

**DISEÑO DEL CANAL DE TELEVISION PARA LA UNIVERSIDAD
DEL CAUCA**

**DANI RUTH LOPEZ RICO
YURI MARINO LOPEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TRANSMISIÓN
POPAYÁN
2001**

**DISEÑO DEL CANAL DE TELEVISION PARA LA UNIVERSIDAD
DEL CAUCA**

**DANI RUTH LOPEZ RICO
YURI MARINO LOPEZ**

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TRANSMISIÓN
POPAYÁN
2001**

**DISEÑO DEL CANAL DE TELEVISION PARA LA UNIVERSIDAD
DEL CAUCA**



**DANI RUTH LOPEZ RICO
YURI MARINO LOPEZ**

Monografía para optar al título de
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones.

Director

LUIS ALFREDO GUERRERO

Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones

**UNIVERSIDAD DEL CAUCA
FACULTAD DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES
DEPARTAMENTO DE TRANSMISIÓN
POPAYÁN
2001**

Nota de Aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Popayán, Noviembre 29 de 2001

Mil gracias...

A mi madre y mis hermanos,

por su apoyo incondicional.

A todos y cada uno de mis familiares, amigos

y compañeros, que de algún modo contribuyeron

con el cumplimiento de esta meta...

Dani Ruth López Rico.

AGRADECIMIENTOS

Al Ingeniero Luis Alfredo Guerrero por su asesoría y colaboración como director de la monografía.

A los Ingenieros Francisco Terán y Edgar Ortiz, por su colaboración y sugerencias como jurados del trabajo de grado.

A los Ingenieros Civiles Juan Carlos Tafurt y Juan Carlos Zambrano, por su colaboración durante el desarrollo de la monografía.

Al Profesor Gerardo Martínez, Coordinador de la Productora de Televisión y al Profesor Tirso Masabuel, laboratorista de la Facultad de Ing. Electrónica y Telecomunicaciones de la Universidad del Cauca, por su colaboración prestada durante el desarrollo del trabajo de grado.

TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 2. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEVISION | 4 |
| 2.1. INTRODUCCION..... | 4 |
| 2.2. GENERALIDADES | 5 |
| 2.2.1. Clasificación de las Ondas de Radio..... | 5 |
| 2.2.2. Clases de Radioenlaces en las Bandas de VHF, UHF y SHF..... | 6 |
| 2.3. ESTANDARES DE TELEVISION | 8 |
| 2.3.1. Sistema NTSC..... | 8 |
| 2.3.2. Estándar MPEG-2 | 11 |
| 2.4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCION | 13 |
| 2.4.1. Sistema de Comunicación..... | 13 |
| 2.4.1.1. Transductor de entrada | 14 |
| 2.4.1.2. Transmisor | 15 |
| 2.4.1.3. Medio de transmisión | 16 |
| 2.4.1.4. Receptor..... | 17 |
| 2.4.1.5. Transductor de salida..... | 18 |
| 2.5. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELEVISION..... | 18 |
| 2.5.1. Transmisor | 18 |
| 2.5.2. Modulador | 19 |
| 2.5.3. Torre Transmisora | 19 |
| 2.5.4. Antena..... | 20 |

| | |
|---|----|
| 2.5.4.1. Características técnicas de las antenas | 21 |
| 2.5.4.2. Definición de arreglo..... | 25 |
| 2.5.4.3. Multiplicación de patrones de radiación | 25 |
| 2.5.4.4. Antena Yagi..... | 26 |
| 2.5.4.5. Antenas panel..... | 27 |
| 2.5.5. Cuarto de Equipos..... | 29 |
| 2.5.6. Medio de Transmisión | 29 |
| 2.5.7. Sistema de Puesta a Tierra y Protecciones | 30 |
| 2.5.7.1. Clasificación de las redes de tierra..... | 31 |
| 2.5.7.2. Disposición de la redes de tierra | 32 |
| 2.5.7.3. Elementos de la red de tierra..... | 33 |
| 2.5.7.4. Clasificación de las instalaciones de comunicación según la puesta a tierra y protecciones..... | 34 |
| 2.5.7.5. Puesta a tierra y protecciones para estaciones A1..... | 35 |
| 2.5.7.5.1. Protección y puesta a tierra de la torre autosoportada | 35 |
| 2.5.7.5.2. Protección y puesta a tierra de la caseta de equipos | 38 |
| 2.5.8. Recepción de la Señal de Usuario | 39 |
| 2.5.8.1. Antenas comunitarias..... | 40 |
| | |
| 3. DISEÑO DEL CANAL DE TELEVISION LOCAL | 42 |
| 3.1. INTRODUCCION..... | 42 |
| 3.2. ESTACION LOCAL DE TELEVISION SIN ANIMO DE LUCRO | 43 |
| 3.2.1. Soporte Legal | 43 |
| 3.2.2. Definición | 43 |
| 3.2.3. Ámbito de Cubrimiento | 43 |
| 3.2.4. Acceso..... | 43 |
| 3.2.5. Duración de la Concesión de Licencia | 44 |
| 3.2.6. Requisitos de los Prestatarios | 44 |
| 3.2.7. Tarifas..... | 44 |
| 3.2.8. Comercialización | 44 |

| | |
|---|-----|
| 3.2.9. Programación | 45 |
| 3.2.10. Fines..... | 45 |
| 3.2.11. Iniciación de Operaciones | 45 |
| 3.2.12. Sistema de Distribución..... | 46 |
| 3.2.13. Sosténimiento..... | 46 |
| 3.3. ESTACION TRANSMISORA DE TELEVISION | 46 |
| 3.3.1. Configuración | 46 |
| 3.3.2. Funcionamiento | 47 |
| 3.4 METODO TEORICO DE PREDICCIÓN DE COBERTURA | 48 |
| 3.4.1. Procedimiento Normativo para la Emisión de Televisión..... | 48 |
| 3.4.2. Cálculos Teóricos | 66 |
| 3.4.2.1. Trazado de perfiles..... | 66 |
| 3.4.2.2. Altura del sistema radiante..... | 68 |
| 3.4.2.3. potencia de transmisión..... | 70 |
| | |
| 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS | 129 |
| 4.1. INTRODUCCION..... | 129 |
| 4.2. EQUIPO TRANSMISOR..... | 129 |
| 4.2.1. Modulador – Transmisor MOT 1/5..... | 132 |
| 4.2.2. Modulador – Transmisor MOT 50 | 134 |
| 4.2.3. Transmisor de la Serie PCAV | 135 |
| 4.2.4. Transmisor de la Serie BICAV..... | 136 |
| 4.2.5. Transmisor de la Serie CAV | 136 |
| 4.3. EQUIPO DEMODULADOR | 137 |
| 4.3.1 Demodulador modelo HDM - 1 | 137 |
| 4.3.2. Demodulador de la Serie AD – 1 | 139 |
| 4.4. ANTENAS | 139 |
| 4.4.1. Antena YAGI CR Corner Reflector | 140 |
| 4.4.2. Antena Tipo Panel PCI 300 | 141 |
| 4.4.2.1. Antena panel PCI 300 | 141 |

| | |
|---|-----|
| 4.4.2.2. Antena panel BIC – 1 UHF | 141 |
| 4.4.2.3. Antena panel UHF JUHD | 142 |
| 4.5. CABLE COAXIAL | 143 |
| 4.7. CONECTORS..... | 145 |
| | |
| 5. PRESUPUESTO | 146 |
| 5.1. COSTO DE EQUIPOS TRANSMISORES..... | 146 |
| 5.2. COSTO DEL EQUIPO DEMODULADOR..... | 146 |
| 5.3. COSTO DE ANTENAS..... | 147 |
| 5.4. COSTO DE LA TORRE METALICA..... | 147 |
| 5.5. COSTO DEL CABLE COAXIAL Y CONECTORES | 148 |
| 5.6. COSTO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA | 148 |
| 5.7. COSTO DE LA OBRA CIVIL..... | 149 |
| | |
| 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 155 |
| 6.1. CONCLUSIONES..... | 155 |
| 6.2. RECOMENDACIONES | 156 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 2.1. Diagrama en bloques del sistema NTSC | 11 |
| Figura 2.2. Diagrama en bloques de un sistema de comunicaciones | 14 |
| Figura 2.3. Translación de mensajes a través de modulación | 16 |
| Figura 2.4. Obtención del ángulo de cobertura | 22 |
| Figura 2.5. Diagrama de radiación horizontal y vertical de una antena | 22 |
| Figura 2.6. Diagrama de radiación horizontal de una antena | 23 |
| Figura 2.7. Relación matemática entre la longitud y la frecuencia | 24 |
| Figura 2.8. Aumento de la ganancia y la directividad, cuando aumenta el numero de elementos | 26 |
| Figura 2.9. Diferentes tipos de antena Yagi | 27 |
| Figura 2.10. Antena tipo panel | 27 |
| Figura 2.11. Arreglo simple | 28 |
| Figura 2.12. Arreglo doble | 28 |
| Figura 2.13. Arreglo triple | 29 |
| Figura 2.14. Sistema anular de puesta a tierra | 36 |
| Figura 3.1. Diagrama en bloques de la estación transmisora de televisión | 46 |
| Figura 3.2. Diagrama en bloques del sistema de transmisión | 47 |
| Figura 3.3. Curva F(50,50) para los canales 14 – 69 | 50 |
| Figura 3.4. Mapa del municipio de Popayán | 52 |
| Figura 3.5. Factor de rugosidad del terreno | 56 |
| Figura 3.6. Factor de corrección por rugosidad del terreno | 57 |
| Figura 3.7. Fotografía de la torre de transmisión | 61 |
| Figura 3.8. Fotografía de la torre de transmisión | 62 |
| Figura 3.9. Fotografía de la torre de transmisión | 63 |
| Figura 3.10. Curva F(50,10) para los canales 14 - 96 | 65 |
| Figura 3.11. Cobertura de la señal según el grado de servicio | 75 |
| Figura 3.12. Cubrimiento de la señal sobre el municipio | 75 |

| | |
|---|-----|
| Figura 3.13. Perfil No 1, Azimut 0° | 77 |
| Figura 3.14. Perfil No 2, Azimut 15° | 79 |
| Figura 3.15. Perfil No 3, Azimut 30° | 81 |
| Figura 3.16. Perfil No 4, Azimut 45° | 83 |
| Figura 3.17. Perfil No 5, Azimut 60° | 88 |
| Figura 3.18. Perfil No 6, Azimut 75° | 88 |
| Figura 3.19. Perfil No 7, Azimut 90° | 91 |
| Figura 3.20. Perfil No 8, Azimut 105° | 94 |
| Figura 3.21. Perfil No 9, Azimut 120° | 97 |
| Figura 3.22. Perfil No 10, Azimut 135° | 100 |
| Figura 3.23. Perfil No 11, Azimut 150° | 102 |
| Figura 3.24. Perfil No 12, Azimut 165° | 105 |
| Figura 3.25. Perfil No 13, Azimut 180° | 107 |
| Figura 3.26. Perfil No 14, Azimut 195° | 109 |
| Figura 3.27. Perfil No 15, Azimut 210° | 111 |
| Figura 3.28. Perfil No 16, Azimut 225° | 113 |
| Figura 3.29. Perfil No 17, Azimut 240° | 115 |
| Figura 3.30. Perfil No 18, Azimut 255° | 117 |
| Figura 3.31. Perfil No 19, Azimut 270° | 119 |
| Figura 3.32. Perfil No 20, Azimut 285° | 121 |
| Figura 3.33. Perfil No 21, Azimut 300° | 123 |
| Figura 3.34. Perfil No 22, Azimut 315° | 125 |
| Figura 3.35. Perfil No 23, Azimut 330° | 127 |
| Figura 3.36. Perfil No 24, Azimut 345° | 129 |
| Figura 4.1. Equipo transmisor | 130 |
| Figura 4.2. Equipo demodulador | 137 |
| Figura 4.3. Antena Yagi tipo Corner Reflector | 140 |
| Figura 4.4. Perdidas en dB por cada 100 pies | 143 |
| Figura 4.5. Conector | 145 |
| Figura 5.1. Vista en planta de la instalación | 153 |
| Figura 5.2 Perfiles y detalles enmallado | 154 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 2.1. Atenuación vs. frecuencia de cables coaxiales | 30 |
| Tabla 3.1. Valores de contorno de limite. | 53 |
| Tabla 3.2. Valores de contorno de limites grado B, según la UIT | 53 |
| Tabla 3.3. Intensidad de campo mínima para la comunidad principal | 58 |
| Tabla 3.4. Valores de contorno interferente | 64 |
| Tabla 3.5. Altura del sistema radiante | 69 |
| Tabla 3.6. Valores mínimos de contorno presentes en el área | 70 |
| Tabla 3.7. Distancias limites para cada zona mínima de cubrimiento | 74 |
| Tabla 3.8. Perfil No 1, Azimut 0° | 76 |
| Tabla 3.9. Perfil No 2, Azimut 15° | 78 |
| Tabla 3.10. Perfil No 3, Azimut 30° | 80 |
| Tabla 3.11. Perfil No 4, Azimut 45° | 82 |
| Tabla 3.12. Perfil No 5, Azimut 60° | 84 |
| Tabla 3.13. Perfil No 6, Azimut 75° | 86 |
| Tabla 3.14. Perfil No 7, Azimut 90° | 89 |
| Tabla 3.15. Perfil No 8, Azimut 105° | 92 |
| Tabla 3.16. Perfil No 9, Azimut 120° | 95 |
| Tabla 3.17. Perfil No 10, Azimut 135° | 98 |
| Tabla 3.18. Perfil No 11, Azimut 150° | 101 |
| Tabla 3.19. Perfil No 12, Azimut 165° | 103 |
| Tabla 3.20. Perfil No 13, Azimut 180° | 106 |
| Tabla 3.21. Perfil No 14, Azimut 195° | 108 |
| Tabla 3.22. Perfil No 15, Azimut 210° | 110 |
| Tabla 3.23. Perfil No 16, Azimut 225° | 112 |
| Tabla 3.24. Perfil No 17, Azimut 240° | 114 |
| Tabla 3.25. Perfil No 18, Azimut 255° | 116 |
| Tabla 3.26. Perfil No 19, Azimut 270° | 118 |
| Tabla 3.27. Perfil No 20, Azimut 285° | 120 |
| Tabla 3.28. Perfil No 21, Azimut 300° | 122 |

| | |
|---|-----|
| Tabla 3.29. Perfil No 22, Azimut 315° | 124 |
| Tabla 3.30. Perfil No 23, Azimut 330° | 126 |
| Tabla 3.31. Perfil No 24, Azimut 345° | 128 |
| Tabla 4.1 Características técnicas del sistema transmisor | 132 |
| Tabla 4.2. Características técnicas del equipo transmisor MOT 1/5 | 134 |
| Tabla 4.3. Especificaciones técnicas del equipo transmisor MOT 50 | 135 |
| Tabla 4.4. Especificaciones técnicas del equipo demodulador HDM - 1 | 138 |
| Tabla 4.5. Especificaciones técnicas de la antena panel PCI 300 | 141 |
| Tabla 4.6. Especificaciones técnicas de la antena panel BIC – 1 | 142 |
| Tabla 4.7. Características técnicas de cables coaxiales | 145 |

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. PRODUCTORA DE TELEVISION DE LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA.

ANEXO B. NORMATIVIDAD.

LISTA DE ABREVIATURAS

CNTV (Comisión Nacional de Televisión)
FCC (Comisión Federal de Comunicaciones)
ITU (Unión Internacional de Telecomunicaciones)
NTSC (National Television System Committee)
MPEG (Motion Picture Experts Group)
ISO (Organización Internacional de Estándares)
CATV (Televisión por Cable)
HDTV (Televisión Digital de Alta Calidad)
JPEG (Joint Photographic Expert Group)
PAL (Phase Alternative by Line)
SECAM (Secuencial Couleur a Memoire)
TV (Televisión)
ISA (Instrument Society of America)
UHF (Frecuencia Ultra Alta)
VHF (Frecuencia Muy Alta)
FI (Frecuencia Intermedia)
RF (Radiofrecuencia)
EAS (Sistema de alerta de Emergencia)
UAEAC (Unidad Administrativa Especial de Aeronáutica Civil)
PIRE (Potencia Isotrópica Efectiva Radiada)
ATEI (Asociación de Televisión Educativa Iberoamericana)
DCT (Discrete Cosine Transform)
PER (Potencia Efectiva Radiada)
ROE (Relación de Ondas Estacionarias)

1. INTRODUCCIÓN

La televisión hoy día se ha convertido en uno de los mayores medios de información , cuyo objetivo principal es actualizar, entretener, informar, educar, culturizar, etc, logrando así llegar a miles de personas, sin importar el sexo, condición social, raza, idioma o religión.

Que mejor que utilizar este medio para llegar a nuestra comunidad, y por que no, lograr trascender los limites departamentales, aprovechando el intercambio socio-cultural con otras universidades.

Promover la comunidad universitaria, informar, educar, incentivar, son algunos de los muchos propósitos que acarrearía la puesta en marcha del Canal de Televisión de la Universidad.

El “Diseño del Canal de Televisión para la Universidad del Cauca” fue elaborado siguiendo las normas estipuladas por la Comisión Nacional de Televisión, organismo que se ha encargado de unificar las normas técnicas para controlar la prestación del servicio de televisión en Colombia .

La implementación del canal de televisión permitirá a la Productora de Televisión de la Universidad del Cauca, difundir y dar a conocer a mayor escala el material que posee, además de contar con grandes espacios de emisión para su mejor aprovechamiento, la Universidad en este momento se encuentra afiliada al canal español educativo ATEI (Asociación de Televisión Educativa Iberoamericana), el cual cuenta con una amplia programación educativa y cultural la cual se espera sea aprovechada al máximo por la comunidad en general.

En estos momentos uno de los mayores medios de comunicación entre la comunidad universitaria es el Correo Electrónico, sin embargo este medio no

ha logrado una globalización entre dicha comunidad (personal administrativo, docentes, estudiantes, etc), ello debido a diversos factores. Es de nuestro conocimiento que si empleamos un medio masivo de comunicación como lo es la televisión, este inconveniente estaría prácticamente resuelto; de esta manera también se vería beneficiada la comunidad en general.

La manera como hemos tratado los diferentes apartes para la elaboración del trabajo son:

En el capítulo 2 se hace una descripción de los diferentes modos de propagación de las ondas de radio, al igual que los diferentes formatos de televisión empleados, se hace énfasis en la descripción de los equipos necesarios para la transmisión de la señal de televisión, para que esta pueda ser recibida por la comunidad en general. Se estudian conceptos generales de los sistemas de protección a tierra y se tiene en cuenta los parámetros necesarios para la recepción de la señal de usuario.

El capítulo 3 hace referencia al diseño en si del canal de televisión de la universidad, aquí se sustenta de manera teórica todos los cálculos necesarios para su funcionamiento, analizando parámetros como altura de sistema radiante, línea de vista, zona fresnell, potencia de transmisión, etc, los cuales están respaldados por las normas de la Comisión Nacional de Televisión (CNTV) y la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC). Se ilustran los perfiles para los diferentes radiales.

Del mismo modo se plantea uno de los posibles sitios de transmisión escogido, argumentando los factores que se tuvieron en cuenta para tomar tal decisión, factores de tipo técnico, económico y social. Se ilustran los perfiles de los radiales tomados desde el sitio de transmisión.

Nuestro interés en el diseño es lograr la mayor cobertura de la estación, donde el beneficio sea para el área urbana y rural del municipio de Popayán.

En el capítulo 4 se hace la descripción detallada de los equipos que se adaptan mejor a la implementación del canal teniendo en cuenta aspectos de tipo económico y técnico de los cuales depende el óptimo desempeño del canal como tal, de igual manera se evalúan tipo de cable, conectores, antenas y demás accesorios a utilizar, necesarios para la posterior implementación del canal.

En el capítulo 5 se presenta un análisis de los costos de todos y cada uno de los equipos, cables, conectores, antenas, además de los costos de la obra civil, esto con el fin de elaborar un presupuesto y buscar ante las directivas de la Universidad su aprobación, quedando así el diseño presto para su posterior ejecución

El complemento de este trabajo son 2 anexos, donde en el anexo A se hace una breve pero muy importante documentación acerca de los equipos con que cuenta la productora de televisión de la Universidad del Cauca en este momento para la realización de programas, documentales, etc, los cuales se espera sean explotados al máximo para beneficio propio y de la comunidad en general.

En el anexo B se presentan las recomendaciones de la Comisión Nacional de Televisión (CNTV), organismo encargado de la regulación para la emisión de señales de televisión en Colombia, al igual que las recomendaciones de la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) de los Estados Unidos.

2. SISTEMAS DE TRANSMISIÓN Y RECEPCIÓN DE SEÑALES DE TELEVISIÓN

2.1 INTRODUCCIÓN

Cuando se empezaron a utilizar con fines comerciales las ondas hertzianas, hace más de cien años, se vio enseguida que la tecnología disponible ofrecía mayores alcances y contactos más seguros cuanto más larga era la onda. Usar ondas largas y muy largas tenía (y sigue teniendo), sin embargo, algunos inconvenientes: las antenas deben ser mas grandes, se deben utilizar mayores potencias y el ruido atmosférico es una importante fuente de disturbios. Pero, según los conocimientos de la época, las ondas decimétricas (UHF), centimétricas (SHF) o de longitud inferior eran «poco prácticas» debido a que se propagaban en línea recta y no bordeaban obstáculos, con lo que su alcance práctico era la línea visible, el horizonte y poco más.

Algunos científicos (Marconi entre ellos) afirmaban que esas ondas extracortas (métricas - VHF) y ultracortas (decimétricas -UHF- e inferiores), entonces despreciadas, nos reservarían algunas sorpresas. Hoy en día son muchísimos más los circuitos de radio que hacen uso de esa parte del espectro que todos los que se han establecido en los últimos cien años de la radio en ondas largas, medias y cortas. La clasificación de esas ondas más «cortas» que las de la popular “onda corta” (HF atendiendo a su longitud acabo pronto los calificativos; tras nombrar como “ultra” a las ondas decimétricas se acabaron los apelativos y hubo que buscar otra clasificación.

Ese intento de encontrar calificativos acordes con el estado de la técnica siempre en constante adelanto, coincidió, a mediados de la década de los años treinta, con un cambio sustancial en el sujeto a clasificar: en vez de considerar la longitud de onda se pasó a distinguirlas por su frecuencia. La gama de ondas métricas (1 a 10 m) se denominó VHF (Muy Alta Frecuencia); las ondas decimétricas (10 a 100 cm) se bautizaron como UHF (Frecuencia Ultra Alta); a continuación vinieron las centimétricas o de SHF (Frecuencia Super Alta) y, por último, (o eso creían quienes adoptaron esa escala) las de EHF o Frecuencia Extra Alta, en la gama de los milímetros de longitud de onda. Y aquí volvió a encontrarse cerrado el camino; no se encontraron más calificativos aceptables para gamas posteriores. Así que luego hubo que renombrar a ciertos segmentos especiales mediante letras (Banda K, Banda L, etc.) lo cual da mucho más juego.

2.2. GENERALIDADES

2.2.1 Clasificación de las Ondas de Radio.

Las ondas de radio son definidas por la I.T.U como ondas electromagnéticas con frecuencias inferiores a 3000 Ghz, que se propagan en el espacio sin guiado artificial.

Desde el punto de vista de su forma de propagación, las ondas de radio se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. *Onda directa:* cuando la trayectoria esta formada por la línea de vista entre los puntos transmisor y receptor, la energía radiada desde la antena transmisora alcanza al punto receptor directamente.

En H.F o frecuencias mas bajas, la ionosfera puede reflejar las ondas de radio de nuevo a la tierra.

2. *Onda reflejada:* la tierra da una buena reflexión a las ondas de radio. Las construcciones artificiales pueden producir reflexiones efectivas si sus dimensiones son mayores que las longitudes de onda de radio.
3. *Onda refractada:* la atmósfera sobre la superficie terrestre no es homogénea. Con la altitud su densidad decrece y la refractividad se aproxima a la unidad.
4. *Onda difractada:* cuando la trayectoria directa entre los puntos transmisor y receptor esta obstruida por montañas, edificios, etc. Se considera que la intensidad del campo obtenido en el receptor es producida por las ondas difractadas por esos obstáculos.

