (2003) Redes de computadoras. México: Editorial Pearson Educación.

Tomasi, W. (2003). Sistemas de comunicaciones electrónicas. México: Prentice Hall.

PAGINAS WEB:

Advanced Broadcasting Electronics (2010 Junio) (Pagina Web en línea)
Disponible: www.abe.it (Consulta: Junio 24)

Comisión Nacional de Telecomunicaciones CONATEL (2010 Mayo) (Pagina web en línea) Disponible: <http://www.conatel.gob.ve/> (Consulta: Mayo 28)

Association of Radio Industries and Business (2010 Febrero) (Pagina web en línea) Disponible: www.arib.or.jp (Consulta: 2010 Febrero 15)

Cuadro Nacional de Asignación de Bandas de Frecuencias CUNABAF (2010 Junio) (Documento en línea) Disponible: http://www.conatel.gob.ve/download/marco_legal/CUNABAF_GO.zip (Consulta: Junio 15)

Digital Broadcasting Experts Group Integrated Services Digital Broadcasting-Terrestrial (ISDB-T) (2010, Enero) (Documento en línea) Disponible: http://www.dibeg.org/overview/pamphlet_es_Ver9.pdf. (Consulta: 2010 Febrero 10)

Digital Horizon (Junio 2010) (Pagina web en línea) Disponible: www.dh-tv.com (Consulta: Junio 24)

EnVivo Revista cubana de radio y televisión (2010 Enero) (Documento en línea) Disponible: <http://www.envivo.icrt.cu/tecnologia/77-el-apagon-de-la-television-analogica-en-cuba> (Consulta: 2010 Febrero 11)

GoogleMaps (2010 Junio) (Pagina web en línea) Disponible: www.google.maps.com (Consulta: 2010 Junio 23)

Harris Corporation (2010 Junio) (Pagina Web en línea) Disponible www.broadcast.harris.com (2010) Consulta: Junio 24)

MINCI Ministerio del poder Popular para la comunicación e Información de la República Bolivariana de Venezuela (2009 Octubre) (Documento en línea) Disponible: http://www.minci.gob.ve/reportajes/2/192596/venezuela_inicia_transito.html (Consulta: 2010 Febrero 11)

National Television System Committee (2010 Junio) (Pagina web en línea) Disponible: www.ntsc-tv.com (Consulta: 2010 Junio 20)

NHK Japan Broadcasting Corporation (2010 Enero) (Documento en línea)
Disponible: <http://www.nhk.or.jp/digital/en/digitalbroad/index.html>
(Consulta: 2010 Febrero 11)

OMB Sistemas Electrónicos (2010 Junio) (Pagina Web en línea) Disponible:
www.omb.com (2010) (Consulta: Junio 24)

Sitio Oficial de la Televisión Digital Brasileira (Junio 2010) (Pagina web en
línea) Disponible: www.dtv.org.br (2010 Junio 15)

Televisión Digital terrestre Gobierno de Aragón (2010 Junio) (Pagina web en
línea) Disponible: <http://tdt.aragon.es/> (Consulta: 2010 Junio 15)

Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) (2010, Marzo) (Documento
en línea) Disponible: <http://www.itu.int/es/pages/default.aspx>
(Consulta: 2010 Marzo 5)