Para las ondas de radio de longitud de onda grande (frecuencias bajas), la difracción es mayor, por lo tanto, las ondas difractadas se utilizan intensamente en VHF y banda de frecuencias mas bajas.

5. *Onda superficial:* la onda terrestre presenta menores perdidas de propagación, en conformidad con una alta intensidad de campo y bajas frecuencias para la polarización vertical.

El rango de frecuencias donde la onda superficial es aplicable, esta por debajo de la banda H.F.

6. *Onda dispersada:* son producidas por irregularidades en el índice de refracción de una parte de la troposfera, refracción parcial o reflexión en la ionosfera, reflexión irregular por una superficie terrestre escabrosa y dispersión por gotas de lluvia a las frecuencias de microondas por encima de 10 a 15 Ghz.

2.2.2 Clases de Radioenlaces en las Bandas de V.H.F, U.H.F y S.H.F

Algunos de los radioenlaces típicos en las bandas de V.H.F, U.H.F y S.H.F son:

- *Radioenlace por espacio libre:*
Este tipo de radioenlace es el preferido, se utiliza para comunicaciones satélite-satélite o entre satélite-tierra. Los sistemas terrestres utilizan VHF o frecuencias superiores y se ubican especialmente en regiones montañosas,

donde el coeficiente de reflexión efectivo es bajo y se tiene asegurada una buena línea de vista.

- *Radioenlace por onda reflejada interferente:*

La intensidad de campo en el punto receptor es la suma de los vectores de campo eléctrico de las ondas directa y reflejada por la tierra. Este tipo de radioenlace es aplicable en VHF y UHF, para frecuencias mas altas la atenuación por absorción debida a las precipitaciones, vapor de agua y oxígeno llega a ser dominante.

- *Radioenlace por difracción:*

En las bandas bajas de frecuencia se considera que la onda difractada pasa a través de la curvatura de la tierra o de las estructuras artificiales: en las bandas VHF, UHF y SHF debe tenerse en cuenta la onda difractada atravesando las montañas. Esta clase de radioenlace solamente se utiliza cuando no se tiene disponible ninguna otra solución.

- *Radioenlace por dispersión Troposférica:*

Para frecuencias por encima de los 100Mhz las componentes de las ondas de radio recibidas a una gran distancia detrás del horizonte están compuestas principalmente por las ondas de dispersión troposférica puesto que las perdidas por difracción son excesivas y las ondas de radio atraviesan la capa ionizada.

- *Radioenlace con repetidor pasivo:*

Esta clase de radioenlace contiene repetidores tales como reflectores planos, antenas conectadas back to back, radioprismas, etc. Se utilizan en las bandas de frecuencia cercanas a 2 Ghz o superiores, puesto que por su corta longitud de onda las perdidas totales son mas bajas.

Atendiendo los conceptos anteriores, el Diseño del Canal de Televisión para la Universidad se encuentra clasificado como un radioenlace por espacio libre donde existe línea de vista entre el sistema transmisor y el receptor (enlace punto multipunto). Las principales características de propagación por línea de vista son:

-
-
- | | |
|-----------------------------|--|
| 1. Rango de frecuencias: | 30Mhz – 30Ghz (VHF; UHF; SHF) |
| 2. Usos: | Enlaces Punto a Punto y Multipunto |
| 3. Potencia del transmisor: | Baja (~watt) |
| 4. Clases de antenas: | Yagui (VHF, UHF) Parabólicas (UHF, SHF) |
| 5. Tipo de modulación: | FM, PSK, QAM |
| 6. Clases de receptores: | Buena calidad (bajo ruido) |
| 7. Distancias: | Cortas (~50Km) |
| 8. Numero de canales: | Grande (> 960 ch) |
| 9. Perturbaciones: | Desvanecimiento y ruido térmico. |
| 10. Confiabilidad: | Alta (99.99% del tiempo) |

2.3. ESTANDARES DE TELEVISION

2.3.1 Sistema NTSC.

El primer sistema de televisión en color, el NTSC (*National Television System Committee*), se introdujo en Estados Unidos y en el periodo de diez años se instauró como el segundo estándar usado en todo el mundo. Este comité desarrollo las normas, parámetros y principios que rigen el sistema de televisión radiada en los Estados Unidos.

El sistema NTSC es un sistema de 525 líneas y 30 cuadros por segundo, como 30 cuadros están formados por 60 campos, a este sistema se le conoce como un sistema de 525 líneas y 60 campos. Durante los años 50 el sistema de 625 líneas y 50 cuadros por segundo se convirtió en la norma en la mayoría de los países europeos, aunque los franceses eligieron ser diferentes utilizando el sistema de 819 líneas que daba imágenes de gran calidad. En el Reino Unido siguieron utilizando el sistema de 405 líneas.

La diferencia entre los 50 y 60 cuadros por segundo en América y en Europa se tomó por la conveniencia de que el sistema de televisión estuviese en fase con la red eléctrica y esto es diferente en ambos lados del Atlántico. La necesidad de enganchar con la red el sistema de televisión ha desaparecido, pero la dicotomía entre los sistemas de 50 y 60 Hz sigue y promete ser uno de los puntos más conflictivos a la hora de conseguir un único estándar mundial de televisión.

El sistema NTSC se introdujo en Estados Unidos en Diciembre de 1953, y en el están basados todos los demás sistemas de televisión en color. El *National Television System Committee* había trabajado en conseguir un buen conjunto de requerimientos, y gracias a la cooperación entre empresas de difusión, fabricantes y el gobierno fueron capaces de recomendar un sistema de televisión en color que ha probado ser tan satisfactorio que él y sus variantes, PAL (*Phase Alternative by line*) y SECAM (*Secuencial Couleur á mémoire*), se están usando en todo el mundo cuarenta años después.

Al comité se le pedía un sistema que cumpliera las restricciones:

- **Compatibilidad:** la señal de color debe ser visible en un televisor monocromo en escala de grises sin pérdida de calidad.
- **Compatibilidad hacia atrás:** los receptores de color deben mostrar imágenes en escala de grises cuando reciban una señal en blanco y negro.
- **Ancho de Banda:** la señal de color no debe ocupar mayor ancho de banda que la señal monocroma.
- **Calidad:** el sistema de color debe de producir imágenes con colores precisos y con una calidad no inferior a la proporcionada por el sistema en blanco y negro.

El sistema NTSC cumplió las cuatro condiciones y consiguió además un método para separar el brillo (luminancia) y el color (crominancia) en dos señales diferentes, lo cual fue útil no solo para la transmisión sino también para la grabación en cinta de la señal de televisión. Sin embargo, los conocidos defectos del NTSC (su susceptibilidad a los errores de fase y la consecuente necesidad de

que los receptores hayan de tener un mando de control de tono) hicieron que se siguiese investigando en un sistema que solucionase esos problemas, y cuando la *European Broadcasters Union* creó un grupo de trabajo para elegir un sistema de color para Europa, se hizo una investigación a fondo en los méritos y problemas que se encontraban con los diferentes sistemas propuestos.

NTSC ahora describe el sistema americano de transmisión, el cual es usado principalmente en los Estados Unidos, Canadá, Groenlandia, México, Cuba, Panamá, Japón, las Philipinas, Puerto Rico, y parte de Sur-América.. El sistema NTSC usa una subportadora de 3.57945 Mhz la cual varia de fase con el color instantáneo del color televisado y cuya amplitud varia con la saturación instantánea del color. La televisión actual de nuestro país se rige también por los estándares de este sistema.

Características principales del sistema NTSC:

- La señal Y se trasmite por modulación de amplitud con banda lateral vestigial, sobre una portadora de R.F. correspondiente al canal utilizado.
- Cb (diferencia al azul) modula en amplitud a una subportadora de valor $f_{sp}=3.58\text{MHz}$.
- Cr (diferencia al rojo) también modula la misma portadora de 3.58MHz, pero tras haber sido adelantada en 90 grados.
- Esta modulación de la crominancia, recibe el nombre de modulación en cuadratura, y permite que ambas componentes de color puedan modular a la subportadora y luego ser recuperadas en el receptor.
- La modulación de la crominancia se realiza con circuitos del tipo modulador balanceado, lo que significa que no se trasmite la subportadora, pues afectaría la luminancia y por ende la imagen.
- En el receptor se genera la subportadora en forma local, con un cristal de 3.58MHz.

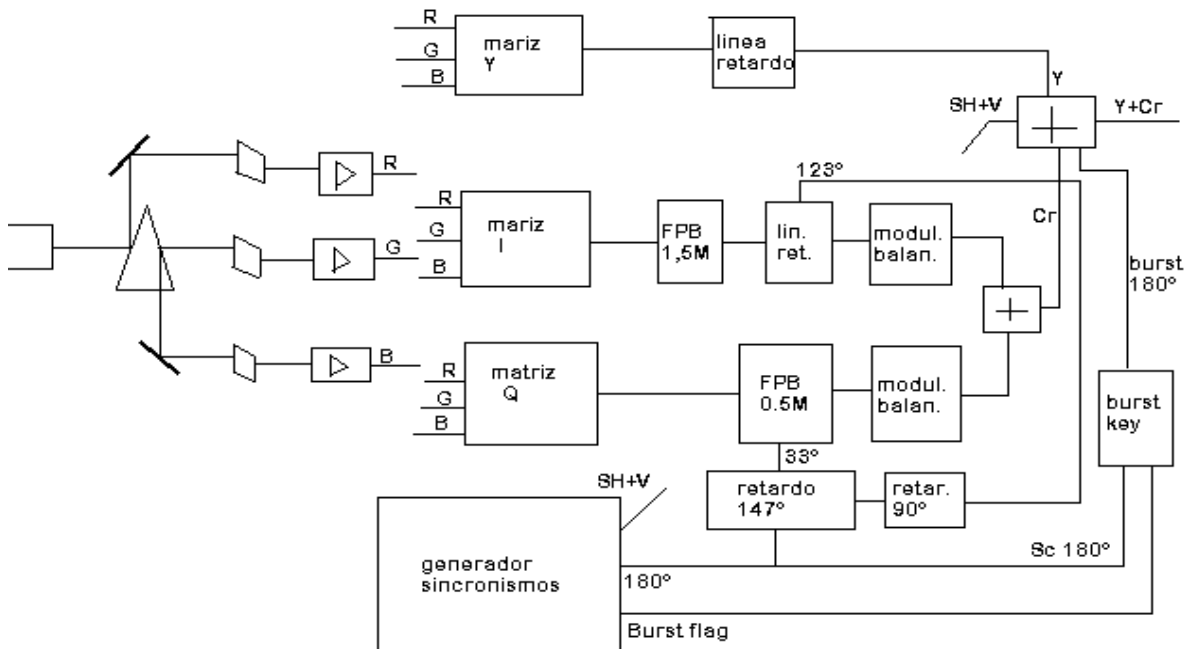


Figura 2.1. Diagrama en bloques del sistema NTSC.

- La fase de la subportadora es esencial para el funcionamiento correcto del sistema, por lo que esta fase se toma de la señal de burst (ciclos de subportadora) que se envían en el pórto posterior de borrado, tras el impulso de sincronismo horizontal.
- Al adicionar la crominancia a la luminancia, se encuentra que tal como se estableció hasta ahora para algunos colores, se produce sobremodulación, por lo que se hace necesario reducir en amplitud las señales de diferencia de color en 2.03 y 1.14. Tras esto, se aplican las señales Cb y Cr a los moduladores balanceados.

2.3.2 Estandar MPEG-2.

El grupo de expertos de imágenes en movimiento MPEG (*Motion Picture Experts Group*) fue formado por la organización internacional de estándares ISO para desarrollar un conjunto de estándares para compresión de video digital y en

concordancia con las siete capas del modelo OSI. El primer intento de MPEG fue para suplir compresión de datos a velocidades de 1.5 Mb/s para imágenes almacenadas. La segunda parte llamada MPEG-2, fue diseñada para generar velocidades de píxel entre 5 y 10 Mb/s, para videos de mejor calidad en CATV y HDTV, entre otros.

MPEG-2 consta de tres partes o estándares, cubiertos por la: ISO/IEC13818-1 Sistema Mpeg-2 (ITU-T Rec. H.222), ISO/IEC 13818-2 Video Mpeg-2 (ITU-T Rec. H.262) y ISO/IEC 13818-3 Audio Mpeg-2.

Entre las varias mejoras o extensiones introducidas en los codificadores Mpeg-2, tenemos:

- Nuevos modos de predicción de campos y tramas para scanning entrelazado.
- Cuantización mejorada.
- Nuevos códigos intra-trama de longitud variable (VLC).
- Extensión escalada de resoluciones para compatibilidad, servicios jerárquicos y robustos.
- Dos nuevas capas de sistema para multiplexado y transporte que provee celdas/paquetes de vídeo de alta o baja prioridad, cuando son llevados a través de una red conmutada.
- Incrementos soportados por accesos aleatorios.
- Soporte resistente para incremento de errores.
- Múltiples programas con un multiplexor (MPEG 1 no puede hacer esto, y esto fue un driver principal para el MPEG 2).

Al igual que el H.261 y JPEG (*Joint Photographic Expert Group*), el estándar MPEG-2 es un esquema híbrido de compresión para imágenes en pleno movimiento que usa codificación inter-trama y codificación intra-trama y combina la codificación predictiva con la codificación con la transformada DCT 8x8 (*Discrete Cosine Transform* o transformada discreta de coseno). La DCT es un

algoritmo matemático (conversión del dominio del tiempo hacia el dominio de la frecuencia), que es aplicado típicamente a un bloque de 8x8 elementos de imagen, dentro de un cuadro. La DCT elimina redundancia en la imagen a través de la compresión de la información contenida en 64 pixels. El cuantizador otorga los bits para los coeficientes DCT más importantes, los cuales son transmitidos.

El concepto de MPEG-2 es similar al MPEG-1, pero incluye extensiones para cubrir un amplio rango de aplicaciones. La principal aplicación destinada durante el proceso de definición de MPEG-2 fue todas las transmisiones de vídeo con calidad de TV codificadas a velocidades entre 5 y 10 Mbit/s.

Sin embargo, la sintaxis del MPEG-2 ha sido descubierta para ser eficiente para otras aplicaciones como las de altas velocidades binarias y velocidades de muestreo (HDTV). La característica más resaltante con respecto a MPEG-1 es la sintaxis para codificación eficiente de vídeo entrelazado.

La productora de televisión de la Universidad del Cauca con el apoyo de las directivas de la universidad tuvo la oportunidad de adquirir un equipo de edición de video de muy buenas características, como lo es el sistema de edición no lineal el cual esta soportado por sistemas de tipo informático, entre ellos el estándar MPEG¹ (compresión de video digital).

2.4. ELEMENTOS DE UN SISTEMA DE TRANSMISIÓN Y RECEPCION

2.4.1 Sistema de Comunicación.

Un sistema de comunicación es aquel que logra transmitir información de un punto llamado fuente a otro denominado destino. Si el intercambio se realiza en forma eléctrica, el diagrama de bloques del sistema es como el mostrado en la Figura 2.1.

¹ En el anexo A, se describen los sistemas de edición utilizados.

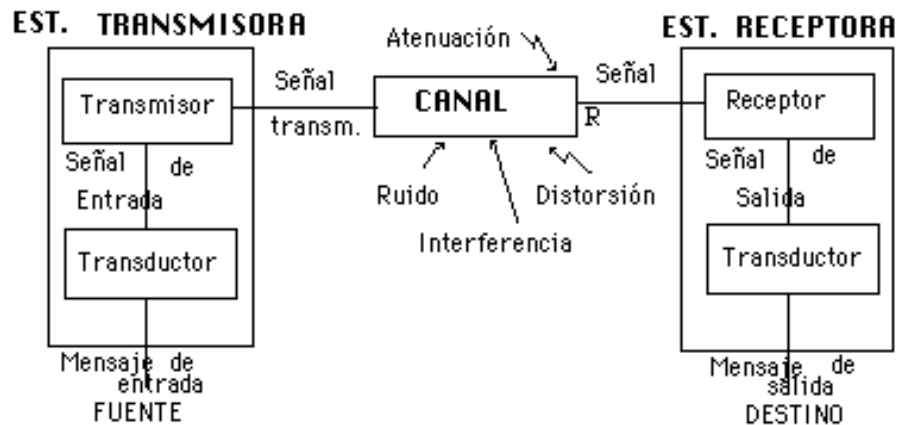


Figura 2.2. Diagrama en bloques de un sistema de comunicaciones.

2.4.1.1 Transductor de entrada.

El mensaje puede ser producido por máquinas o por el hombre y normalmente no es de naturaleza eléctrica. Como ejemplos tenemos: una escena a ser transmitida por T.V., sonidos, música, datos, parámetros físicos de un proceso tales como temperatura, presión, humedad, señales biológicas, etc. El transductor es el encargado de convertir cualquiera de estos mensajes en una señal eléctrica equivalente (voltaje o corriente).

Según la ISA (*Instrument Society of America*): "Un transductor es un dispositivo que proporciona una salida utilizable en respuesta a una medición específica". La medición es "una cantidad, propiedad o condición física medible". La salida es "la cantidad eléctrica producida por el transductor, la cual es función de la medición aplicada".

Como ejemplos de transductores de entrada se pueden mencionar: cámara de T.V., micrófono, electrodos, transductores de presión, humedad, temperatura, posición, etc.

2.4.1.2 Transmisor.

Adapta el mensaje ya convertido en señal eléctrica al medio de transmisión. Esta adaptación por lo general implica un proceso de modulación el cual consiste en alterar algún elemento de una señal fija, llamada portadora, de acuerdo a las variaciones del mensaje. La clasificación más general de los métodos de modulación depende del tipo de portadora utilizada. Así se tiene:

- a) *Modulación de onda continua:* si la portadora es una senoide.
- b) *Modulación discreta en tiempo o de pulsos:* si la portadora es un tren periódico de pulsos.

El objetivo fundamental de la modulación es acoplar el mensaje al medio de transmisión ya que:

1.- Si el medio de transmisión es el aire se necesitan antenas de transmisión y recepción que deben tener al menos un tamaño de $\lambda/4$ para que la radiación sea eficiente. Pero λ es inversamente proporcional a la frecuencia, por lo tanto si la señal a transmitir es de baja frecuencia (como en general lo son las señales producidas por el hombre) se necesitarían antenas de dimensiones colosales. Mas adelante se demostrará que la modulación permite trasladar en frecuencia los mensajes a transmitir y por lo tanto es posible utilizar radiadores de menores dimensiones. Esto también permite asignar canales de transmisión como es el caso de difusión de radio y televisión. Ver Figura 2.3.

2.- Si el medio de transmisión es un cable coaxial, por ejemplo, también se puede lograr el multiplexaje; es decir, se pueden enviar varios mensajes simultáneamente utilizando el principio de modulación.

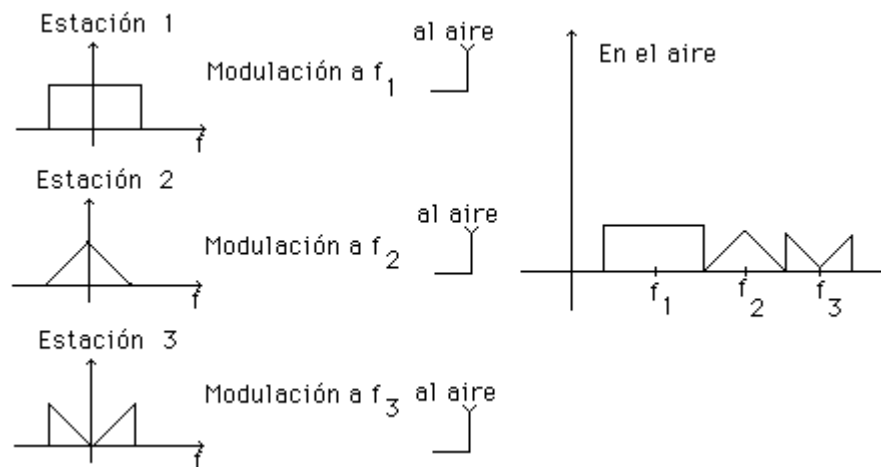


Figura 2.3. Traslación de mensajes a través de modulación.

3.- Algunos métodos de modulación fortalecen la transmisión frente al ruido. Un ejemplo de esto es modulación en frecuencia ó F.M.

Aparte de modular, el transmisor puede efectuar otras modificaciones. Por ejemplo se puede utilizar una clave que proteja la privacidad de la comunicación. También se puede comprimir o expandir el mensaje previo a la transmisión.

2.4.1.3 Medio de transmisión.

Es el lazo entre el transmisor y el receptor. Pueden ser líneas de transmisión, el aire, fibras ópticas, guías ondas, etc.

Como uno de los medios de transmisión más utilizados es el aire, donde se transmite a través de ondas electromagnéticas, es importante organizar y asignar bandas de transmisión para los diversos usos que estén estandarizadas para poder comunicarse con cualquier parte del mundo. Esta coordinación la ofrece una agencia de las Naciones Unidas llamada Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU). Adicionalmente en cada nación existen organismos con el propósito de asignar canales nacionales y regular su uso.

Como se observa en la Figura 2.2, es en el medio de transmisión donde la señal sufre alteraciones indeseadas como son:

- *Atenuación:* Reduce el valor de la señal y puede hacerla tan pequeña como el ruido y perderla en éste.
- *Distorsión:* Es el resultado de la respuesta imperfecta de un sistema a la señal misma. En la práctica se diseña tratando siempre de minimizarlo.
- *Interferencia:* Es la contaminación debida a señales externas de la misma naturaleza que el mensaje que queremos transmitir.
- *Ruido:* Si un electrón se encuentra a una temperatura diferente al cero absoluto tendrá una energía térmica que se manifestará con movimientos aleatorios; y si el medio donde se encuentra el electrón es conductor se producirá un voltaje aleatorio conocido como ruido térmico. Obviamente es inevitable en cualquier sistema, sin embargo se puede tratar de minimizar. Existen otras fuentes de ruido como el sol, las estrellas, las descargas atmosféricas, el ruido "fabricado" por el hombre en sus industrias, etc.

2.4.1.4 Receptor.

Tiene como función rescatar la señal del medio de transmisión y realizar las operaciones inversas del transmisor con la finalidad de obtener el mensaje. Por lo dicho anteriormente para el modulador, la principal labor del receptor es la demodulación. Esto implica que debe existir un acuerdo absoluto entre transmisor y receptor en cuanto al tipo de funciones que cada uno debe realizar de forma que la operación sea equivalente al no haber alterado el mensaje original.

2.4.1.5 Transductor de salida.

Normalmente el destino de las transmisiones es el hombre o una máquina, por lo tanto es necesario convertir la señal eléctrica en un mensaje adecuado para ellos. Como ejemplos: Corneta, pantalla o display gráfico, graficador, etc.

2.5. SISTEMA DE TRANSMISIÓN DE TELEVISIÓN

2.5.1 Transmisor.

El objetivo del transmisor es convertir el mensaje en una forma adecuada para su transmisión en el canal. Su función consiste en amplificar la señal vertiente del modulador e inyectarla en la antena de transmisión.

Este proceso incluye una o mas de las operaciones que se definen a continuación:

- *Filtrado:* Consiste en limitar el ancho de banda de la fuente de información o modificar la forma de onda.
- *Amplificación:* Consiste en incrementar la amplitud de la señal a un nivel apropiado para el procesamiento y transmisión.
- *Modulación:* Con esta operación se produce una onda de forma adecuada para el canal.

Además de estas tres operaciones básicas, muchos transmisores también pueden realizar operaciones especiales, como las siguientes:

- Conversión de analógico a digital.
- Multicanalización.
- Cifrado.
- Ampliación del espectro.

2.5.2 Modulador.

El modulador es un dispositivo de retransmisión que procesa la señal de banda base a una forma con modulación de amplitud aceptable para los televisores. En esencia, es un intérprete, que convierte una señal de banda base a la frecuencia portadora en AM para poder ser enviada hacia el televisor, el cual ha sido diseñado para recibir este tipo de modulación.

Su función consiste en trasladar el espectro de la señal a la banda en que debe realizarse la transmisión. Cada canal que se transmite, tiene una distinta frecuencia portadora, y esto es precisamente lo que ubica a un canal en el sitio adecuado del sintonizador del receptor.

En la actualidad la mayoría de los moduladores van incorporados en la misma caja de los transmisores.

2.5.3 Torre Transmisora.

La torre transmisora es una armadura metálica de una altura igual a la necesaria para radiar la señal de televisión con la mayor eficacia hacia la zona de interés. La altura de la torre debe sobresalir a obstáculos naturales y artificiales y también a la vegetación del sitio. Además cuando mayor es la altura de la torre mayor es el cubrimiento.

Existen tres tipos de torres:

- 1-. *Mástil*: Se utiliza cuando la altura de la antena no es superior a 9m desde el nivel del suelo, consiste en un tubo de aproximadamente 2 pulgadas de diámetro formado por varios segmentos de 1.5 a 3 m de longitud, se usa con retenidas para incrementar su estabilidad.
- 2-. *Torre con retenidas*: Se utiliza de 3 a 100 m de altura, esta compuesta por tramos de 3 m. Este tipo de torres consta de tres partes: base, tramo normal y tramo de punta, las retenidas son de alambre galvanizado simple, enrollado o

trenzado que sujeta la torre al suelo para proporcionarle estabilidad y evitar oscilaciones.

3-. *Torre autosoportada*: Estructura metálica parecida a las torres de alta tensión, anclada en el suelo mediante una obra civil de concreto con cuatro apoyos, se utiliza para antenas parabólicas o de televisión, esta torre ocupa un área menor comparada con la torre con retenidas, además de ofrecer una mayor estabilidad.

Estos tipos de torres transmisoras deben estar pintadas e iluminadas de manera reglamentaria para evitar sobre todo accidentes aéreos.

2.5.4 Antena.

La antena es un dispositivo utilizado para la captación (antena receptora) o la emisión (antena transmisora) de ondas electromagnéticas. La emisión se consigue cuando se hace circular por la antena una corriente eléctrica procedente del transmisor, que induce a su alrededor un campo eléctrico y otro magnético, onda electromagnética, la cual se propaga por el espacio. Al llegar a la antena receptora, esta onda induce una corriente eléctrica similar a la original, que es decodificada por el aparato receptor. Es un dispositivo formado por un conjunto de conductores que, unido a un generador, permite la emisión de ondas de radiofrecuencia, o que, conectado a una impedancia, sirve para captar las ondas emitidas por una fuente lejana. A pesar de esta reciprocidad de empleo, las antenas transmisoras se construyen con una estructura algo diferente de las receptoras, ello se debe a lo siguiente:

Hay que tener en cuenta que las antenas transmisoras, por recibir toda la potencia que suministra el transmisor, deben diseñarse de modo que toleren fuertes corrientes y tensiones. Por el contrario estas condiciones no serian necesarias para las antenas receptoras que solo son atravesadas por señales muy débiles

determinadas por los campos electromagnéticos presentes en el espacio y generadas, muchas veces, a grandes distancias.

Los transmisores deben funcionar a una sola frecuencia y por lo tanto, las dimensiones de sus antenas se calculan expresamente y con precisión para obtener el máximo de rendimiento a la frecuencia de emisión. En cambio, los receptores deben poder captar señales dentro de una amplia gama de frecuencias, por lo que las antenas de recepción no se prevén, salvo algunas excepciones, para una frecuencia concreta, sino de manera que proporcionen un buen rendimiento sobre un amplio rango de frecuencias.

2.5.4.1 Características técnicas de las antenas.

Las características que más nos debe interesar, son las siguientes:

a) *Ganancia*: Es la relación existente entre la tensión máxima captada por la antena y la tensión máxima captada por un dipolo:

$$G = \left| \frac{V_{antena}}{V_{dipolo}} \right|^2$$

Si esta expresión matemática, la expresamos en decibelios (dBd) tendremos:

$$G = 20 \cdot \log \frac{V_{antena}}{V_{dipolo}} \quad \text{en dBd.}$$

b) *Directividad*: Es la capacidad que tiene una antena para recibir y/o transmitir señales sólo en ciertas direcciones y sentidos determinados. Nos indica, por tanto, el ángulo en que una antena puede recibir y/o transmitir señales; permitiéndonos conocer el camino por el cual entra la señal en la antena, con lo cual se pueden evitar las interferencias.

En este ángulo, llamado de apertura o abertura, la señal captada es considerada la más adecuada. Cada parte en el diagrama de radiación, se denomina lóbulo. Esto se muestra en la Figura 2.4

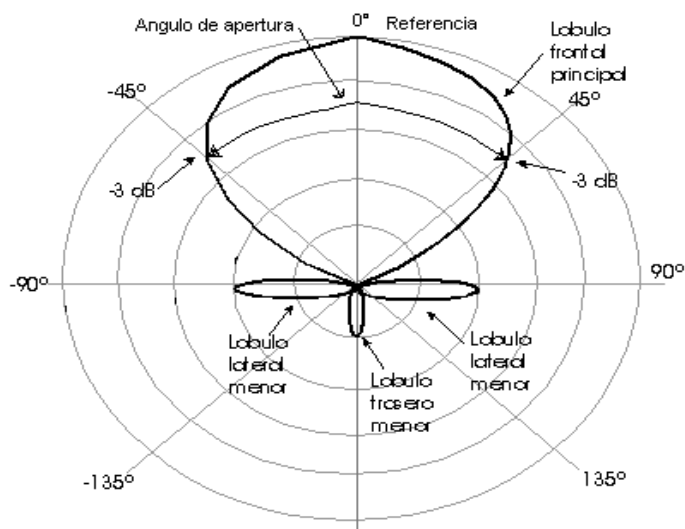


Figura 2.4. Obtención del ángulo de apertura.

El ángulo de abertura, puede ser en horizontal o en vertical. Los fabricantes, pueden indicar el diagrama de radiación de dos formas:

- Indicando los valores de atenuación con referencia al valor máximo que entrega la antena, tal como se muestra en la Figura 2.5

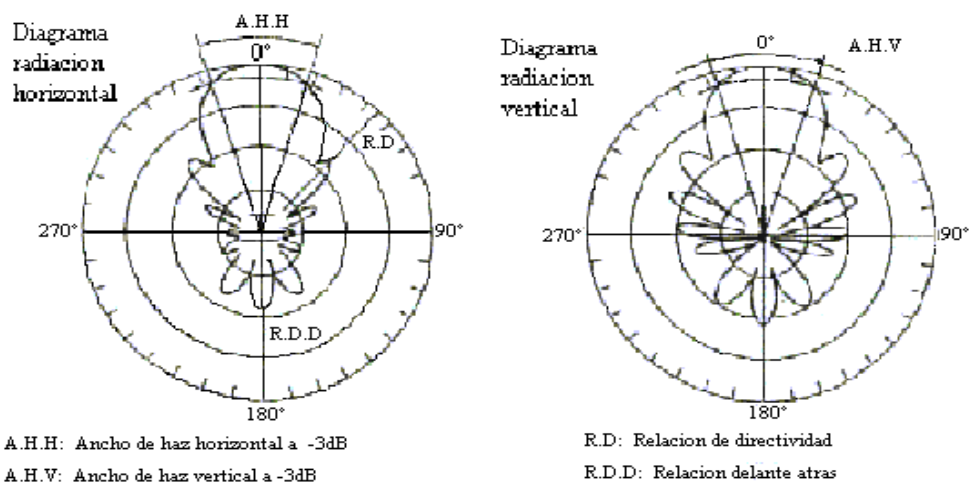


Figura 2.5. Diagrama de radiación horizontal y vertical de una antena.

- Indicando los valores de ganancia / atenuación con referencia a 0 dB que es un dipolo simple. En este caso, la ganancia viene expresada directamente, tal como se muestra en la Figura 2.6

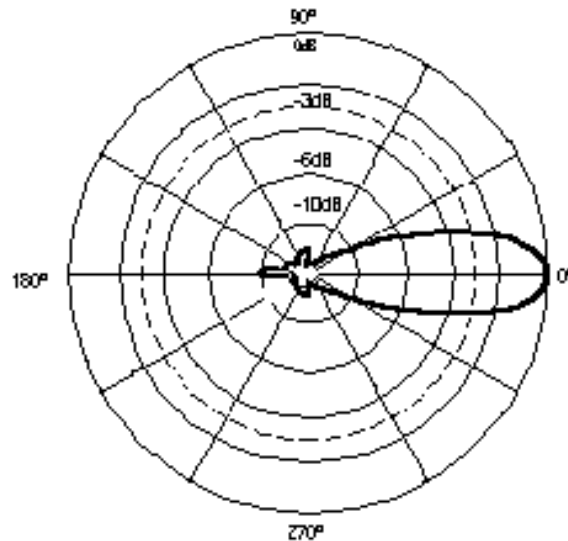


Figura 2.6. Diagrama de radiación horizontal de una antena.

c) Relación delante/atrás (D/A): Es la relación, expresada en dB, entre la ganancia máxima del lóbulo principal de la antena y la ganancia máxima de cualquier lóbulo comprendido entre 90° y 270° respecto al lóbulo principal. Sin embargo, los fabricantes suelen suministrar el dato respecto a 180° (por detrás) del lóbulo principal. Esto se puede ver, en la Figura 2.5

Si el diagrama de directividad viene expresado en dB, el cálculo se hace restando las cantidades del lóbulo principal y la cantidad a 180°, es decir:

$$D/A = 0\text{dB} - (-22) = 22 \text{ dB}$$

d) Frecuencia o banda de trabajo: Se denomina ancho de banda pasante o banda de trabajo, al margen de frecuencias en que una antena puede trabajar.

Dependiendo del propósito, podremos utilizar una antena de banda estrecha (para un sólo canal) o de banda ancha (para cubrir una banda). Como regla general, podemos decir que la ganancia de una antena de banda ancha es inferior en algunos dB a la de una antena de banda estrecha.

La longitud de las varillas de una antena está relacionada con la frecuencia central de trabajo. Para un dipolo, se muestra en la Figura 2.7.

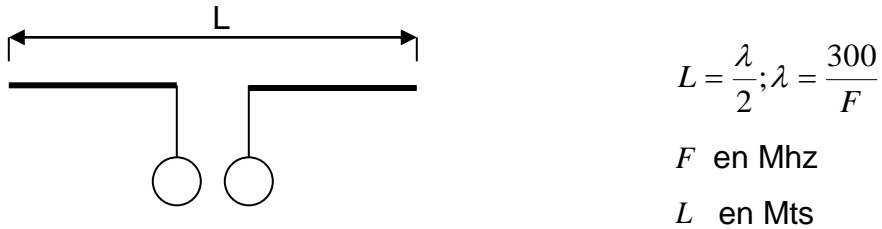


Figura 2.7. Relación matemática entre la longitud y la frecuencia.

e) *Impedancia*: La impedancia en un punto dado en la antena es determinado por la relación de voltaje a corriente en ese punto.

La impedancia es significativa con relación al acoplamiento del alimentador al punto de alimentación; la máxima transferencia de potencia tiene lugar bajo una condición de perfecto acoplamiento. Conforme el desacoplo se incrementa, la potencia reflejada también. Cuando la pérdidas del alimentador son bajas como las líneas de trasmisión de línea abierta , altos niveles de SWR no son determinantes para el funcionamiento si el trasmisor es capaz de trabajar satisfactoriamente bajo condiciones de desacoplo, en relación a esto, un red de acoplamiento entre el transmisor y la línea de alimentación es comúnmente empleado para compensar las condiciones de desacoplo permitiendo al operador cargar el transmisor a su potencia máxima.

f) *Carga al viento*: La carga al viento (Q_v) o resistencia al viento nos indica el efecto que tiene viento sobre la antena. El fabricante la expresa para una velocidad del viento de 120 Km/h y de 150 Km/h.

Si la antena está colocada a una altura inferior a 20 m. desde el suelo, se utiliza la carga al viento a la velocidad de 120 Km/h; por el contrario, si la altura es mayor de 20m. entonces se utiliza la carga al viento a 150 Km/h.

La carga al viento se expresa en Newton (N) o en kilogramos (Kg); para el

cálculo del mástil nos interesa en Newton. Para ello, si la carga al viento viene expresada en Kg, se tiene que multiplicar por 9,81 y la obtendremos en Newton.

2.5.4.2 Definición de arreglo.

Un arreglo de elementos de antena, es una colección espacialmente extendida de n radiadores similares o elementos, donde n es un número entero mayor que uno, y el término radiadores similares significa que todos los elementos tienen los mismos patrones de radiación orientados en la misma dirección en el espacio tridimensional, los elementos no tienen que estar espaciados regularmente, tampoco deben tener el mismo voltaje en sus terminales, pero se asume que están alimentados con la misma frecuencia y que se puede determinar la amplitud y el ángulo de fase para el manejo de cada elemento.

El patrón de radiación de un elemento simple es “llamado patrón de elemento”. Esto hace posible que el arreglo sea construido recursivamente, por ejemplo un elemento puede ser el mismo arreglo, como podría ser el caso si tenemos una antena Yagi, que puede ser considerada como un arreglo de dipolos de diferentes amplitudes y diferentes fases de corriente en los dipolos.

El patrón de arreglo es el patrón de radiación resultante, si los radiadores fueran reemplazados por radiadores isotrópicos, teniendo la misma amplitud y fase de excitación como los elementos actuales y espaciados de manera que corresponda a la fase del centro de los elementos.

2.5.4.3 Multiplicación de patrones de radiación.

Si asumimos que todos los patrones de radiación de los elementos tomados individualmente son idénticos (dentro de un grado de cierta tolerancia) y los patrones están alineados en la misma dirección azimut y elevación, entonces el

patrón total del arreglo de antena es obtenido por la multiplicación del patrón de arreglo por el patrón de elemento.

2.5.4.4 Antena Yagi.

Es quizás la más utilizada en la recepción de señales de televisión. Está formada por un dipolo (elemento activo) y varios elementos pasivos. Cada fabricante tiene sus propios tipos en los que los directores y reflectores tienen una longitud y una separación determinada, para conseguir la máxima ganancia y directividad.

Cuanto más elementos tengan estas antenas, mayor es la ganancia y la directividad, aunque a partir de un número de elementos prácticamente no aumentan, tal como se muestra en la Figura 2.8.

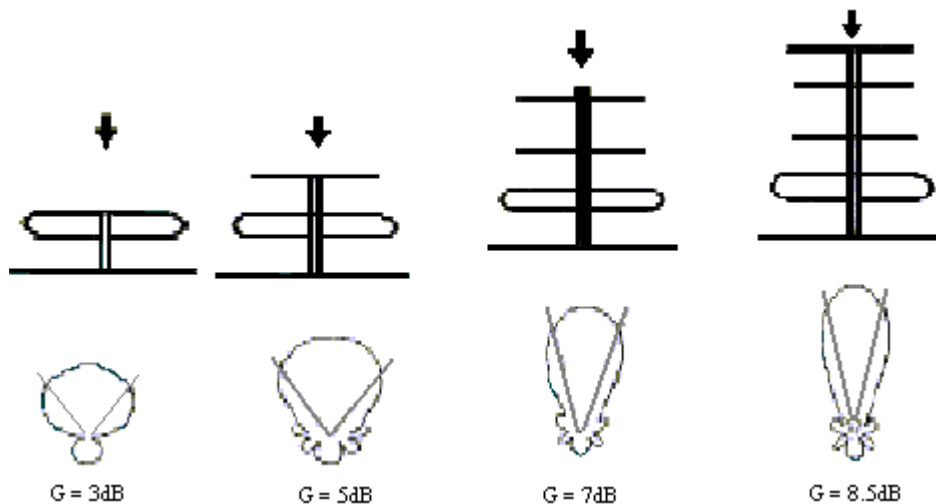


Figura 2.8. Aumento de la ganancia y la directividad, cuando aumenta el número de elementos.

La diferencia entre las de banda ancha y las de banda estrecha es que la superficie de los elementos es mayor en las de banda ancha. En la Figura 2.9, podemos observar los tres tipos básicos de antenas Yagi: de banda ancha, multibanda y estrecha, respectivamente.

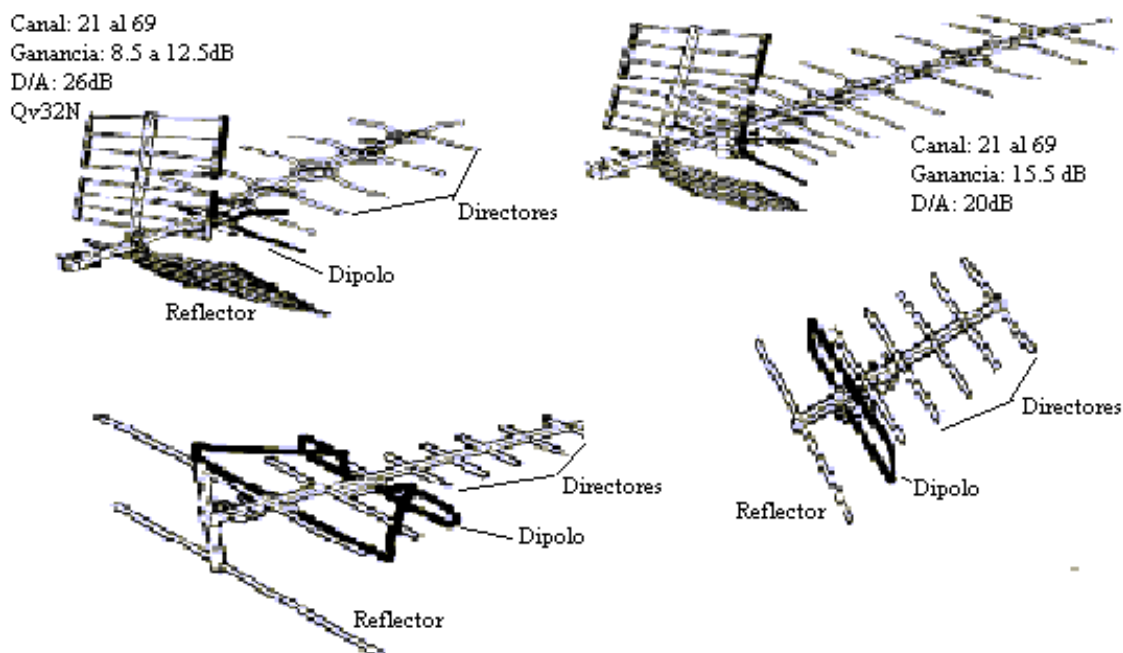


Figura 2.9. Diferentes tipos de antenas Yagi.

2.5.4.5 Antenas Panel.

Las antenas panel están constituidas por varios dipolos apilados y por un panel reflector, tal como se muestra en la Figura 2.10.

Esta antena se fabrica para toda la banda de UHF y tiene una ganancia de unos 14 dB.

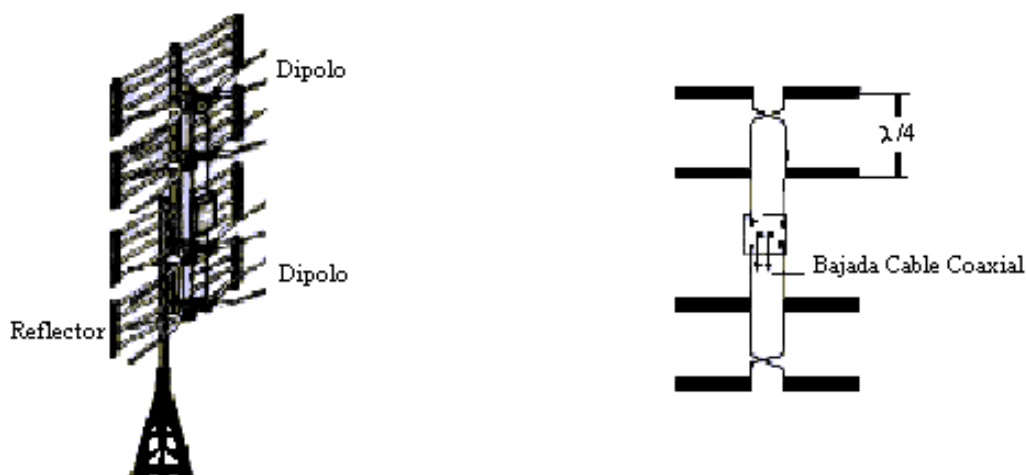


Figura 2.10. Antena tipo panel.

Es posible realizar arreglos de antenas panel para cubrir un área determinada, a continuación se muestran diferentes arreglos, con sus respectivos patrones de radiación:

- Arreglo simple

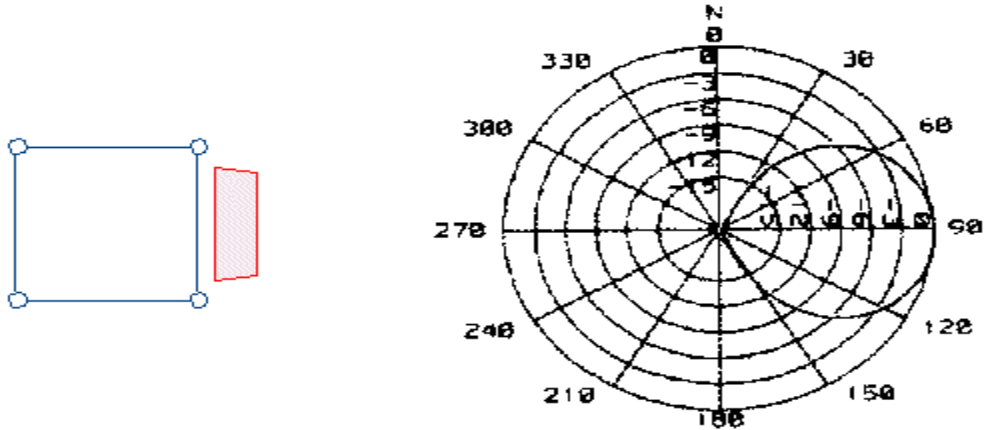
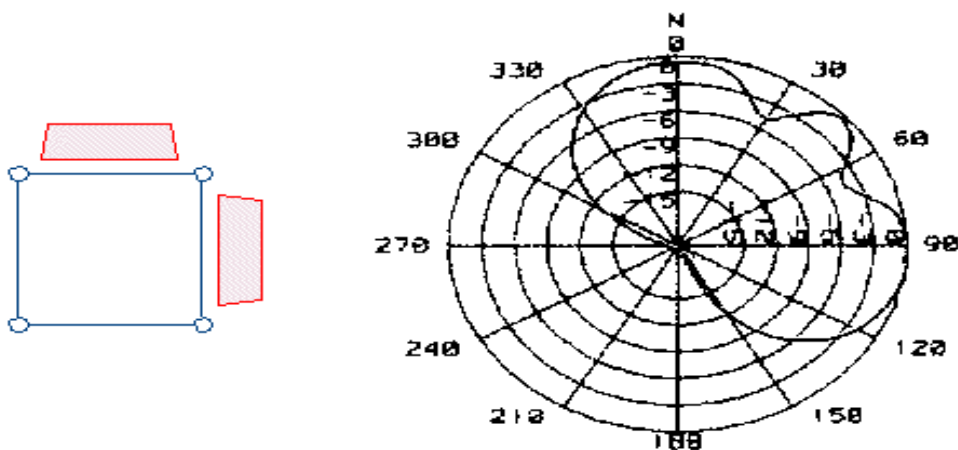


Figura 2.11. Arreglo simple.

- Arreglo doble



2.12. Arreglo doble.

- Arreglo triple

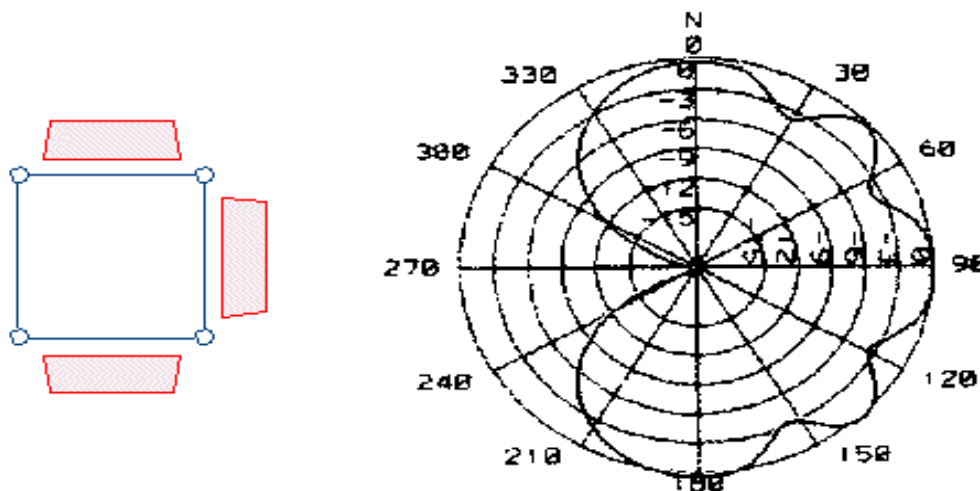


Figura 2.13. Arreglo triple.

2.5.5 Cuarto de Equipos.

El salón donde quedan ubicados los equipos transmisores, debe tener el área necesaria para la instalación de gabinetes. Debe contar con área de circulación que permita abrir las puertas delanteras y traseras de los gabinetes, como también la libre circulación del personal de mantenimiento.

El área mínima recomendada es de 5mts x 5mts, con una altura de 3mts. El salón de equipos debe tener instalaciones eléctricas con polo a tierra, adecuada iluminación, ventanas de aireación, extractores de aire, puertas de acceso seguras, sistema de tierra adecuado según la conductividad del terreno.

2.5.6 Medio de Transmisión.

Como medio de transmisión del sistema, está el aire libre, ofreciendo una comunicación punto multipunto por línea de vista .

El medio de transmisión utilizado entre los equipos modulador, transmisor, demodulador y entre estos y la antena transmisora es el cable coaxial, debido a que para frecuencias altas se requieren cables especialmente diseñados para evitar la pérdida de la señal transmitida.

Tal vez este elemento tenga la misma o mayor importancia que la antena en sí. Los decibelios (dB) conseguidos a base de aluminio en la antena pueden esfumarse por un mal cable de alimentación en el camino a nuestro cuarto de equipos.

La calidad del cable a utilizar estará en función de la longitud que se necesite entre la antena y el cuarto de equipos o control . Si la misma no excede de 15 a 20 Mts, lo más adecuado será un cable tipo RG de bajas pérdidas, que además por su flexibilidad no presenta problemas de montaje. Si bien tienen una gran rigidez mecánica y cierto peso, los cables Heliax en sus tipos de 1/2 a 1-1/4 de pulgada son la opción imprescindible y definitiva para líneas largas. Para consulta comparativa se ofrecen en la Tabla 2.1, las atenuaciones de algunos de los cables coaxiales más populares.

| FRECUENCIA Mhz | ATENUACIÓN db/100pies | | | | | | | |
|-------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------|-----------|-----------|
| | RG – 6u 75 ohms | RG – 8u 50 ohms | RG – 11u 75 ohms | RG – 58u 50 ohms | RG – 59u 75 ohms | LDF4 – 50A | LDF5- 50A | LDF6 – 50 |
| 100 | 2,1 | 1,6 | 1,5 | 4,5 | 3,4 | 0,68 | 0,37 | 0,28 |
| 400 | 4,5 | 3,5 | 3,3 | 10,0 | 6,7 | 1,42 | 0,78 | 0,58 |
| 900 | 6,9 | 5,7 | 5,2 | 16,0 | 10,2 | 2,20 | 1,23 | 0,91 |

Tabla 2.1 Atenuación Vs. frecuencia de cables coaxiales

2.5.7 Sistema de Puesta a Tierra y Protecciones.

Por causas que mas adelante expondremos, el sistema de transmisión (torre, antenas, cuarto de equipos, etc.) estará ubicado en una de las lomas aledañas al cerro de las Tres Cruces para aprovechar la infraestructura montada por el ejército

para su emisora de radio (en la actualidad esta funciona en el cerro de Munchique), estas instalaciones ya cuentan con los sistemas de protección y puesta a tierra necesarios, sin embargo aquí se plantea los aspectos generales a tener en cuenta para la implementación de dichos sistemas.

Fundamentalmente la implementación de protecciones eléctricas en sistemas de comunicaciones, se orienta a evitar el ingreso de perturbaciones a las instalaciones y equipos, o al menos a limitarlas a valores que resulten inofensivos. También deben ofrecer paso fácil a tierra a las grandes corrientes naturales como las de rayo o las generadas por fallas en los circuitos de suministro de potencia o al menos aislar los circuitos.

Las funciones principales de los sistemas de puesta a tierra en las instalaciones de comunicación son:

- Proteger al personal de radio operación y mantenimiento, así como a los usuarios de las instalaciones contra tensiones peligrosas.
- Proteger a las instalaciones y los equipos de tensiones peligrosas.

2.5.7.1 Clasificación de las redes de tierra.

Por lo general las normas internacionales dividen a las redes de Tierra en las clases siguientes:

1) Puesta a tierra para protección:

Partiendo de la base de que es necesario conectar eléctricamente al suelo todas las partes de las instalaciones eléctricas que no se encuentra a tensión normalmente, pero que pueden tener diferencias de potencial a causa de fallas accidentales, tales partes pueden ser; los tableros eléctricos, el tanque de los transformadores ó interruptores, las carcasas de la máquinas eléctricas,

las estructuras metálicas de las subestaciones ó las líneas de transmisión y generalmente todos los componentes metálicos de equipos y aparatos.

2) *Puesta a tierra para funcionamiento:*

Partiendo de la base que es necesario establecer una conexión a tierra en determinados puntos de la instalación eléctrica con el fin de mejorar el funcionamiento, una mayor seguridad o una mejor regularidad de operación, estos puntos del sistema por conectar a tierra pueden ser por ejemplo, la conexión a tierra de los pararrayos de los hilos de guarda.

3) *Puesta a tierra para trabajo:*

Con frecuencia durante las actividades de trabajo de una instalación eléctrica como son mantenimiento, aplicaciones, reparaciones, etc. Es necesario realizar conexión a tierra temporales con partes de la instalación puesta fuera de servicio con el fin que sean accesibles sin peligro para los trabajos a realizar.

2.5.7.2 Disposición de las redes de tierra

Para las redes de Tierra, se han, considerado básicamente tres sistemas: radial, anillo y malla.

- a) *Sistema radial:* Este sistema consiste en uno o varios electrodos a los cuales se conectan las derivaciones de cada aparato. Es el más económicos de los tres sistemas, pero el menos satisfactorio, ya que al producirse una falla en un aparato, se producen elevados gradientes de potencial.
- b) *Sistema de anillo:* El sistema de anillo se obtiene, colocando en forma de anillo un cable de cobre (2/0 AWG). Es un sistema económico y eficiente; los potenciales peligrosos son disminuidos al disiparse la corriente de falla por varios caminos en paralelo.

- c) *Sistema de mallas*: Este sistema consiste como su nombre lo indica en una malla formada por cables de cobre calibre 2/0 AWG enterrada a 500 mm bajo el nivel del terminado, el cable a su vez es conectado a electrodos de varilla "cooperweld" de 15.8 mm (5/8") de diámetro por 300 mm de longitud.

2.5.7.3 Elementos de la red de tierra

- *Conductores*. Los conductores utilizados en los sistemas de Tierra son cables de cobre electrolítico suave, sin aislamiento, del calibre 2/0 AWG. Se ha escogido el calibre 2/0 AWG por razones mecánicas. Cabe de mencionar que es utilizado el cobre debido a su mejor conductividad, tanto eléctrica como térmica y sobre todo por ser resistente a la corrosión debido a que es catódico respecto a otros materiales que pudieron estar enterrados cerca de él.
- *Electrodos*. Son varillas que se clavan en el terreno, sirven para dar menor resistividad eléctrica a la red y para mantener el potencial de Tierra. Los electrodos pueden ser de tubo o de varillas de hierro galvanizado, o bien varillas "cooper weld". En la actualidad se utiliza varilla "cooper weld" que consiste de una varilla de hierro recubierta de cobre a todo lo largo de dicha varilla.
- *Puntas de pararrayos*. Con este nombre se distingue el conjunto de electrodos que se instalan sobre la parte más elevada de las estructuras de una subestación. Sirven para completar la red de cables de guarda que se extiende sobre la cúspide de las estructuras, para proteger a la subestación de las posibles descargas atmosféricas. Dichos electrodos son utilizados de tubo de hierro galvanizados de 38.1 mm (1 ½") de diámetro por 3000 mm de longitud, son atornillados a las estructuras y cortados en bisel en su parte superior para producir el efecto punta.

- **Conectores.** Son aquellos elementos que nos sirven para unir a la red de Tierra, los electrodos, las estructuras, los neutros de los bancos de transformadores, interruptores etc. Todos los tipos de conectores deben soportar la corriente de la red de Tierra en forma continúa; Tener alta resistencia mecánica, ser resistente a la corrosión y proporcionar una conducción segura para cualquier tipo de falla. Actualmente se utilizan colectores a presión o atornillados.

2.5.7.4 Clasificación de las instalaciones de comunicación según la puesta a tierra y protecciones

Las instalaciones de comunicación se clasifican según los sistemas de protección y puesta a tierra, en cuatro tipos de estaciones:

1. Instalaciones tipo A:

Son instalaciones expuestas o muy expuestas al rayo que por su importancia requieren gran confiabilidad.

- A1 estaciones repetidoras y/o terminales de radio ubicados en lugares elevados o expuestos a rayo.
- A2 edificaciones de varios pisos que alojan equipos electrónicos sensibles.
- A3 edificaciones que alojan centros de conmutación y transmisión de alto nivel.
- A4 estaciones terrenas.
- A5 estaciones repetidoras de radio no atendidas.
- A6 estaciones de HF y costeras.

2. Instalaciones tipo B:

Corresponden a instalaciones con centrales y equipos de transmisión de baja capacidad.

- B1 edificaciones con equipos de transmisión de baja capacidad.
- B2 pequeñas centrales rurales primarias de conmutación.

3. Instalaciones tipo C:

Son instalaciones de tipo rural sin conmutación.

Podemos deducir de la clasificación anterior, que la estación de televisión se encuentra dentro de las instalaciones tipo A1, la cual por su condición de encontrarse a gran altura, esta fundamentalmente expuesta a las descargas atmosféricas.

2.5.7.5 Puesta a tierra y protecciones para estaciones A1.

Las estaciones de radio y televisión, por su ubicación en sitios altos están fundamentalmente expuestas a las descargas atmosféricas.

2.5.7.5.1 Protección y puesta a tierra de la torre autoportada.

A fin de drenar rápidamente el suelo de las grandes corrientes producto de impactos directos en la base de la torre autoportada, se debe construir una toma de tierra con las siguientes características:

- a) Alrededor de la base se instala una toma de tierra anular enterrada a una profundidad no menor de 0.6 metros de la superficie y en un cable de 2/0 AWG. A este anillo se conectan las cuatro patas de la torre, el cable bajante del pararrayos y los tensores laterales si existen.
- b) Si el terreno lo permite se construye en línea vertical con la bajada del pararrayos, o lo mas próximo a esta una toma de tierra profunda introduciendo varias varillas o picas empalmadas unas con otras a una profundidad igual o mayor a 5 metros con el fin de alcanzar capas de baja resistividad.

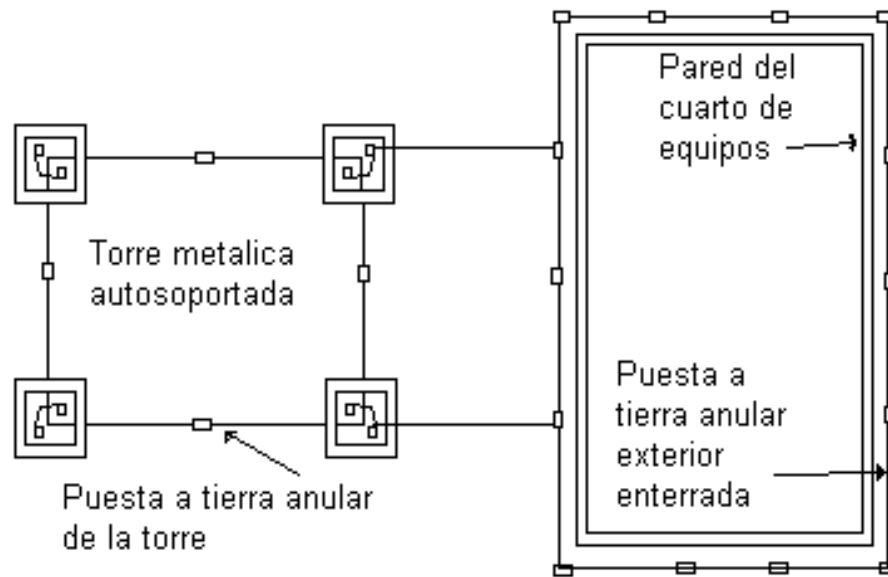


Figura 2.14. Sistema anular de puesta a tierra.

- c) En las esquinas de la toma de tierra anular cerca de las fundiciones de concreto de la torre, se introducen varillas que se unen mediante cable no menor a 2/0 AWG , a la toma de tierra anular y a las patas de la torre.

La configuración descrita o toma de tierra de protección de la torre tendrá un valor ohmico no mayor a 5 ohmios. Medida que se realiza independiente del resto de la puesta a tierra de la estación.

En caso de que sea necesario incluir otros electrodos para lograr el valor ohmico solicitado o que la composición del terreno haga impropio el uso de varillas, se utilizara la toma de tierra anular ya indicada, reforzada con dispensores. Estos son cables tendidos radialmente desde la base de la torre en ángulos mayores de 60 grados.

Los dispensores o ramales, son cables enterrados de calibre no menor a 2/0 AWG, dispuestos en trincheras a una profundidad no menor a 0,6 metros. la longitud máxima no debe exceder de 50 metros, si el terreno lo permite, a lo largo

y al final de los dispensores podrán enterrarse varillas de cobre soldadas a la punta de estos.

Se sueldan a la toma de la tierra de la torre, directa o indirectamente, los siguientes elementos:

a) *Estructura metálica de la torre:*

Esta estructura por ser metálica esta autoprotégida y solo es indispensable garantizar que las 4 patas de la torre estén conectadas a tierra.

b) *Pararrayos de la torre:*

Según la altura de la torre, esta deberá contar con uno o mas pararrayos. Al menos debe existir uno para una altura menor o igual a 30 metros, mientras que para alturas mayores será necesario colocar a media altura otro, para protección contra descargas laterales.

Los pararrayos que deben usarse son del tipo varilla de Franklin. Por cada uno utilizado se dispondrá un cable de bajada en cobre no menor a 2/0 AWG, sin seccionamiento que implique empalmes. Este cable se conectara a la torre, como mínimo cada 3 metros y al final se suelda a la toma de tierra de la torre, en caso de que la torre supere los 30 metros, se dispondrán los bajantes por caras opuestas.

c) *Estructura metálica de las antenas:*

Para la conexión a tierra de la estructura metálica de las antenas, se unirá el marco de soporte al cable de bajada del pararrayos, por medio de un cable de cobre no menor a 2/0 AWG o mediante un conductor flexible equivalente. El tendido del conductor de antena al bajante del pararrayos se hará buscando el recorrido mas corto que no obstaculice la movilidad de la escalerilla de subida a la torre.

d) *Cables coaxiales:*

Los conductores externos de los cables coaxiales deben conectarse a la toma y bajante de pararrayos como mínimo en dos puntos. En la parte superior donde se conectan a la antena y en la parte inferior del recorrido de la torre.

Cuando la torre es muy alta, se necesitan conexiones intermedias. La conexión a tierra debe efectuarse en la forma mas directa y recta posible a la conexión de la toma a tierra anular de la torre.

e) Cables de alumbrado y luces de obstrucción:

Los cables que conduzcan alimentación hacia el alumbrado o luces de obstrucción deben ser blindados y su tierra se debe conectar a la torre y al bajante del pararrayos como mínimo en la parte superior e inferior del recorrido.

2.5.7.5.2 Protección y puesta a tierra de la caseta de equipos.

Normalmente existen dos construcciones: una aloja los equipos de radiotelecomunicaciones y la otra los equipos de suministro de potencia eléctrica (plantas).

a. Estructura metálica de edificios y pararrayos:

Para edificaciones nuevas que se construyan con hormigón armado, se formara con la armadura metálica y la armazón metálica de las columnas un enrejado que se conecta a los anillos exterior y colector interior. Para formar este enrejado se soldaran entre si todos los nudos exteriores tanto de forjado como de los pilares de la estructura del edificio.

En el caso de construcciones no diseñadas con los requerimientos anteriores, se conformara una jaula de Faraday en cada caseta, teniendo un anillo conductor en el techo y disponiendo de bajantes por las esquinas y paredes.

b. Toma de tierra anular:

Rodeando el conjunto de caseta, torre, mástiles y postes, se tiende una toma de tierra anular, para la cual se dispone enterrando un cable de cobre de calibre no inferior a 2/0 AWG. El anillo se dispone enterrando a una profundidad no menor a

0.6 metros, y separando de la paredes o estructuras a proteger entre 1 y 5 metros mediante las mediciones de resistividad del suelo a diferentes profundidades se determina los sitios mas favorables para construir las diferentes tomas de tierra de la instalación y los puntos específicos favorables para reforzar el anillo, introduciendo varillas que se conectan al conductor principal.

El tendido del cable se hace de tal manera que se evite seccionarlo, disponiendo solo los empalmes estrictamente necesarios

2.5.8 Recepción de la Señal de Usuario.

Según el estudio realizado en el trabajo de grado “ ESTUDIO DE PROPAGACIÓN DEL SISTEMA DE TELEVISION INTERNACIONAL DE POPAYÁN”, acerca de la antena que presentara las mejores prestaciones para la obtención de una buena señal de televisión en la banda de UHF , se llego a la conclusión de emplear la antena marca Venturello, modelo CR23UHF, montada sobre un mástil a un altura aproximada de 10 mts, ello con el fin de lograr un buena recepción de señal

Para aquellos sitios, donde no sea posible la recepción normal de la señal de televisión por no existir línea de vista con la torre transmisora, hacemos las siguientes recomendaciones según el estudio antes mencionado:

1) Para casas aisladas (Separadas unas de otras mas de 50 Mts), se recomienda ubicar a una altura o sitio cercano a la casa y que tenga línea de vista con la torre transmisora, una antena con ganancia de 12 dB y amplificador de UHF, y llevar la señal hacia el televisor por medio de un cable coaxial RG 59. Si la distancia entre el televisor y la antena receptora excede los 100 Mts, puede haber necesidad de utilizar otro amplificador más.

2) Para aquellos lugares donde existe una concentración considerable de hogares (Distanciamiento entre casas no mayor de 50 Mts.), se recomienda utilizar el servicio de Antena Comunitaria que consiste en la toma de señales distantes que no pueden ser captadas por las antenas comunes a través de torres de gran altura y de costos demasiado elevados para estar al alcance de usuarios particulares, y su distribución a través de cable coaxial.

2.5.8.1 Antenas comunitarias

Es todo sistema que reciba señales directas de estaciones de radiodifusión de televisión terrestres, sus repetidoras y/o vía satélite, las convierta (si es necesario), las amplifique y distribuya a sus abonados por vínculo físico.

Los sistemas de televisión por "Antena Comunitaria", se sirven del cable coaxial para distribuir señales de televisión a los hogares o establecimientos que contratan el servicio. El programa puede originarse en una lejana estación de VHF o de UHF, o puede ser local, retransmitido desde el mismo sitio donde está instalada la antena comunitaria. Las señales recibidas por el aire se captan por medio de un sistema de antena especialmente diseñado (Antena de Comunidad) que esté libre de ruido, interferencia y distorsión multicanal, cualidades que no pueden obtenerse con tanta perfección con antenas particulares en los propios hogares de los televidentes, y retransmitido para ser captado por los usuarios.

El sistema típico de Antena Comunitaria comprende cuatro elementos principales:

- a) Una Cabecera en la cual se reciben y procesan las señales.
- b) El Sistema de Línea Principal o Arteria Principal, que conduce las señales procesadas.
- c) Un Sistema o Central de Distribución, empalmado al sistema de línea principal y que lleva las señales a las zonas de abonados.

d) Las Acometidas o Tomas de Abonado, alimentadas por derivaciones o empalmes al sistema de distribución y que alimentan directamente a los receptores de televisión de los abonados.

El tendido del cable se realiza generalmente por postes. Aún cuando el tendido aéreo sea el mas común, algunos sistemas utilizan líneas subterráneas a través de conductos subterráneos o directamente enterradas en zanjas. Suele elegirse el tendido subterráneo cuando es necesario respetar ciertas ordenanzas locales o, en algunos casos, para respetar las condiciones del entorno local.

3. DISEÑO DEL CANAL DE TELEVISION LOCAL

3.1 INTRODUCCION

La planificación del sistema de difusión de televisión se llevó a cabo manualmente, apoyándose en las normas de la Comisión Federal de Comunicaciones FCC y la Comisión Nacional de Televisión CNTV.

Se empleó el método de predicción de cobertura estadístico de la FCC, planteado como modelo en la recomendación 370-6 de la ITU-R, el cual utiliza las curvas empíricas $F(50,50)$ y $F(50,10)$ publicadas mundialmente, estas toman en consideración las características topográficas del terreno, que rodea el lugar de instalación de la antena transmisora, las curvas dan en general una apreciación aceptable, cuando el terreno más allá de 16 Km. es más o menos llano, o indica la extensión aproximada de cubrimiento sobre el terreno promedio exento de interferencias de otras estaciones de televisión. Bajo estas condiciones, el cubrimiento real puede variar grandemente de estas estimaciones debido a que el terreno sobre cualquier trayectoria específica, será diferente del terreno promedio sobre el cual se basan las cartas de predicción, por lo que hay necesidad de tomar lateralmente el uso de las gráficas, providencias para considerar los obstáculos más allá de los 16 Km. indicados, como lo son las características de obstáculos y del patrón de radiación vertical de la antena.

3.2 ESTACION LOCAL DE TELEVISION SIN ANIMO DE LUCRO

3.2.1 Soporte Legal.

- Artículos 37 numeral 4 y 47 de la Ley 182 de 1995.
- Artículo 24, literal d) Ley 335 de 1996.
- Acuerdo 024 del 10 de julio de 1997.

3.2.2 Definición.

Servicio prestado por comunidades organizadas, instituciones educativas, fundaciones, corporaciones y asociaciones sin ánimo de lucro en un área geográfica continua, siempre y cuando ésta no supere el ámbito de un mismo municipio o distrito, área metropolitana o asociación de municipios.

3.2.3 Ámbito de Cubrimiento.

Podrán cubrir un área geográfica continua, siempre y cuando no supere el ámbito de un municipio o distrito o área metropolitana o asociación de municipios.

La prestación del servicio a través de la asociación de municipios contiguos no podrá abarcar todos los municipios de un mismo departamento ni superar el ámbito de éste.

Podrán encadenarse a nivel regional para transmitir eventos cívicos, culturales o deportivos para sus comunidades.

3.2.4 Acceso.

Licencia otorgada previa solicitud formal. Se adjudicarán las estaciones de acuerdo con la disponibilidad de frecuencias.

3.2.5 Duración de la Concesión de Licencia.

Concesión otorgada por 10 años por medio de licencia .

3.2.6 Requisitos de los Prestatarios.

Comunidades organizadas, instituciones educativas, fundaciones, corporaciones y asociaciones sin ánimo de lucro.

- Comunidad Organizada: Asociación de derecho, integrada por personas naturales residentes en un municipio o distrito o parte de ellos, en la que sus miembros estén unidos por lazos de vecindad o colaboración mutuos, con el propósito de alcanzar fines cívicos, cooperativos, solidarios, académicos, ecológicos, educativos, recreativos, culturales o institucionales.

No se adjudicará mas de una estación por proponente y este no podrá tampoco tener participación accionaría en otra estación de este nivel.

- Ningún operador de televisión nacional, ni ningún concesionario de la cadenas de Inravisión podrá ser operador de la televisión local. La estación es operada directamente por el concesionario.

3.2.7 Tarifas.

La concesión implica el pago de las tasas, tarifas y derechos por concepto de la explotación y uso de las frecuencias radioeléctricas otorgadas.

3.2.8 Comercialización.

No pueden comercializar, pero si pueden hacer reconocimientos. Reconocimiento: referencia que se hace de una persona o empresa, marca, producto o servicio que haya prestado su contribución a la estación local, como aporte, auspicio, colaboración o patrocinio.

Estos reconocimientos deben incluirse al inicio y finalización de cada programa. Podrán presentar un reconocimiento por cada sección, con una duración máxima de cinco segundos. Cada programa no puede tener más de tres secciones.

Cuando transmitan eventos culturales y recreativos especiales, se aplicarán las normas previstas para la comercialización en las cadenas Uno y A.

3.2.9 Programación.

Pueden producir directamente o contratar con terceros la realización de su programación. El 50% de la programación total emitida debe ser de origen nacional.

Pueden recibir y retransmitir señales incidentales con fines sociales y comunitarios. Estas señales no podrán ser interrumpidas con comerciales, excepto los de origen. Esta recepción y distribución debe ser abierta y no puede cobrarse a los usuarios.

Podrán recibir y distribuir señales codificadas acreditando ante la CNTV la autorización por parte de los titulares de los derechos de autor y derechos conexos para el uso de la programación que emitan.

3.2.10 Fines.

Cívicos, cooperativos, solidarios, académicos, ecológicos, educativos, recreativos, culturales e institucionales.

3.2.11 Iniciación de Operaciones.

El concesionario deberá instalar su sistema e iniciar operaciones en un plazo de seis meses contados a partir de la firma del contrato de concesión, prorrogables hasta por seis meses más.

3.2.12 Sistema de Distribución.

Sistema abierto y radiodifundido.

3.2.13 Sostenimiento.

Aportes, auspicios, colaboraciones o patrocinios. Artículo 36 Acuerdo 024/97. Los concesionarios deberán invertir los recursos que obtenga la estación en su adecuado funcionamiento, mejoramiento de equipos y de programación y en general en inversiones que garanticen la adecuada continuidad en la prestación del servicio.

3.3 ESTACION TRANSMISORA DE TELEVISION

3.3.1 Configuración.

La estación transmisora ubicada en uno de los cerros de las Tres cruces, toma la señal de televisión emitida desde los estudios de la productora de T.V de la Universidad del Cauca, y desde ahí la retransmite hacia el área urbana y rural del municipio de Popayán utilizando el canal de frecuencias en UHF designado por la CNTV, el cual puede estar entre los canales 29, 35, 41, 47, 53, 59, 65.

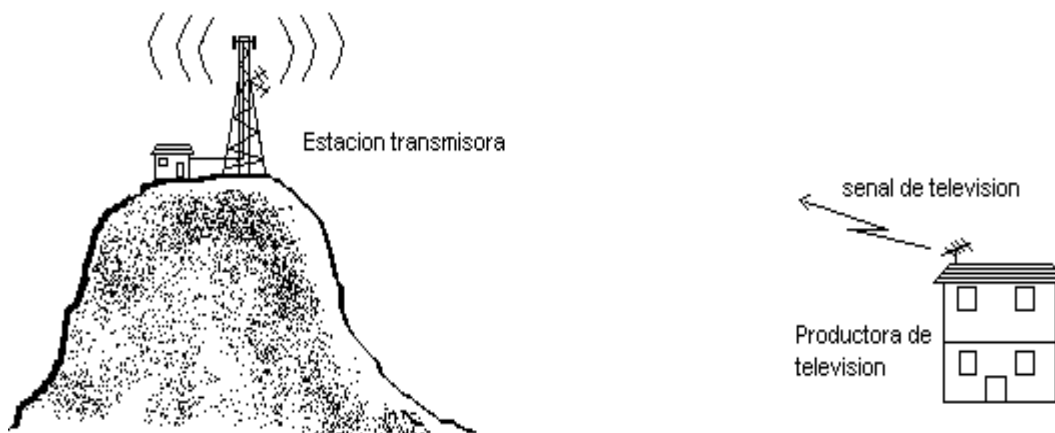


Figura 3.1 Diagrama en bloques de la estación transmisora de T.V.

El sistema de transmisión consta de:

- Un equipo transmisor de 50 vatios.
- Una línea de transmisión de cable coaxial Andrew Heliax de 7/8" tipo LDF5 – 50A.
- Un divisor de potencia de tres salidas.
- Latiguillos de cable coaxial marca Belden.
- Un arreglo de 3 antenas tipo panel.
- Un equipo demodulador en UHF.

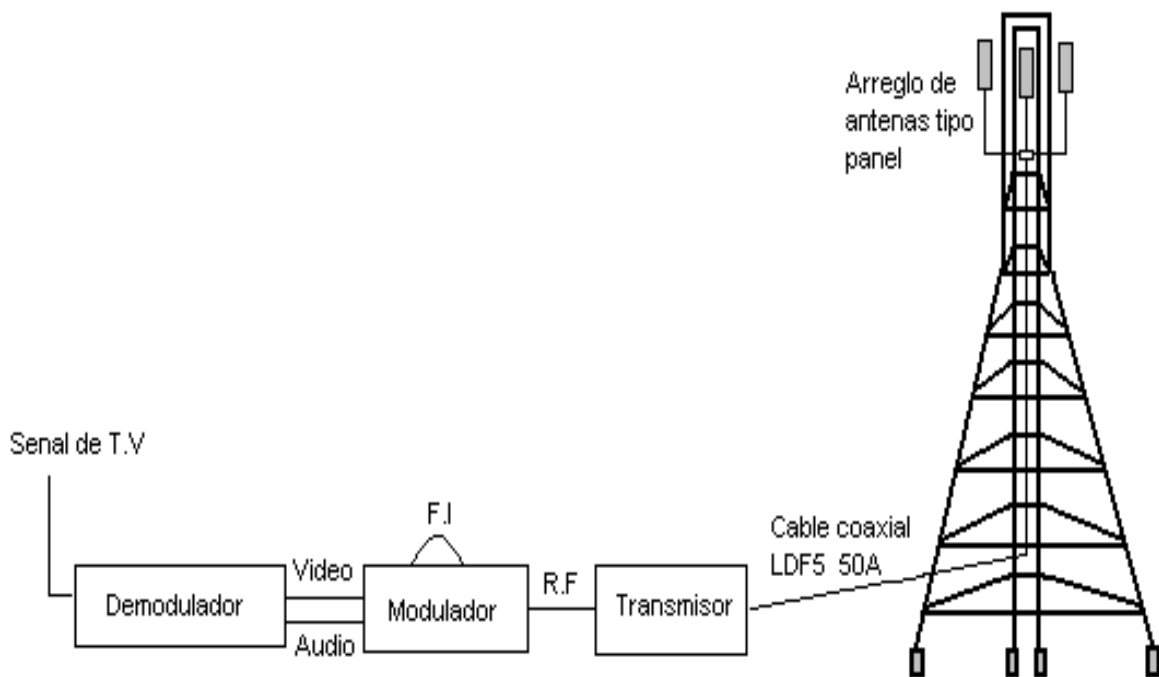


Figura 3.2 Diagrama en bloques del sistema de transmisión.

3.3.2 Funcionamiento.

La señal de televisión receptionada es introducida a la entrada del equipo demodulador, donde se realiza el proceso de separación de audio y video.

La señal de video es introducida a una etapa oscilador – mezclador donde obtenemos la F.I de video de 45.75 Mhz, esta portadora de video es llevada a un modulador de amplitud para ser modulada.

La señal de audio, es introducida a un modulador de frecuencia para ser modulada, luego es llevada a una etapa oscilador – mezclador, en donde se obtiene la F.I de audio de 41.25 Mhz.

Ambas señales después de ser filtradas independientemente, se conducen al mezclador de audio – video obteniendo la señal de banda base resultante de la suma audio + video, modulada a una frecuencia de 45,75 Mhz.

La señal de F.I de 45,75 Mhz, es batida con una portadora procedente de un oscilador, obteniéndose como resultado un a señal de R.F en el canal deseado.

Esta señal es introducida en un amplificador de potencia que da a la salida 50 vatios de potencia pico.

La señal de R.F proveniente de la salida del transmisor se conduce mediante un cable Andrew Heliax de 7/8” y 50 ohmios, tipo LDF5 – 50A al sistema irradiante que consta de un arreglo de tres antenas tipo panel.

3.4 METODO TEORICO DE PREDICCIÓN DE COBERTURA

3.4.1 Procedimiento Normativo para la Emisión de Televisión.

La CNTV recomienda tomar como modelo de predicción de cobertura, el método de tipo estadístico Broadcast/SMR de la FCC establecido por la recomendación UIT-R 370 - 6, para el cubrimiento (50% de las localidades y 50% del tiempo), y las interferencias (50% de las localidades y 10% del tiempo).

Se hace notar que el método de predicción de la FCC, se recomienda por práctico, reconociéndose que pueden existir otros que arrojen resultados mejores y que en todo caso se pueden considerar para su aceptación.

La Figura 3.3 nos muestra la curva empírica o nomograma que nos dará las intensidad de campo estimado $F(50-50)$ es decir, los valores de intensidad de campo rebasado durante el 50% del tiempo, en por lo menos el 50% de los puntos de recepción. Cuando la altura de la antena, la intensidad de campo o distancia no están señaladas en la carta, se obtienen por interpolación.

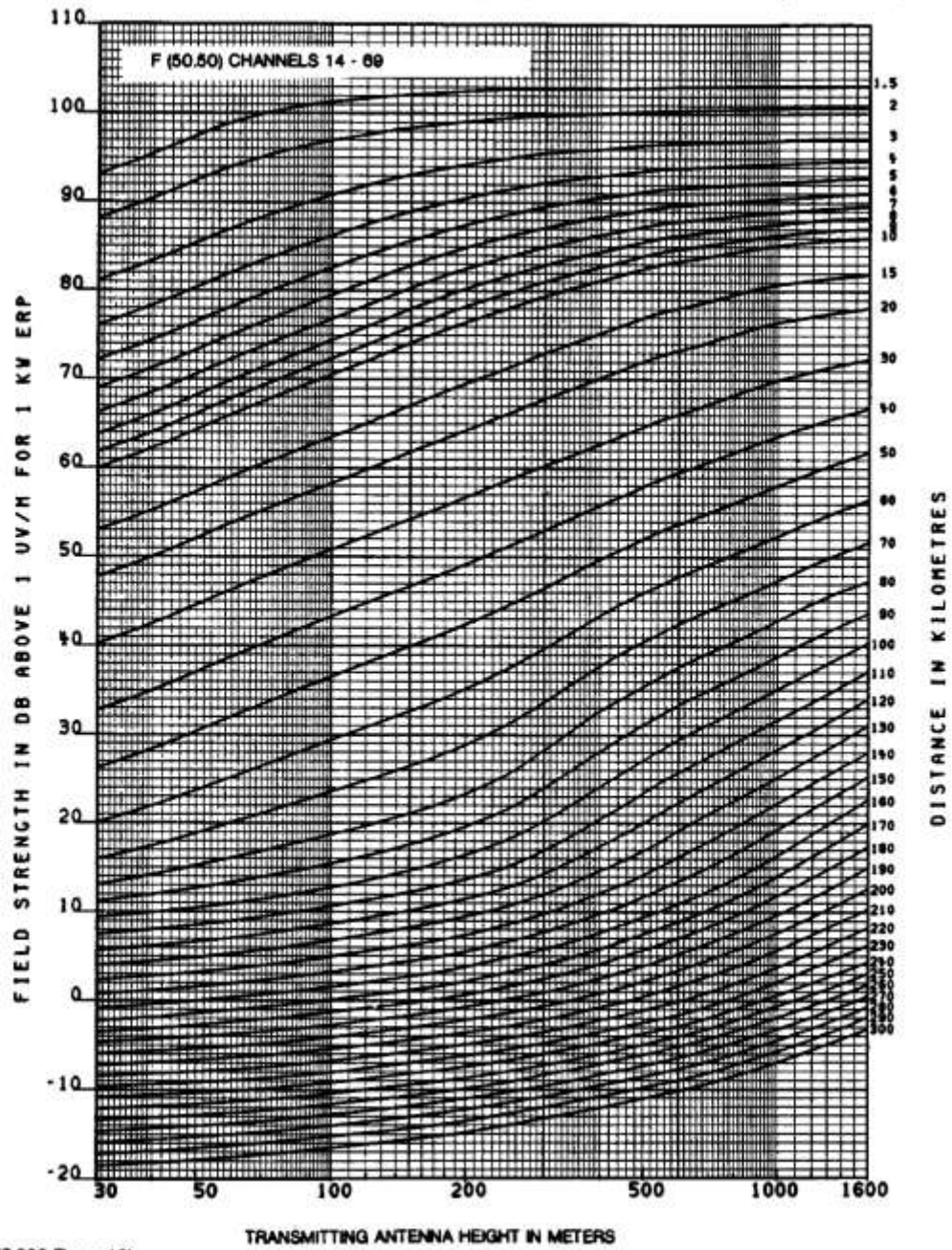
La altura de la antena transmisora a emplearse sobre estas figuras, es la altura del centro de radiación de la antena, con relación del nivel del terreno promedio a lo largo de la trayectoria de que se trata. Para determinar la altura promedio del terreno se consideran las elevaciones entre 3 y 16 km de distancia desde el lugar de ubicación de la antena. Se deben trazar perfiles de por lo menos 8 radiales, comenzando desde el lugar de ubicación de la antena y extendiéndose hasta 16 Km.

Los radiales pueden ser dibujados para cada 45° de azimut. En nuestro caso trazamos los perfiles¹ de 24 radiales tomados cada 15° de azimut los cuales cubre toda el área del municipio de Popayán. La gráfica del perfil deberá indicar la topografía, lo más preciso posible para cada radial y debe trazarse la distancia en kilómetros, como abscisas y la altura en metros sobre el nivel del mar, como ordenadas. La elevación promedio entre 3 y 16 Km se determina de la gráfica del perfil para cada radial. Esto se puede obtener promediando un buen número de puntos igualmente espaciados.

¹ La Figura 3.13 a la Figura 3.36, nos muestran los trazados de los perfiles.

Federal Communications Commission

§ 73.699



FCC 73.699 Figure 10b

ESTIMATED FIELD STRENGTH EXCEEDED AT 50 PERCENT
OF THE POTENTIAL RECEIVER LOCATIONS FOR AT LEAST 50 PERCENT
OF THE TIME AT A RECEIVING ANTENNA HEIGHT OF 9 METERS

Figura 3.3 Curva F(50,50) para los canales 14-69.

El nomograma está basado en una potencia radiada aparente de 1 Kw y una antena receptora colocada a 10 metros sobre el suelo.

En la preparación de las gráficas de los perfiles previamente descritos, así como el trazo mismo de los contornos de intensidad de campo, se deben emplear mapas apropiados que contengan curvas de nivel a escalas convenientes, en nuestro caso utilizamos las cartas de Instituto Geográfico Agustín Codazzi a una escala de 1:25.000 del municipio de Popayán, denominadas 342-IV-A, 342-IV-B, 343-III-A, 342-IV-C, 342-IV-D, 343-III-C, 364-II-A, 364-II-A, 365-I-A. Ver Figura 3.4.

Teniendo en cuenta la recomendación 73.683 de la FCC , la cual establece los contornos de intensidad de campo a tener en cuenta para la autorización de una estación de televisión, que dice: para la autorización de una estación de televisión, se consideran dos contornos de intensidad de campo, estos se especifican como contornos de grado de calidad Grado A y Grado B, que indican la extensión aproximada sobre el terreno en ausencia de interferencias de otras estaciones de televisión.

Bajo estas condiciones, la verdadera cobertura puede variar grandemente de las estimaciones hechas, ello porque el terreno encima de cualquier trayecto específico, se espera que sea diferente del terreno medio en el que están basadas las curvas.

La intensidad de campo en la gráfica está dada en dB sobre un micro-voltio por metro (dBu), y los valores de contorno requeridos para grado A y grado B son los mostrados en la Tabla 3.1, en Colombia la CNTV ajusta los valores para el contorno Grado B según la recomendación² ITU-R BT 417-4, mostrados en la Tabla3.2.

² El anexo B, describe las recomendaciones a tener en cuenta para el diseño de un canal de TV.

Figura 3.4 Mapa del municipio de Popayán.

| Canales | Grado A (dBu) | Grado B (dBu) |
|----------------|----------------------|----------------------|
| 2-6 | 68 | 47 |
| 7-13 | 71 | 56 |
| 14-69 | 74 | 64 |

Tabla 3.1 Valores de contorno limites.

| Banda | Canales | Valor contorno (dBu) |
|--------------|----------------|-----------------------------|
| I y II | 2-6 | +48 |
| III | 7-13 | +55 |
| IV | 21-43 | +65 |
| V | 49-69 | +70 |

Tabla 3.2 Valores de contorno limites Grado B, según la UIT.

Las curvas F(50,50) usadas para los canales 14-69 se basan en distancias menores a 48.3 Kilómetros (30 millas). La teoría indica que la intensidad de campo para canales de 14 al 69 debe disminuir mas rápidamente con la distancia que para los canales del 2 al 6, por estas razones las curvas se deben usar con la apreciación de sus limitaciones en estimaciones de niveles de campo.

La recomendación 73.684 relacionada con la predicción de cobertura determina que las predicciones de cobertura se realizarán sin tener en cuenta la interferencia y solo se harán en base a estimaciones de intensidad de campo.

Para predecir la distancia de contornos de intensidad de campo, se debe usar la curva F (50,50) la cual está basada en una potencia efectiva de 1 Kw radiado por un dipolo de media onda en el espacio libre que produce una potencia de campo sin atenuación a 1.6 Km (1 milla) de aproximadamente 103 dB por encima de 1uV/m. El procedimiento es el siguiente:

- Se convierte la potencia efectiva radiada PER en Kw (dBu) para el azimut de interés en decibelios, en referencia al valor de 1Kw (dBu), si es necesario, convierta el contorno seleccionado al valor del decibelio (dBu) sobre 1 uV/m.
- Se resta el valor de potencia en dBk del valor de contorno en dBu. Nótese que para potencias menores de 1 Kw, el valor de la diferencia será mayor que el valor del contorno porque la potencia en dBk es negativo.
- Localice el valor de la diferencia obtenido en la escala vertical a la izquierda de la gráfica, siga la línea horizontal para ese valor en la gráfica al punto de intersección con la línea vertical correspondiente a la altura de la antena sobre el terreno medio para el azimut de interés, localizado en la parte inferior de la gráfica. Si el punto de intersección no coincide exactamente en una curva de distancia, se deberá hacer interpolación entre las curvas que limitan inferior y superiormente el punto de intersección. El valor de distancia para las curvas se localiza a lo largo del borde derecho del mapa.
- El valor resultante, es la distancia al contorno deseado en el radial en cuestión.

En direcciones donde el terreno tenga características tales que resulten en una altura de antena sobre el nivel medio del terreno, menor a 30.5 metros o incluso negativa, se debe sumir una altura de antena de 30.5 metros sobre el nivel medio del terreno para fines de predicción.

La potencia efectiva radiada a ser usada en cada radial es la que se radia en el ángulo vertical que corresponde al ángulo de depresión entre el centro de radiación de la antena transmisora y el horizonte de radiación determinado individualmente para cada dirección azimutal considerada. El ángulo de depresión está basado en la diferencia de elevación de el centro de radiación de la antena sobre el terreno medio y el horizonte de radiación, asumiendo una tierra esférica lisa con un radio de 8.495,5 Km y se determinara por la siguiente ecuación:

$$A = 0.0277\sqrt{H}$$

Ecuación 3.1

Donde:

A es el ángulo de depresión en grados

H es la altura en metros del centro de la antena transmisora sobre el terreno medio computado entre 3.2 y 16.1 Km en el radial considerado.

La fórmula anterior se deriva empíricamente para el propósito limitado especificado aquí, su uso para cualquier otro propósito puede no ser apropiado. En el caso donde la intensidad de campo relativo al ángulo de depresión determinado por la fórmula anterior sea un 90% o más de la intensidad de campo máximo radiado en el plano vertical del radial considerado, se debe trabajar con este valor máximo.

La altura de la antena que se debe usar en la gráfica F (50,50) es la altura del centro de radiación de la antena sobre el terreno medio a lo largo del radial en cuestión. Para determinar la altura media del terreno se tiene en cuenta las elevaciones comprendidas entre 3.2 y 16.1 Km del sitio de la antena que se está empleando y a intervalos no menores de 250 metros.

Se debe trazar como mínimo 8 radiales desde el sitio de transmisión extendiéndose a 16.1 Km de longitud a partir de la antena, comenzando con el norte verdadero y cada 45 grados de azimut, por lo menos un radial debe incluir la comunidad principal a ser servida aunque esta se encuentre más allá de los 16.1 Km del sitio de transmisión.

El efecto de la rugosidad del terreno en la predicción de la intensidad de campo de una señal a puntos distantes de una estación transmisora de televisión, depende de la magnitud del factor de rugosidad del terreno (Δh), este parámetro se determina para cada radial por las características de un segmento de terreno de 40.2 Km de longitud, localizado entre 9.7 y 49.9 Km del transmisor. El factor de rugosidad de terreno tiene un valor igual a la diferencia en metros entre las elevaciones excedidas por todos los puntos del perfil por el 10% y el 90% respectivamente.

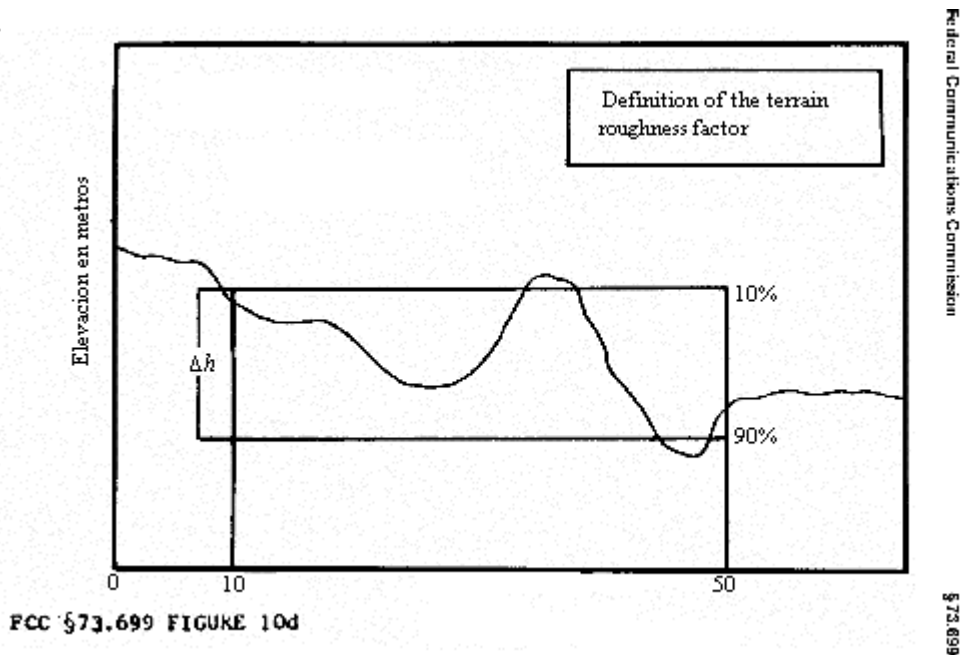


Figura 3.5 Factor de rugosidad del terreno.

La gráfica $F(50,50)$ se tabuló asumiendo un factor de rugosidad del terreno de $\Delta h = 50$ mt , el cual se considera un valor representativo del terreno promedio en los Estados Unidos.

Si el factor de rugosidad del terreno Δh para un trayecto en particular se aparta apreciablemente del valor de 50 mt para el que se han normalizado las curvas, se debe aplicar a los valores de intensidad de campo a lo largo de tal perfil un factor de corrección por rugosidad del terreno ΔF , cuya magnitud y signo se puede determinar de la gráfica incluida en § 73.699 como Figura 3.6, aplicando interpolación lineal si es necesario.

Alternativamente para hallar corrección del factor de rugosidad del terreno se puede usar la siguiente formula:

$$\Delta F = C - 0.03x(\Delta h)^{\left(1 + \frac{f}{300}\right)}$$

Ecuación 3.2

Donde:

ΔF es el factor de corrección por rugosidad del terreno dB

C es una constante con valor específico para cada familia de curvas.

1.9 para canales 2-6

2.5 para canales 7-13

4.8 para canales 14-69

Δh es el factor de rugosidad del terreno en metros

f es la frecuencia de señal en megahertz (Mhz)

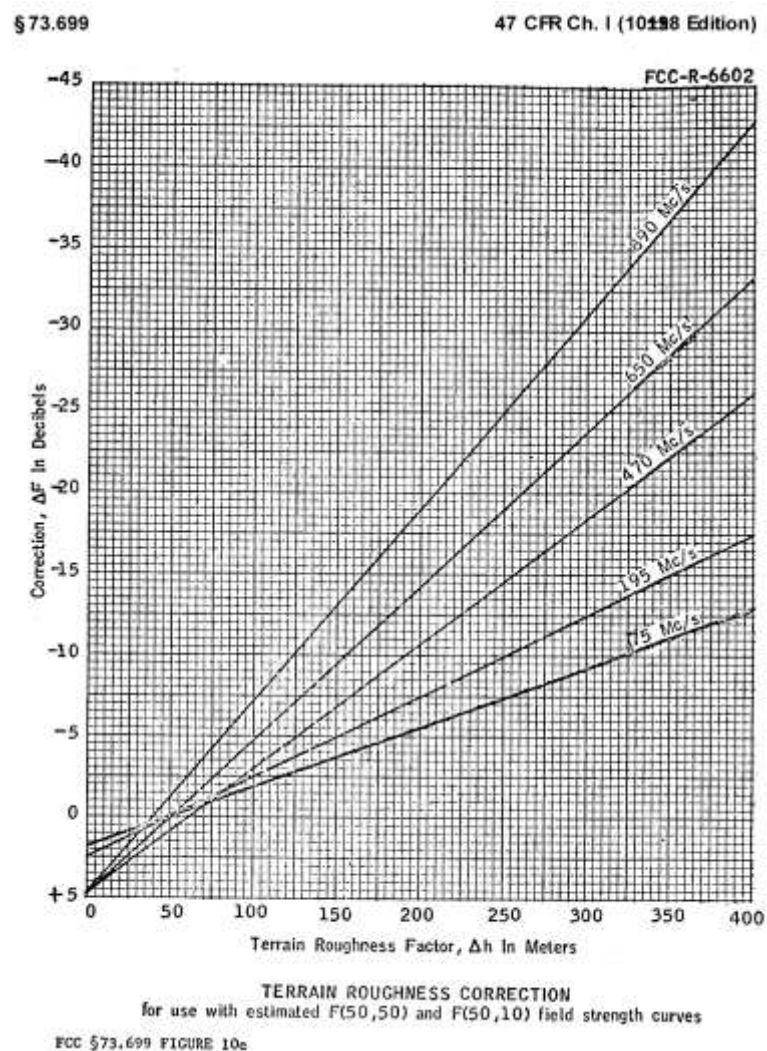


Figura 3.6 Factor de corrección por rugosidad del terreno.

según la recomendación 73.685 de la FCC, para la selección del mejor sitio de radiación se debe considerar algunas características:

- El sitio de transmisión será escogido para que en base a la Potencia Efectiva Radiada PER y la altura de la antena sobre el terreno medio empleado, proporcione a la comunidad principal a ser servida una intensidad de campo mínima en dB sobre 1 uV/m .

| Canales 2-6 | Canales de 7-13 | Canales 14-69 |
|-------------|-----------------|---------------|
| 74 dBu | 77 dBu | 80 dBu |

Tabla 3.3 Intensidad de campo mínima para la comunidad principal.

- Es necesario que el emplazamiento de la antena transmisora sea en un punto elevado para reducir a un mínimo el efecto de sombra en propagación debido a las colinas y edificios que puede reducir la intensidad de la señal provenientes de la estación transmisora. En general la antena transmisora de una estación de televisión debe localizarse en el punto más central de la elevación más alta disponible. Para proporcionar el mejor grado de servicio a un área determinada , normalmente es preferible usar una antena elevada que una antena de poca altura y con mayor potencia de transmisión. El sitio o emplazamiento de la antena debe elegirse de tal manera, que exista línea de vista sobre la comunidad principal a ser servida y en ningún caso debe existir obstáculo considerable que interfiera con la línea de vista.

En caso de que la topografía del terreno del área a servir o la distribución de la población dificulte la elección del lugar adecuado para la colocación del transmisor, debe considerarse el uso de un sistema de antena direccional aun que por lo general sea preferible elegir un lugar adecuado donde pueda ser empleada una antena omnidireccional.

- La antena transmisora debe situarse tan cerca del equipo transmisor como sea posible, para reducir la longitud de la línea de transmisión y con esto las pérdidas de potencia consecuentes.
- Debe considerarse la existencia de campos de radiofrecuencia que incidan en el sitio en donde se pretende instalar el equipo de televisión, para preveer que dichos campos afecten tanto la recepción de dicho equipo, como que produzcan efectos indeseables sobre el área por servir.
- Debe tomarse en cuenta que el sitio escogido como centro de radiación del sistema de televisión cuente con ciertas características necesarias para la implementación y montaje del sistema, como son:

Espacio suficiente para el levantamiento y construcción de la torre metálica y la caseta de equipos, donde estarán ubicados todos los elementos necesarios para la puesta en marcha del sistema (modulador, transmisor, regulador, demodulador etc.) ; energía eléctrica de la red nacional; vía carretable para el transporte de equipos, instrumentación, materiales y demás elementos necesarios.

Atendiendo las características anteriores, se escogió dos posibles sitios de transmisión donde podría adecuarse el sistema de televisión local de la Universidad del Cauca, ellos son:

El cerro de las Tres Cruces

El cerro aledaño

Teniendo en cuenta que se debe hacer un pequeño radioenlace por línea de vista entre el cerro de las tres cruces y la sala de control y producción cuyas

instalaciones se encuentran en el edificio de la división de comunicaciones³, observamos que se presenta como obstáculo de línea de vista el cerro de el Morro, dificultando un poco el procedimiento.

Es por ello que decidimos optar por la escogencia del cerro aledaño el cual no presenta ningún obstáculo en línea vista entre dichos puntos, la altura que presenta es aproximadamente igual al cerro de las tres cruces, con 1.879 Mts sobre el nivel del mar, y posee la gran ventaja de contar con torre metálica de 40 Mts de altura (donde se encontraba la antena transmisora de la emisora del ejército).

³ El ANEXO A, nos muestra las instalaciones de la Productora de TV de la Universidad.

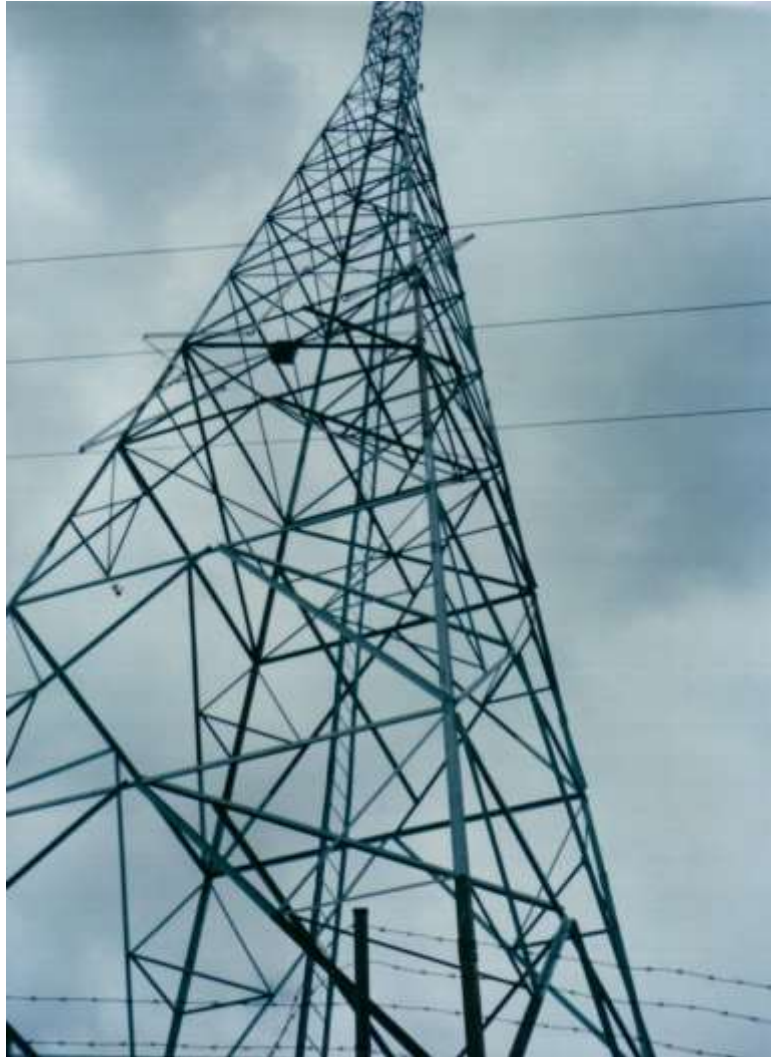


Figura 3.7 Fotografía de la torre de transmisión.



Figura 3.8 Fotografía de la torre de transmisión.



Figura 3.9 Fotografía de la torre de transmisión.

Para el estudio de interferencias se deben tener en cuenta los valores de contorno interferente que se determinen como nocivos o indeseados en interferencia cocanal y canal adyacente, para el caso de Colombia la CNTV especifica los siguientes valores contenidos en la Tabla 3.4.

| BANDA | ISOFRECUENCIA COCANAL MISMO OPERADOR | CANAL ADYACENTE dBm |
|--------------|---|------------------------------------|
| I | 35 | 38 |
| III | 40 | 45 |
| IV | 50 | 55 |
| V | 55 | 60 |

Tabla 3.4 Valores de contorno interferente.

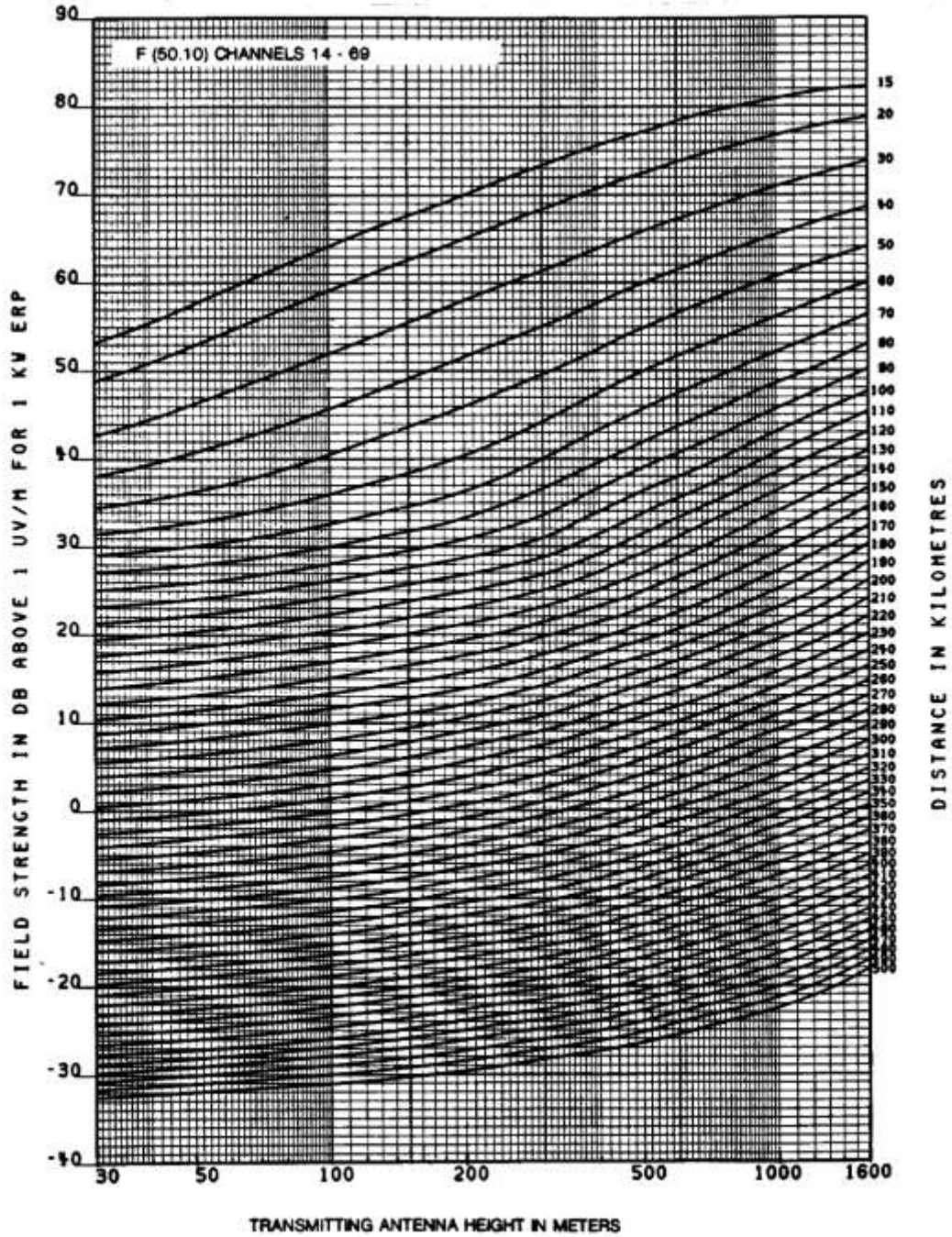
Existe interferencia cocanal o canal adyacente en todos los emplazamientos contenidos en el contorno de cobertura grado B de la estación protegida donde la intensidad de campo $F(50,50)$ de la estación cocanal no deseada exceda el valor correspondiente de la Tabla 3.4.

Para determinar la zona o zonas en que se presenta este traslape de coberturas entre la señal deseada y la interferente, se debe predecir inicialmente la zona de cobertura con el contorno Grado B para la estación protegida, llámese A, usando la gráfica $F(50,50)$ correspondiente, en nuestro caso será para los canales del 14 al 69, Figura 3.3, y luego sobreponiendo el contorno interferente de la estación B que sea del caso (Tabla 3.4) que se halla siguiendo el procedimiento de determinación de contornos descrito anteriormente usando la familia de curvas $F(50,10)$ correspondiente, Figura 3.10.

Si se quisiera hallar el valor de campo a una cierta distancia, dada una altura de antena, usando las curvas $F(50,10)$ se procede de la misma manera que se explico para las curvas $F(50,50)$.

§73.699

47 CFR Ch. I (10198 Edition)



FCC 73.699 Figure 10c

ESTIMATED FIELD STRENGTH EXCEEDED AT 50 PERCENT OF THE POTENTIAL RECEIVER LOCATIONS FOR AT LEAST 10 PERCENT OF THE TIME AT A RECEIVING ANTENNA HEIGHT OF 9 METERS

Figura 3.10 Curva F(50,10) para los canales 14-69.

3.4.2 Cálculos Teóricos.

3.4.2.1 Trazado de perfiles.

Para trazar los perfiles del terreno (24 radiales cada 15 grados) correspondientes al municipio de Popayán, área a la cual se desea cubrir, se utilizaron las cartas a escala de 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

Se examinan los perfiles de los radiales que caen sobre los sitios de interés o sobre las áreas críticas, en este punto podemos destacar que para la zona oriental del municipio de Popayán, se presentan grandes elevaciones las cuales se hacen mayores cada vez que nos alejamos del centro de radiación, mientras que para las zonas norte, occidente y sur del municipio, el terreno es casi plano.

Para cada uno de los radiales o perfiles, se determina la altura media del terreno a lo largo del radial teniendo en cuenta las elevaciones comprendidas entre los 50 y 5000 metros para pequeñas áreas a cubrir y en un radio de 3.2 a 16.1 Kilómetros para áreas mayores a partir del sitio de transmisión y a intervalos regulares no menores a 250 metros.

Para cada radial, las distancias de cada curva de nivel con respecto al sitio de transmisión, conjuntamente con las alturas de los sitios de transmisión y de recepción nos da la altura del terreno sin corrección (H). El cálculo de la altura corregida (H_c) del terreno debido a la curvatura de la tierra, está dado por la siguiente fórmula:

$$H_c = \frac{d_1 \cdot d_2}{2 \cdot k \cdot R_t} + H \quad \text{Ecuación 3.3}$$

Donde:

d_1 : distancia entre antena transmisora y sitio a corregir (Mts).

d_2 : distancia entre el sitio a corregir y la antena receptora (Mts).

k : constante de Refractividad = 4/3.

R_t : valor del radio de la Tierra = $6,38 \times 10^6$ (Mts).

H : altura del terreno sin corrección (Mts).

La línea de vista (Y) en metros, se calcula utilizando la ecuación:

$$Y = mX + b \quad \text{Ecuación 3.4}$$

donde:

m : pendiente de la línea de vista.

X : distancia del sitio de transmisión (Mts).

b : altura del sistema irradiante sobre el nivel del mar (Mts).

El calculo del radio de la primera zona Fresnel (R_1) en metros es :

$$R_1(100\%) = 547,39 \sqrt{\frac{d_1 \cdot d_2}{d \cdot F}} \quad \text{Ecuación 3.5}$$

donde:

d_1 : distancia del obstáculo al transmisor (Kmts).

d_2 : distancia del obstáculo al receptor (Kmts).

d : distancia entre antena transmisora y receptora (Kmts).

F : frecuencia de la señal transmitida (Mhz).

Si el radio de la primera zona de Fresnel es muy crítico, se realiza el cálculo para el 60%, así:

$$R1(60\%) = 0,6 \cdot R1(100\%). \quad \textbf{Ecuación 3.6}$$

El límite inferior de la primera zona de Fresnel (Z.F) en metros, se halla de restar a la altura de línea de vista (Y) el correspondiente radio de la primera zona de Fresnel ($R1$):

$$Z.F = Y - R1 \quad \textbf{Ecuación 3.7}$$

Los anteriores cálculos se encuentran integrados y presentados en tabulaciones que se muestran a partir de la página 76, al igual que los perfiles altimétricos de cada radial.

3.4.2.2 Altura del sistema radiante.

La altura del sistema radiante (H_{si}) es igual a la suma de la altura del sitio de transmisión (H_{sitio}) más la altura de la torre del sistema radiante (H_{torre}) menos la altura de promedio del terreno para ese radial (H_p).

$$H_{si} = H_{torre} + H_{sitio} - H_p \quad \textbf{Ecuación 3.8}$$

donde:

$$H_{sitio} = 1879 \text{ Mts}$$

$$H_{torre} = 40 \text{ Mts}$$

| Azimut en grados | Altura promedio de terreno (m) | Altura del sistema radiante (m) | Angulo de depresión en grados |
|-----------------------------|---|--|--|
| 0 | 1,732.35 | 186.65 | 1.15 |
| 15 | 1,763.88 | 155.12 | 1.16 |
| 30 | 1,749.44 | 169.56 | 1.16 |
| 45 | 1,858.33 | 60.67 | 1.19 |
| 60 | 2,012.06 | 30.50 | 1.24 |
| 75 | 2,076.56 | 30.50 | 1.26 |
| 90 | 2,112.06 | 30.50 | 1.27 |
| 105 | 2,261.76 | 30.50 | 1.32 |
| 120 | 2,265.71 | 30.50 | 1.32 |
| 135 | 2,383.33 | 30.50 | 1.35 |
| 150 | 2,272.72 | 30.50 | 1.32 |
| 165 | 2,178.84 | 30.50 | 1.29 |
| 180 | 1,925.00 | 30.50 | 1.22 |
| 195 | 1,865.00 | 54.00 | 1.20 |
| 210 | 1,800.00 | 119.00 | 1.18 |
| 225 | 1,766.66 | 152.34 | 1.16 |
| 240 | 1,733.33 | 185.67 | 1.15 |
| 255 | 1,711.53 | 207.47 | 1.15 |
| 270 | 1,696.15 | 222.85 | 1.14 |
| 285 | 1,678.57 | 240.43 | 1.13 |
| 300 | 1,644.00 | 275.00 | 1.12 |
| 315 | 1,712.50 | 206.50 | 1.15 |
| 330 | 1,690.38 | 228.62 | 1.14 |
| 345 | 1,708.33 | 210.67 | 1.14 |

Tabla 3.5 Altura del sistema radiante.

Para efectos de cálculos, se trabajó la frecuencia del límite inferior del canal 29 (560-566 Mhz), por ser esta la menor frecuencia y por consiguiente la más crítica dentro de los canales de frecuencia disponibles para el municipio de Popayán (29, 35, 41, 47, 53, 59, 65). Si nos remitimos a la Ecuación 3.5, a menor frecuencia mayor es el radio de la primera zona Fresnel por consiguiente mayor debe ser la altura de la antena.

3.4.2.3 Potencia de transmisión.

Partiendo de los conceptos anteriores y por conocimientos de resultados obtenidos en experiencias prácticas y teniendo en cuenta que el canal de televisión se encuentra clasificado como una estación de televisión de baja potencia dentro de la normatividad² estipulada por la Comisión Nacional de Televisión CNTV, partimos del hecho de utilizar una potencia de transmisión de 50 Watt.

Para determinar las distancias límites de las zonas de cubrimiento que se obtienen para esta potencia, tenemos en cuenta los valores mínimos de intensidad de campo en dBu que deben estar presentes en el área que se desea cubrir con la señal de televisión en al menos un 50% de las localidades la mitad del tiempo.

| CANALES | VALOR CONTORNO <i>Grado Ciudad (dBu)</i> | VALOR CONTORNO <i>Grado A (dBu)</i> | VALOR CONTORNO <i>Grado B (dBu)</i> |
|----------------|--|---|---|
| 2 - 6 | 74 | 68 | 48 |
| 7 - 13 | 77 | 71 | 55 |
| 21 – 43 | 80 | 74 | 65 |
| 44 – 69 | 80 | 74 | 70 |

Tabla 3.6 Valores mínimos de contorno presentes en el área.

Una vez teniendo claro estos valores nos apoyamos en las curvas de intensidad de campo F (50,50) para los canales del 14 al 69 referidos a una potencia de transmisión de 1kw. Las curvas nos relacionan potencia de transmisión, altura de la antena y distancia a cubrir.

² El ANEXO B, contiene las normas de la CNTV .

La potencia nominal en vatios del transmisor es:

$$P_{tx} = 50w$$

en dBw esta dada por:

$$P_{tx} = 10\log P_{tx} = 10\log 50 = 17dBw$$

Ecuación 3.9

Las pérdidas en la línea de transmisión:

Para el canal 29 (560 – 566 Mhz) el cable Andrew – Helix de 7/8” de pulgada tipo LDF5 – 50A, presenta una atenuación de 3 dB/100Mts, según la Tabla 4.8, para una longitud aproximada de la línea de transmisión de 45 Mts.

$$L_{tx} = 45Mts \times \left(\frac{3dB}{100Mts} \right) = 1,35dB$$

Ecuación 3.10

Pérdidas en los conectores:

$$L_c = 0,2dB$$

Potencia incidente en el divisor:

$$P_i = P_{tx} - L_{tx} - L_c$$

Ecuación 3.11

$$P_i = 17dBw - 1,35dB - 0,2dB = 15,45dBw = 35,07w$$

Las pérdidas de inserción en el divisor es de 0,2dB máximo, entonces la potencia incidente en cada una de las antenas tipo panel será:

$$P_{iant} = 10\log\left(\frac{35,07w}{3}\right) - 0,2dB$$

Ecuación 3.12

$$P_{iant} = 10,47dBw = 11,16w$$

Potencia reflejada debido a la onda estacionaria:

$$Pr_{ant} = P_{iant} \left[\frac{R.O.E - 1}{R.O.E + 1} \right]^2 \quad \text{Ecuación 3.13}$$

Asumimos R.O.E máximo igual a 1,1

$$Pr_{ant} = 11,16w \left[\frac{1,1 - 1}{1,1 + 1} \right]^2 = 0,021w = -16,726dBw$$

La ganancia de las antenas es:

$$G_{ant} = 13dB = 19,9 \text{ veces}$$

La Potencia Efectiva Radiada Máxima es:

$$PER_{max} = (P_{iant} - Pr_{ant}) \times G_{ant} \quad \text{Ecuación 3.14}$$

$$PER_{max} = (11,16w - 0,021w) \times 19,9 = 221,66w$$

Para acondicionar la potencia efectiva radiada máxima de transmisión a la curva F(50,50), se utiliza la siguiente ecuación.

$$P_t = Pr_{dBu} - PER_{max} \quad \text{Ecuación 3.15}$$

donde:

Pr_{dBu} : Intensidad de campo eléctrico en dB referido a 1 μ v/mt para 1 Kwatt de referencia.

PER_{max} : Potencia efectiva radiada máxima de transmisión a utilizar en dBk.

$$dBK = 10\log\left(\frac{PER \max}{1Kwatt}\right)$$

Ecuación 3.16

reemplazando, obtenemos:

$$dBk = 10\log\left(\frac{221,66w}{1000w}\right) = -6,54dBk$$

Se halla la intensidad de campo mínimo para cada una de las zonas de cubrimiento según la Tabla 3.6, aplicando la Ecuación 3.15.

- Servicio Grado de ciudad para los canales 21 - 69:

$$80 \text{ dBu} - (-6,54) = 86,54\text{dBu}$$

- Servicio Grado A para los canales 21 - 69:

$$74 \text{ dBu} - (-6,54) = 80,54\text{dBu}$$

- Servicio Grado B para los canales 21 - 43:

$$65 \text{ dBu} - (-6,54) = 71,54\text{dBu}$$

- Servicio Grado B para los canales 44 – 69:

$$70\text{dBu} - (-6,54) = 76,54\text{dBu}$$

Ubicamos en la gráfica F(50,50) los valores anteriores, al igual que los valores hallados de la altura del sistema radiante para cada uno de los radiales , el punto de cruce entre estos valores nos determina el límite de la distancia para cada una de las zonas mínimas de cubrimiento (Grado de ciudad, Grado A, Grado B), los valores obtenidos se encuentran registrados en la siguiente Tabla.

| Acimut en grados | Limite de zona Grado ciudad (Km) | Limite de zona Grado A (Km) | Limite de zona Grado B cnl 21-43 (Km) | Limite de zona Grado B cnl 44-69 (Km) |
|-------------------------|---|------------------------------------|--|--|
| 0 | 5.2 | 8 | 13 | 9.8 |
| 15 | 5 | 7 | 12 | 9 |
| 30 | 5.2 | 7.5 | 13.2 | 9.5 |
| 45 | 3.2 | 4.5 | 7.5 | 5.4 |
| 60 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 75 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 90 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 105 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 120 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 135 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 150 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 165 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 180 | 2.3 | 3.3 | 5.1 | 3.9 |
| 195 | 3.2 | 4.4 | 7 | 5.4 |
| 210 | 4.5 | 6.4 | 11 | 7.9 |
| 225 | 4.8 | 7.1 | 12.3 | 8.9 |
| 240 | 5.4 | 7.9 | 13.3 | 9.5 |
| 255 | 5.8 | 8.3 | 14.1 | 10.3 |
| 270 | 5.9 | 8.4 | 14.3 | 11.1 |
| 285 | 6 | 8.6 | 14.8 | 11.9 |
| 300 | 6.3 | 9 | 15.1 | 12.8 |
| 315 | 5.5 | 7.9 | 14.1 | 10.3 |
| 330 | 6 | 8.5 | 14.5 | 11 |
| 345 | 5.5 | 8.1 | 14.2 | 10.4 |

Tabla 3.7 Distancias limites para cada zona mínima de cubrimiento.

Debido a la topografía del terreno correspondiente al azimut entre los grados 60° y 180° de la zona centro y sur oriental del municipio de Popayán, la cual presenta una elevada altura promedio de terreno, solo es posible lograr una mínima cobertura de señal, como podemos ver en la Figura 3.11.

La disposición de las antenas transmisoras y la ganancia de las mismas es un factor muy importante y a la vez significativo, para el logro de una máxima cobertura y/o alcance de la señal radiada.

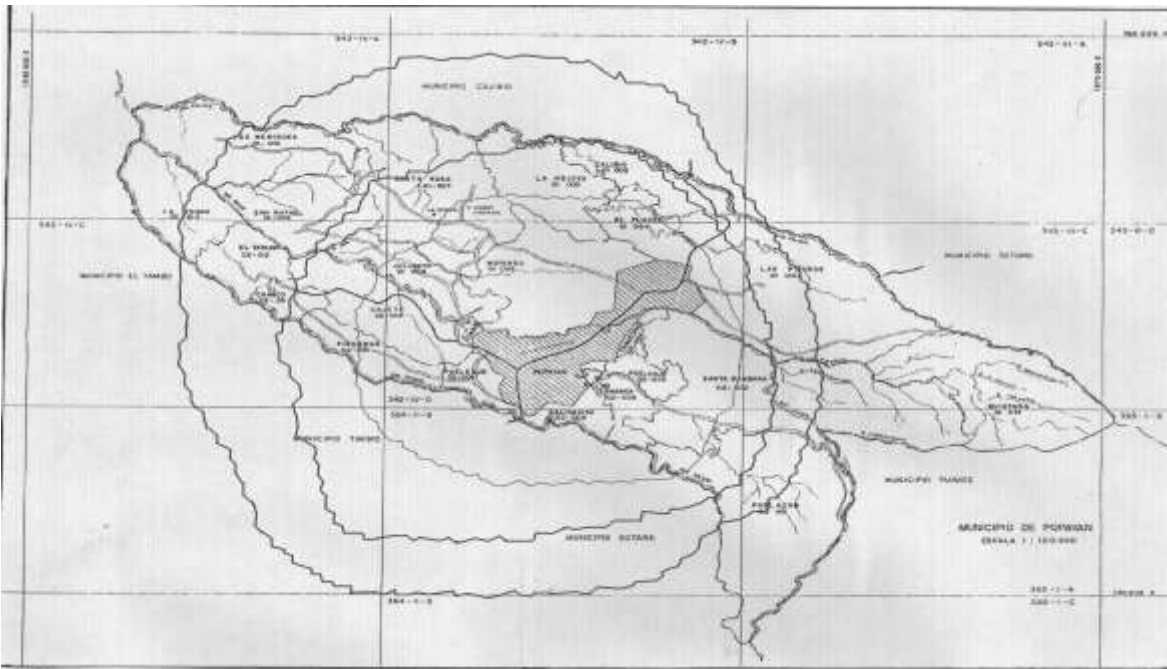


Figura 3.11 Cobertura de la señal según el grado de servicio.

A continuación se muestra la manera como debería ir la disposición de las antenas sobre la torre, para lograr la mejor cobertura posible sobre el municipio de Popayán.

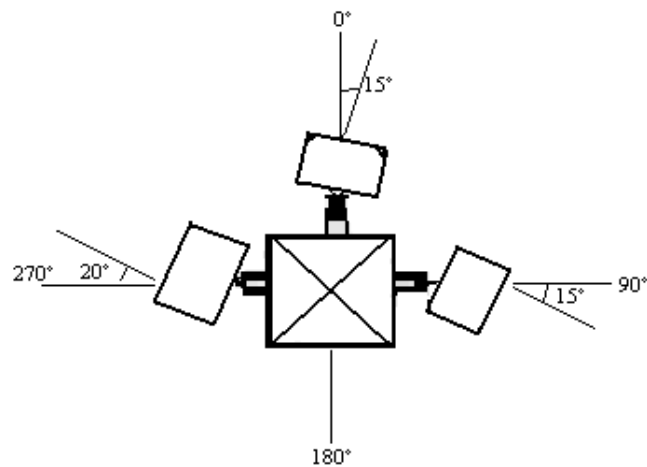


Figura 3.12 Cubrimiento de la señal sobre el municipio.

PERFIL No 1

Azimut: grado 0°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 90 | 1800 | 1,800.08 | 6.92 | 1,918.07 | 1,911.15 |
| 225 | 1750 | 1,750.20 | 10.89 | 1,916.67 | 1,905.78 |
| 3,835 | 1750 | 1,752.60 | 39.23 | 1,879.28 | 1,840.04 |
| 4,115 | 1750 | 1,752.72 | 40.14 | 1,876.38 | 1,836.23 |
| 4,275 | 1750 | 1,752.78 | 40.62 | 1,874.72 | 1,834.09 |
| 4,350 | 1750 | 1,752.81 | 40.84 | 1,873.94 | 1,833.10 |
| 4,435 | 1750 | 1,752.85 | 41.08 | 1,873.06 | 1,831.98 |
| 4,500 | 1750 | 1,752.87 | 41.25 | 1,872.39 | 1,831.13 |
| 8,475 | 1800 | 1,803.42 | 45.07 | 1,831.21 | 1,786.15 |
| 8,650 | 1750 | 1,753.41 | 44.95 | 1,829.40 | 1,784.45 |
| 9,720 | 1750 | 1,753.22 | 43.68 | 1,818.32 | 1,774.64 |
| 9,950 | 1750 | 1,753.16 | 43.28 | 1,815.93 | 1,772.66 |
| 10,100 | 1750 | 1,753.12 | 42.99 | 1,814.38 | 1,771.39 |
| 10,540 | 1750 | 1,752.98 | 42.04 | 1,809.82 | 1,767.79 |
| 10,785 | 1750 | 1,752.89 | 41.43 | 1,807.29 | 1,765.86 |
| 11,300 | 1700 | 1,702.69 | 39.94 | 1,801.95 | 1,762.01 |
| 11,680 | 1700 | 1,702.52 | 38.65 | 1,798.01 | 1,759.36 |
| 12,000 | 1700 | 1,702.36 | 37.43 | 1,794.70 | 1,757.27 |
| 12,035 | 1700 | 1,702.34 | 37.29 | 1,794.34 | 1,757.05 |
| 12,150 | 1650 | 1,652.29 | 36.81 | 1,793.15 | 1,756.33 |
| 12,375 | 1650 | 1,652.16 | 35.82 | 1,790.82 | 1,754.99 |
| 12,875 | 1700 | 1,701.87 | 33.33 | 1,785.64 | 1,752.31 |
| 14,215 | 1700 | 1,700.95 | 23.71 | 1,771.76 | 1,748.04 |
| 14,400 | 1750 | 1,750.80 | 21.84 | 1,769.84 | 1,748.00 |
| 15,350 | 1750 | 1,750.00 | 0.00 | 1,760.00 | 1,760.00 |

Tabla 3.8 Perfil No 1, Azimut 0°.

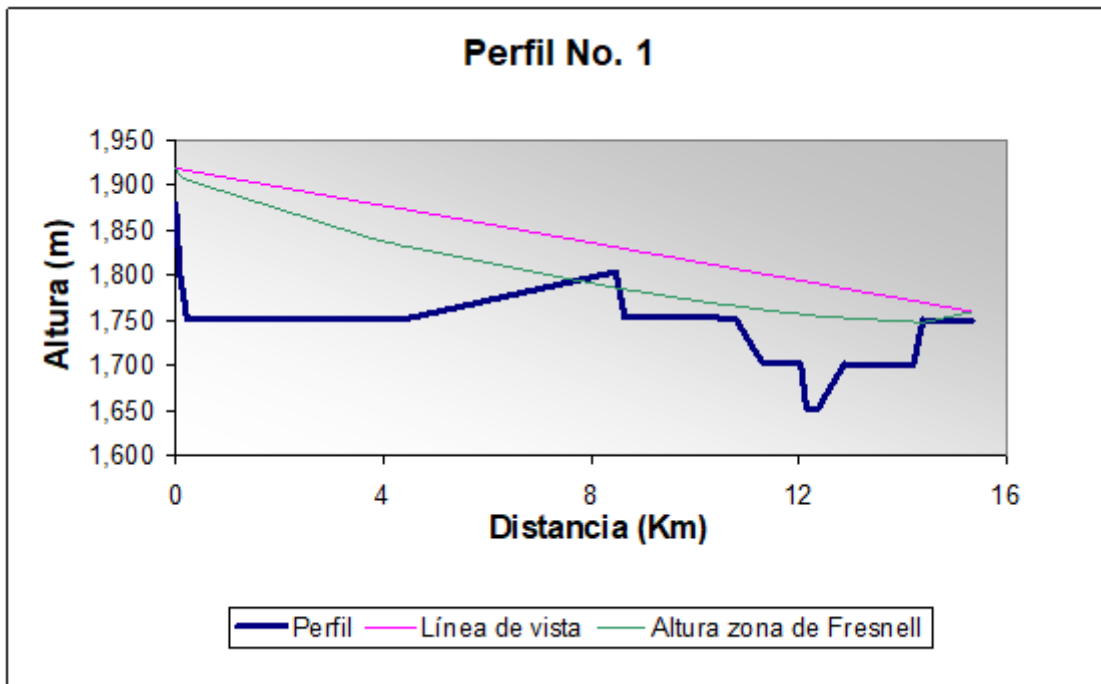


Figura 3.13 Perfil No 1, Azimut 0°.

PERFIL No 2

Azimut: grado 15°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 100 | 1800 | 1,800.09 | 7.29 | 1,918.32 | 1,911.03 |
| 240 | 1750 | 1,750.22 | 11.25 | 1,917.37 | 1,906.13 |
| 3,375 | 1750 | 1,752.52 | 37.77 | 1,896.12 | 1,858.35 |
| 3,450 | 1750 | 1,752.56 | 38.08 | 1,895.61 | 1,857.54 |
| 3,600 | 1750 | 1,752.64 | 38.67 | 1,894.60 | 1,855.93 |
| 4,825 | 1800 | 1,803.19 | 42.51 | 1,886.29 | 1,843.78 |
| 5,200 | 1800 | 1,803.33 | 43.39 | 1,883.75 | 1,840.36 |
| 5,430 | 1800 | 1,803.40 | 43.87 | 1,882.19 | 1,838.33 |
| 9,800 | 1750 | 1,753.62 | 45.25 | 1,852.57 | 1,807.32 |
| 9,840 | 1750 | 1,753.61 | 45.20 | 1,852.30 | 1,807.10 |
| 10,000 | 1750 | 1,753.57 | 44.98 | 1,851.21 | 1,806.23 |
| 10,115 | 1750 | 1,753.55 | 44.81 | 1,850.43 | 1,805.63 |
| 10,285 | 1750 | 1,753.50 | 44.53 | 1,849.28 | 1,804.75 |
| 10,425 | 1750 | 1,753.47 | 44.29 | 1,848.33 | 1,804.04 |
| 10,610 | 1750 | 1,753.41 | 43.95 | 1,847.08 | 1,803.13 |
| 10,710 | 1750 | 1,753.38 | 43.75 | 1,846.40 | 1,802.65 |
| 11,010 | 1750 | 1,753.28 | 43.10 | 1,844.37 | 1,801.27 |
| 11,375 | 1700 | 1,703.15 | 42.20 | 1,841.89 | 1,799.69 |
| 11,500 | 1700 | 1,703.10 | 41.86 | 1,841.05 | 1,799.18 |
| 11,725 | 1750 | 1,753.00 | 41.22 | 1,839.52 | 1,798.30 |
| 11,825 | 1750 | 1,752.96 | 40.92 | 1,838.84 | 1,797.93 |
| 12,250 | 1750 | 1,752.76 | 39.51 | 1,835.96 | 1,796.45 |
| 12,375 | 1750 | 1,752.69 | 39.06 | 1,835.11 | 1,796.06 |
| 13,580 | 1750 | 1,752.00 | 33.61 | 1,826.95 | 1,793.34 |
| 13,735 | 1750 | 1,751.89 | 32.74 | 1,825.90 | 1,793.16 |
| 13,875 | 1750 | 1,751.80 | 31.91 | 1,824.95 | 1,793.04 |
| 15,425 | 1800 | 1,800.59 | 18.34 | 1,814.44 | 1,796.10 |
| 15,800 | 1800 | 1,800.26 | 12.13 | 1,811.90 | 1,799.77 |
| 16,080 | 1800 | 1,800.00 | 0.00 | 1,810.00 | 1,810.00 |

Tabla 3.9 Perfil No 2, Azimut 15°.

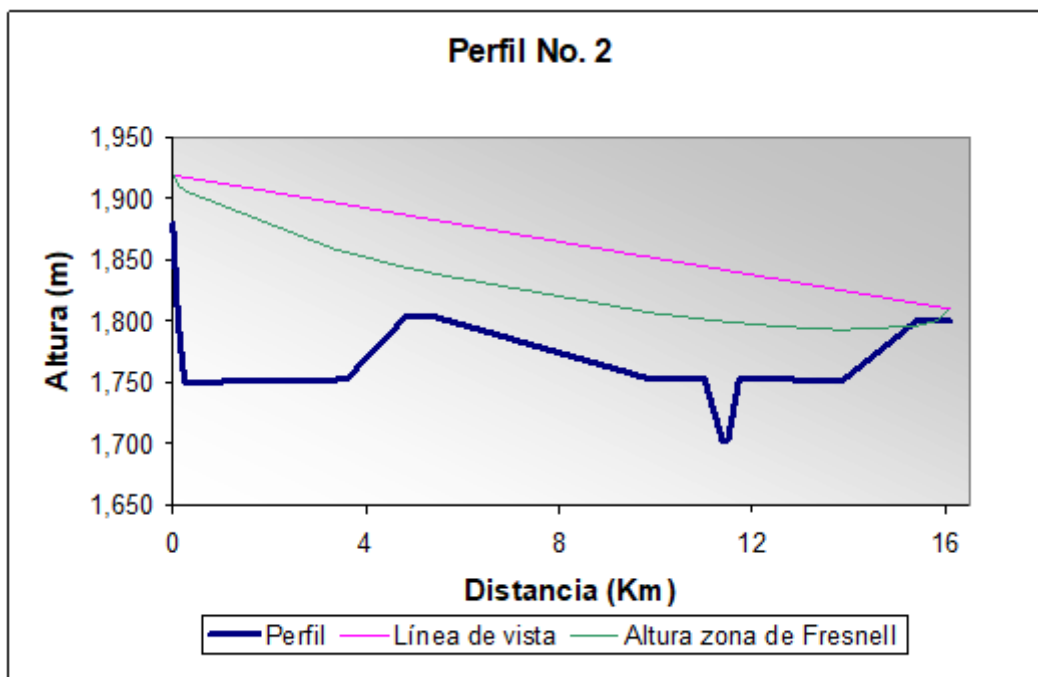


Figura 3.14 Perfil No 2, Azimut 15°.

PERFIL No 3

Azimut: grado 30°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| <i>Distancia desde Tx Mts</i> | <i>Altura sin corrección Mts</i> | <i>Altura corregida Mts</i> | <i>Radio 1a zona Fresnel Mts</i> | <i>Altura línea de vista Mts</i> | <i>Altura 1a zona Fresnel Mts</i> |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|---|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 150 | 1,800 | 1,800.11 | 8.90 | 1,917.67 | 1,908.76 |
| 285 | 1,750 | 1,750.20 | 12.20 | 1,916.47 | 1,904.26 |
| 585 | 1,750 | 1,750.40 | 17.27 | 1,913.81 | 1,896.54 |
| 725 | 1,750 | 1,750.49 | 19.11 | 1,912.56 | 1,893.46 |
| 2,175 | 1,750 | 1,751.29 | 30.94 | 1,899.69 | 1,868.74 |
| 2,220 | 1,750 | 1,751.31 | 31.19 | 1,899.29 | 1,868.09 |
| 2,280 | 1,750 | 1,751.34 | 31.52 | 1,898.75 | 1,867.24 |
| 2,915 | 1,750 | 1,751.60 | 34.49 | 1,893.12 | 1,858.63 |
| 3,250 | 1,750 | 1,751.72 | 35.76 | 1,890.14 | 1,854.38 |
| 4,150 | 1,800 | 1,801.98 | 38.34 | 1,882.15 | 1,843.81 |
| 4,950 | 1,800 | 1,802.13 | 39.76 | 1,875.04 | 1,835.29 |
| 5,740 | 1,800 | 1,802.20 | 40.44 | 1,868.03 | 1,827.59 |
| 5,950 | 1,800 | 1,802.21 | 40.50 | 1,866.16 | 1,825.66 |
| 7,375 | 1,800 | 1,802.12 | 39.69 | 1,853.51 | 1,813.82 |
| 7,415 | 1,800 | 1,802.12 | 39.63 | 1,853.16 | 1,813.52 |
| 7,950 | 1,800 | 1,802.02 | 38.71 | 1,848.41 | 1,809.69 |
| 8,700 | 1,800 | 1,801.83 | 36.82 | 1,841.75 | 1,804.92 |
| 8,815 | 1,800 | 1,801.79 | 36.46 | 1,840.72 | 1,804.26 |
| 8,910 | 1,800 | 1,801.76 | 36.15 | 1,839.88 | 1,803.73 |
| 9,375 | 1,800 | 1,801.60 | 34.43 | 1,835.75 | 1,801.33 |
| 9,550 | 1,800 | 1,801.53 | 33.68 | 1,834.20 | 1,800.52 |
| 9,925 | 1,800 | 1,801.37 | 31.89 | 1,830.87 | 1,798.98 |
| 10,150 | 1,800 | 1,801.27 | 30.66 | 1,828.87 | 1,798.21 |
| 10,490 | 1,800 | 1,801.10 | 28.57 | 1,825.85 | 1,797.28 |
| 10,650 | 1,800 | 1,801.02 | 27.47 | 1,824.43 | 1,796.96 |
| 10,775 | 1,800 | 1,800.95 | 26.54 | 1,823.32 | 1,796.78 |
| 11,100 | 1,750 | 1,750.77 | 23.84 | 1,820.43 | 1,796.59 |
| 11,415 | 1,800 | 1,800.58 | 20.69 | 1,817.64 | 1,796.95 |
| 11,600 | 1,800 | 1,800.46 | 18.47 | 1,815.99 | 1,797.52 |
| 11,950 | 1,800 | 1,800.23 | 13.01 | 1,812.89 | 1,799.87 |
| 12,130 | 1,800 | 1,800.10 | 8.76 | 1,811.29 | 1,802.53 |
| 12,275 | 1,800 | 1,800.00 | 0.00 | 1,810.00 | 1,810.00 |

Tabla 3.10 Perfil No 3, Azimut 30°.

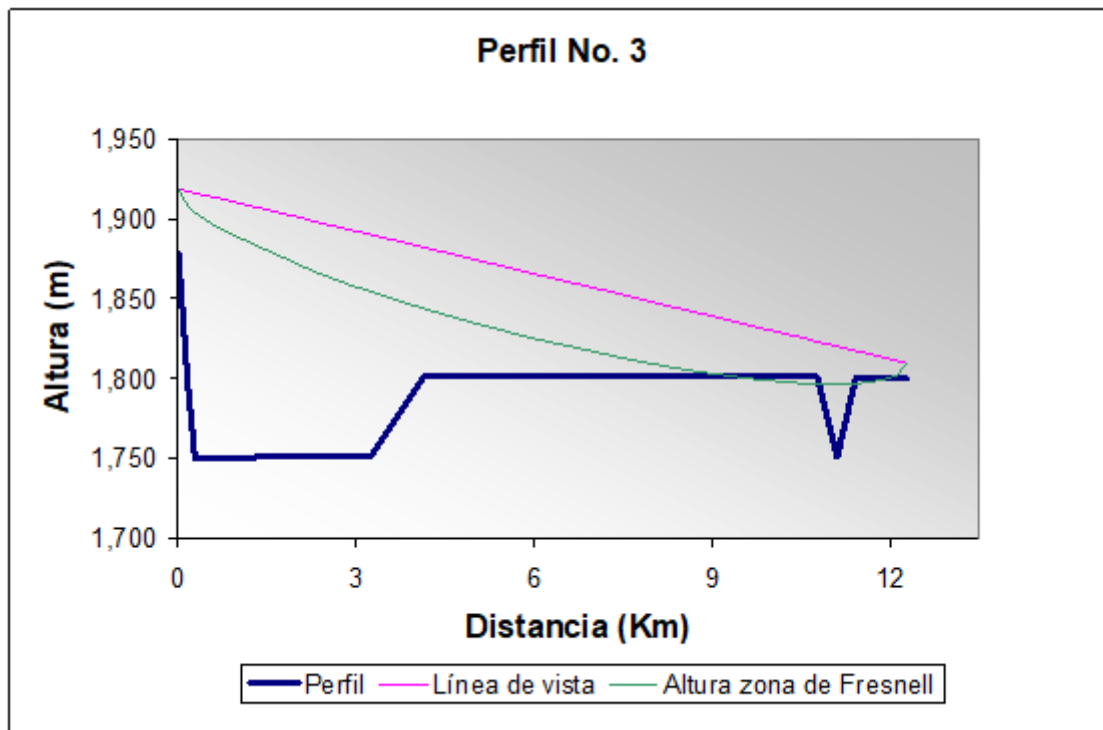


Figura 3.15 Perfil No 3, Azimut 30°.

PERFIL No 4

Azimut: grado 45°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 125 | 1,800 | 1,800.09 | 8.14 | 1,919.43 | 1,911.29 |
| 210 | 1,750 | 1,750.15 | 10.51 | 1,919.72 | 1,909.21 |
| 650 | 1,750 | 1,750.43 | 18.14 | 1,921.22 | 1,903.08 |
| 915 | 1,750 | 1,750.60 | 21.27 | 1,922.12 | 1,900.85 |
| 1,075 | 1,750 | 1,750.69 | 22.89 | 1,922.67 | 1,899.78 |
| 1,375 | 1,750 | 1,750.86 | 25.53 | 1,923.69 | 1,898.16 |
| 2,665 | 1,800 | 1,801.47 | 33.32 | 1,928.09 | 1,894.77 |
| 2,850 | 1,800 | 1,801.54 | 34.11 | 1,928.72 | 1,894.61 |
| 3,025 | 1,800 | 1,801.60 | 34.81 | 1,929.31 | 1,894.51 |
| 3,300 | 1,850 | 1,851.69 | 35.79 | 1,930.25 | 1,894.46 |
| 3,350 | 1,900 | 1,901.71 | 35.96 | 1,930.42 | 1,894.46 |
| 3,475 | 1,900 | 1,901.75 | 36.36 | 1,930.85 | 1,894.49 |
| 3,700 | 1,900 | 1,901.81 | 37.02 | 1,931.62 | 1,894.59 |
| 3,900 | 1,900 | 1,901.86 | 37.55 | 1,932.30 | 1,894.75 |
| 4,100 | 1,900 | 1,901.91 | 38.02 | 1,932.98 | 1,894.96 |
| 4,535 | 1,900 | 1,902.00 | 38.88 | 1,934.46 | 1,895.59 |
| 4,690 | 1,850 | 1,852.02 | 39.12 | 1,934.99 | 1,895.87 |
| 4,750 | 1,800 | 1,802.03 | 39.21 | 1,935.20 | 1,895.98 |
| 4,880 | 1,800 | 1,802.05 | 39.39 | 1,935.64 | 1,896.25 |
| 5,135 | 1,850 | 1,852.08 | 39.68 | 1,936.51 | 1,896.83 |
| 5,175 | 1,900 | 1,902.08 | 39.72 | 1,936.64 | 1,896.93 |
| 5,300 | 1,850 | 1,852.09 | 39.82 | 1,937.07 | 1,897.25 |
| 5,950 | 1,850 | 1,852.12 | 40.10 | 1,939.29 | 1,899.18 |
| 6,300 | 1,850 | 1,852.12 | 40.06 | 1,940.48 | 1,900.42 |
| 7,275 | 1,850 | 1,852.03 | 39.21 | 1,943.80 | 1,904.59 |
| 7,800 | 1,800 | 1,801.94 | 38.29 | 1,945.59 | 1,907.30 |
| 8,250 | 1,800 | 1,801.83 | 37.23 | 1,947.13 | 1,909.90 |
| 8,410 | 1,800 | 1,801.79 | 36.78 | 1,947.67 | 1,910.89 |
| 8,680 | 1,850 | 1,851.71 | 35.94 | 1,948.60 | 1,912.65 |
| 10,100 | 1,900 | 1,901.14 | 29.41 | 1,953.44 | 1,924.02 |
| 10,425 | 1,900 | 1,900.98 | 27.24 | 1,954.54 | 1,927.30 |
| 10,500 | 1,900 | 1,900.94 | 26.69 | 1,954.80 | 1,928.11 |
| 11,600 | 1,850 | 1,850.29 | 14.81 | 1,958.55 | 1,943.74 |
| 12,025 | 1,950 | 1,950.00 | 0.00 | 1,960.00 | 1,960.00 |

Tabla 3.11 Perfil No 4, Azimut 45°.

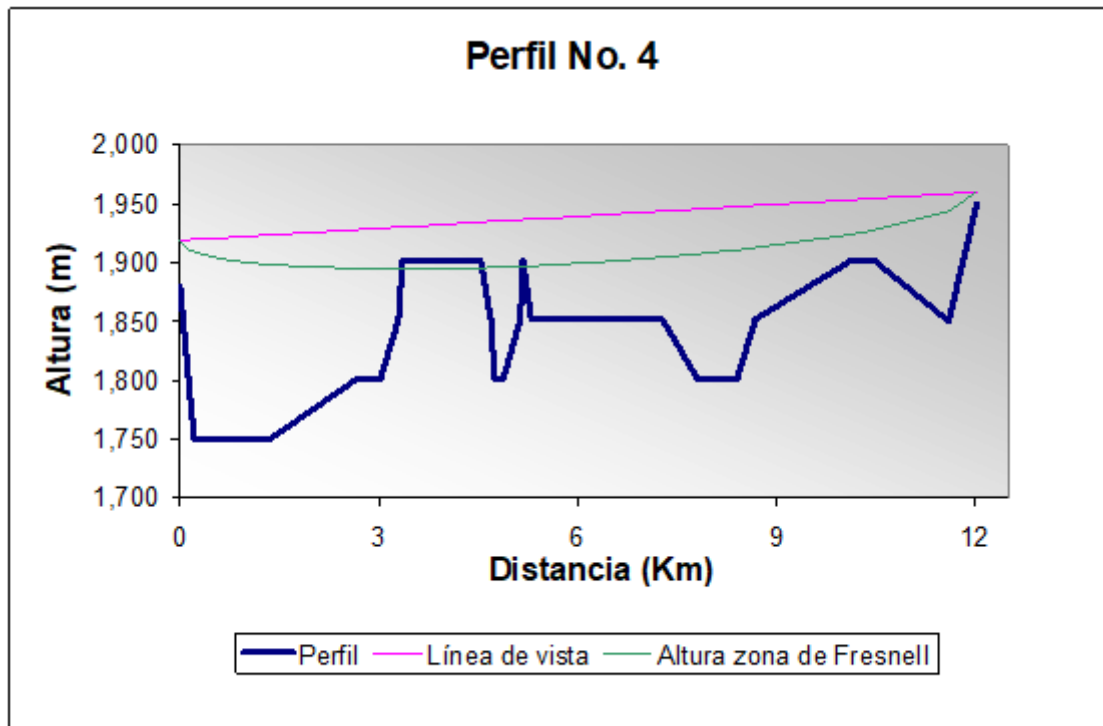


Figura 3.16 Perfil No 4, Azimut 45°.

PERFIL No 5

Azimut: grado 60°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 100 | 1,800 | 1,800.09 | 7.29 | 1,920.53 | 1,913.24 |
| 175 | 1,750 | 1,750.16 | 9.62 | 1,921.67 | 1,912.05 |
| 300 | 1,750 | 1,750.27 | 12.55 | 1,923.58 | 1,911.03 |
| 600 | 1,750 | 1,750.54 | 17.57 | 1,928.17 | 1,910.59 |
| 1,325 | 1,750 | 1,751.13 | 25.48 | 1,939.24 | 1,913.76 |
| 2,075 | 1,800 | 1,801.67 | 31.05 | 1,950.70 | 1,919.65 |
| 2,250 | 1,800 | 1,801.79 | 32.13 | 1,953.37 | 1,921.25 |
| 2,385 | 1,800 | 1,801.88 | 32.91 | 1,955.44 | 1,922.52 |
| 2,525 | 1,850 | 1,851.97 | 33.69 | 1,957.58 | 1,923.89 |
| 2,675 | 1,850 | 1,852.06 | 34.48 | 1,959.87 | 1,925.39 |
| 2,775 | 1,900 | 1,902.12 | 34.98 | 1,961.39 | 1,926.41 |
| 3,425 | 1,900 | 1,902.49 | 37.88 | 1,971.32 | 1,933.45 |
| 3,625 | 1,900 | 1,902.59 | 38.65 | 1,974.38 | 1,935.73 |
| 3,760 | 1,900 | 1,902.66 | 39.14 | 1,976.44 | 1,937.30 |
| 4,310 | 1,950 | 1,952.90 | 40.94 | 1,984.85 | 1,943.91 |
| 4,600 | 1,900 | 1,903.02 | 41.76 | 1,989.28 | 1,947.52 |
| 4,990 | 1,900 | 1,903.16 | 42.72 | 1,995.23 | 1,952.51 |
| 5,050 | 1,900 | 1,903.18 | 42.86 | 1,996.15 | 1,953.29 |
| 5,375 | 1,900 | 1,903.29 | 43.54 | 2,001.12 | 1,957.57 |
| 5,450 | 1,900 | 1,903.31 | 43.69 | 2,002.26 | 1,958.57 |
| 5,675 | 1,900 | 1,903.37 | 44.09 | 2,005.70 | 1,961.61 |
| 5,775 | 1,900 | 1,903.39 | 44.26 | 2,007.23 | 1,962.97 |
| 7,260 | 1,850 | 1,853.63 | 45.79 | 2,029.91 | 1,984.12 |
| 7,375 | 1,900 | 1,903.64 | 45.84 | 2,031.67 | 1,985.83 |
| 8,215 | 1,850 | 1,853.65 | 45.90 | 2,044.50 | 1,998.61 |
| 8,425 | 1,850 | 1,853.64 | 45.83 | 2,047.71 | 2,001.88 |
| 8,600 | 1,850 | 1,853.63 | 45.75 | 2,050.39 | 2,004.64 |
| 8,750 | 2,000 | 2,003.61 | 45.66 | 2,052.68 | 2,007.02 |
| 9,100 | 2,000 | 2,003.57 | 45.39 | 2,058.02 | 2,012.63 |
| 9,240 | 2,000 | 2,003.55 | 45.26 | 2,060.16 | 2,014.91 |
| 9,585 | 2,000 | 2,003.49 | 44.86 | 2,065.43 | 2,020.57 |
| 9,875 | 2,000 | 2,003.42 | 44.45 | 2,069.86 | 2,025.41 |
| 10,050 | 2,050 | 2,053.38 | 44.18 | 2,072.54 | 2,028.36 |
| 10,225 | 2,050 | 2,053.34 | 43.87 | 2,075.21 | 2,031.34 |

Tabla 3.12 Perfil No 5, Azimut 60°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 10,525 | 2,000 | 2,003.25 | 43.29 | 2,079.79 | 2,036.50 |
| 10,825 | 2,000 | 2,003.15 | 42.63 | 2,084.38 | 2,041.75 |
| 11,400 | 2,050 | 2,052.93 | 41.13 | 2,093.16 | 2,052.03 |
| 11,775 | 2,050 | 2,052.77 | 39.97 | 2,098.89 | 2,058.92 |
| 11,900 | 2,000 | 2,002.71 | 39.55 | 2,100.80 | 2,061.25 |
| 11,905 | 2,050 | 2,052.71 | 39.53 | 2,100.88 | 2,061.35 |
| 12,160 | 2,000 | 2,002.58 | 38.61 | 2,104.77 | 2,066.16 |
| 12,350 | 2,000 | 2,002.49 | 37.88 | 2,107.68 | 2,069.80 |
| 12,485 | 2,050 | 2,052.41 | 37.33 | 2,109.74 | 2,072.41 |
| 12,725 | 2,100 | 2,102.28 | 36.28 | 2,113.40 | 2,077.12 |
| 12,925 | 2,100 | 2,102.17 | 35.35 | 2,116.46 | 2,081.11 |
| 13,140 | 2,100 | 2,102.04 | 34.27 | 2,119.74 | 2,085.47 |
| 13,325 | 2,150 | 2,151.92 | 33.28 | 2,122.57 | 2,089.29 |
| 13,450 | 2,150 | 2,151.84 | 32.57 | 2,124.48 | 2,091.91 |
| 13,725 | 2,150 | 2,151.65 | 30.89 | 2,128.68 | 2,097.79 |
| 13,860 | 2,200 | 2,201.56 | 30.00 | 2,130.74 | 2,100.74 |
| 13,900 | 2,200 | 2,201.53 | 29.73 | 2,131.35 | 2,101.62 |
| 14,215 | 2,150 | 2,151.30 | 27.43 | 2,136.17 | 2,108.74 |
| 14,475 | 2,150 | 2,151.11 | 25.26 | 2,140.14 | 2,114.88 |
| 14,550 | 2,150 | 2,151.05 | 24.59 | 2,141.29 | 2,116.70 |
| 14,800 | 2,150 | 2,150.85 | 22.12 | 2,145.10 | 2,122.98 |
| 14,900 | 2,150 | 2,150.77 | 21.03 | 2,146.63 | 2,125.60 |
| 15,435 | 2,150 | 2,150.31 | 13.34 | 2,154.81 | 2,141.46 |
| 15,775 | 2,150 | 2,150.00 | 0.00 | 2,160.00 | 2,160.00 |

Tabla 3.12 Perfil No 5, Azimut 60° (continuación).

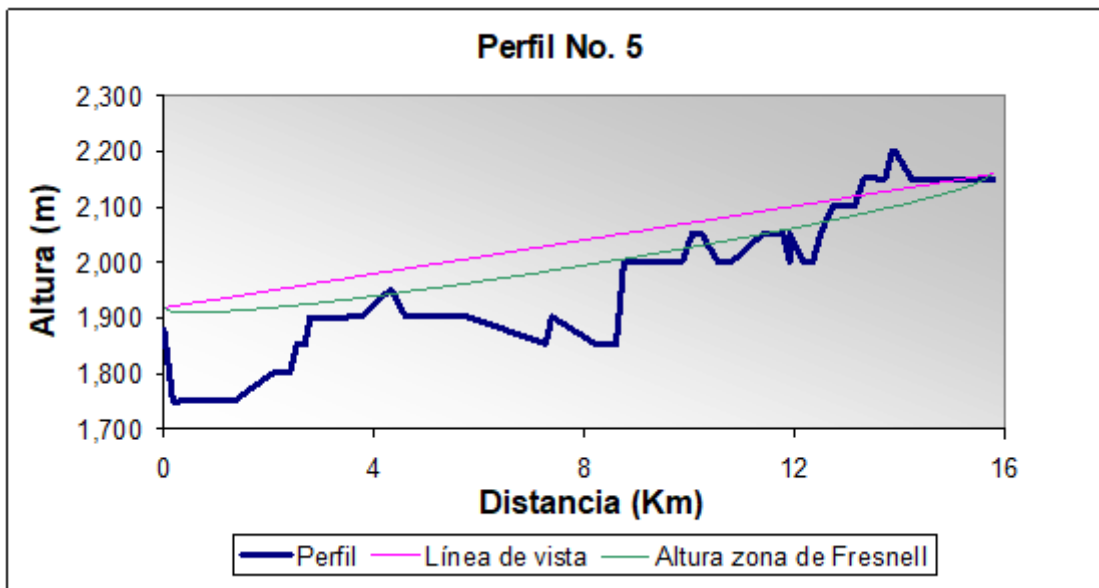


Figura 3.17 Perfil No 5, Azimut 60°.

PERFIL No 6

Azimut: grado 75°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 100 | 1,800 | 1,800.09 | 7.29 | 1,920.81 | 1,913.52 |
| 135 | 1,750 | 1,750.13 | 8.46 | 1,921.44 | 1,912.98 |
| 680 | 1,750 | 1,750.62 | 18.67 | 1,931.31 | 1,912.64 |
| 1,035 | 1,750 | 1,750.91 | 22.76 | 1,937.74 | 1,914.97 |
| 1,970 | 1,800 | 1,801.63 | 30.41 | 1,954.66 | 1,924.25 |
| 2,015 | 1,800 | 1,801.67 | 30.71 | 1,955.48 | 1,924.77 |
| 2,060 | 1,800 | 1,801.70 | 31.00 | 1,956.29 | 1,925.29 |
| 2,260 | 1,850 | 1,851.84 | 32.24 | 1,959.91 | 1,927.67 |
| 2,400 | 1,900 | 1,901.93 | 33.05 | 1,962.45 | 1,929.39 |
| 2,585 | 1,900 | 1,902.05 | 34.07 | 1,965.80 | 1,931.73 |
| 2,675 | 1,950 | 1,952.11 | 34.54 | 1,967.42 | 1,932.88 |
| 2,725 | 1,950 | 1,952.14 | 34.80 | 1,968.33 | 1,933.53 |
| 2,985 | 1,950 | 1,952.30 | 36.06 | 1,973.04 | 1,936.97 |
| 3,050 | 1,950 | 1,952.34 | 36.36 | 1,974.21 | 1,937.85 |
| 3,250 | 1,950 | 1,952.45 | 37.25 | 1,977.83 | 1,940.59 |
| 3,430 | 1,950 | 1,952.55 | 38.00 | 1,981.09 | 1,943.10 |
| 3,600 | 1,900 | 1,902.64 | 38.66 | 1,984.17 | 1,945.51 |
| 3,850 | 1,900 | 1,902.77 | 39.58 | 1,988.70 | 1,949.11 |
| 4,200 | 1,900 | 1,902.93 | 40.74 | 1,995.03 | 1,954.29 |
| 4,760 | 1,950 | 1,953.17 | 42.34 | 2,005.17 | 1,962.83 |
| 4,850 | 1,950 | 1,953.20 | 42.57 | 2,006.80 | 1,964.23 |
| 5,300 | 1,950 | 1,953.36 | 43.60 | 2,014.94 | 1,971.35 |
| 5,650 | 1,950 | 1,953.46 | 44.28 | 2,021.28 | 1,977.00 |
| 6,190 | 1,950 | 1,953.60 | 45.13 | 2,031.06 | 1,985.93 |
| 6,350 | 1,900 | 1,903.63 | 45.34 | 2,033.95 | 1,988.61 |
| 6,450 | 1,850 | 1,853.65 | 45.46 | 2,035.76 | 1,990.30 |
| 6,550 | 1,800 | 1,803.67 | 45.57 | 2,037.57 | 1,992.00 |
| 6,675 | 1,850 | 1,853.69 | 45.70 | 2,039.84 | 1,994.14 |
| 6,725 | 1,900 | 1,903.70 | 45.75 | 2,040.74 | 1,994.99 |
| 6,775 | 1,950 | 1,953.70 | 45.80 | 2,041.65 | 1,995.85 |
| 7,200 | 1,950 | 1,953.76 | 46.12 | 2,049.34 | 2,003.22 |
| 7,340 | 1,950 | 1,953.77 | 46.20 | 2,051.87 | 2,005.68 |
| 7,600 | 1,950 | 1,953.79 | 46.30 | 2,056.58 | 2,010.28 |
| 8,020 | 1,950 | 1,953.80 | 46.37 | 2,064.18 | 2,017.81 |

Tabla 3.13 Perfil No 6, Azimut 75°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin correccion Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura linea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|---|
| 8,350 | 1,950 | 1,953.79 | 46.34 | 2,070.16 | 2,023.82 |
| 8,625 | 2,000 | 2,003.78 | 46.25 | 2,075.14 | 2,028.89 |
| 8,800 | 2,050 | 2,053.76 | 46.16 | 2,078.30 | 2,032.14 |
| 8,925 | 2,100 | 2,103.75 | 46.09 | 2,080.57 | 2,034.48 |
| 9,100 | 2,100 | 2,103.73 | 45.96 | 2,083.73 | 2,037.77 |
| 9,340 | 2,050 | 2,053.70 | 45.76 | 2,088.08 | 2,042.32 |
| 9,560 | 2,050 | 2,053.66 | 45.53 | 2,092.06 | 2,046.53 |
| 9,890 | 2,100 | 2,103.60 | 45.12 | 2,098.04 | 2,052.91 |
| 10,075 | 2,150 | 2,153.55 | 44.86 | 2,101.38 | 2,056.53 |
| 10,160 | 2,150 | 2,153.53 | 44.73 | 2,102.92 | 2,058.20 |
| 10,225 | 2,150 | 2,153.52 | 44.62 | 2,104.10 | 2,059.48 |
| 10,750 | 2,200 | 2,203.36 | 43.65 | 2,113.60 | 2,069.95 |
| 11,050 | 2,200 | 2,203.26 | 42.99 | 2,119.03 | 2,076.04 |
| 11,325 | 2,250 | 2,253.16 | 42.31 | 2,124.01 | 2,081.70 |
| 11,375 | 2,250 | 2,253.14 | 42.18 | 2,124.92 | 2,082.73 |
| 11,600 | 2,200 | 2,203.05 | 41.57 | 2,128.99 | 2,087.42 |
| 11,725 | 2,200 | 2,203.00 | 41.20 | 2,131.25 | 2,090.05 |
| 11,800 | 2,200 | 2,202.97 | 40.98 | 2,132.61 | 2,091.63 |
| 12,075 | 2,250 | 2,252.84 | 40.10 | 2,137.59 | 2,097.49 |
| 12,850 | 2,300 | 2,302.44 | 37.14 | 2,151.62 | 2,114.48 |
| 13,050 | 2,300 | 2,302.32 | 36.25 | 2,155.24 | 2,118.99 |
| 13,275 | 2,250 | 2,252.18 | 35.17 | 2,159.31 | 2,124.14 |
| 13,450 | 2,200 | 2,202.08 | 34.28 | 2,162.48 | 2,128.20 |
| 13,560 | 2,200 | 2,202.00 | 33.69 | 2,164.47 | 2,130.78 |
| 13,725 | 2,250 | 2,251.90 | 32.77 | 2,167.46 | 2,134.69 |
| 14,660 | 2,250 | 2,251.22 | 26.28 | 2,184.38 | 2,158.11 |
| 14,800 | 2,250 | 2,251.11 | 25.06 | 2,186.92 | 2,161.86 |
| 14,900 | 2,200 | 2,201.03 | 24.14 | 2,188.73 | 2,164.59 |
| 14,975 | 2,200 | 2,200.97 | 23.42 | 2,190.09 | 2,166.67 |
| 15,450 | 2,300 | 2,300.57 | 17.93 | 2,198.69 | 2,180.76 |
| 15,615 | 2,250 | 2,250.42 | 15.46 | 2,201.67 | 2,186.21 |
| 15,750 | 2,200 | 2,200.30 | 13.05 | 2,204.12 | 2,191.06 |
| 16,075 | 2,200 | 2,200.00 | 0.00 | 2,210.00 | 2,210.00 |

Tabla 3.13 Perfil No 6, Azimut 75° (continuación).

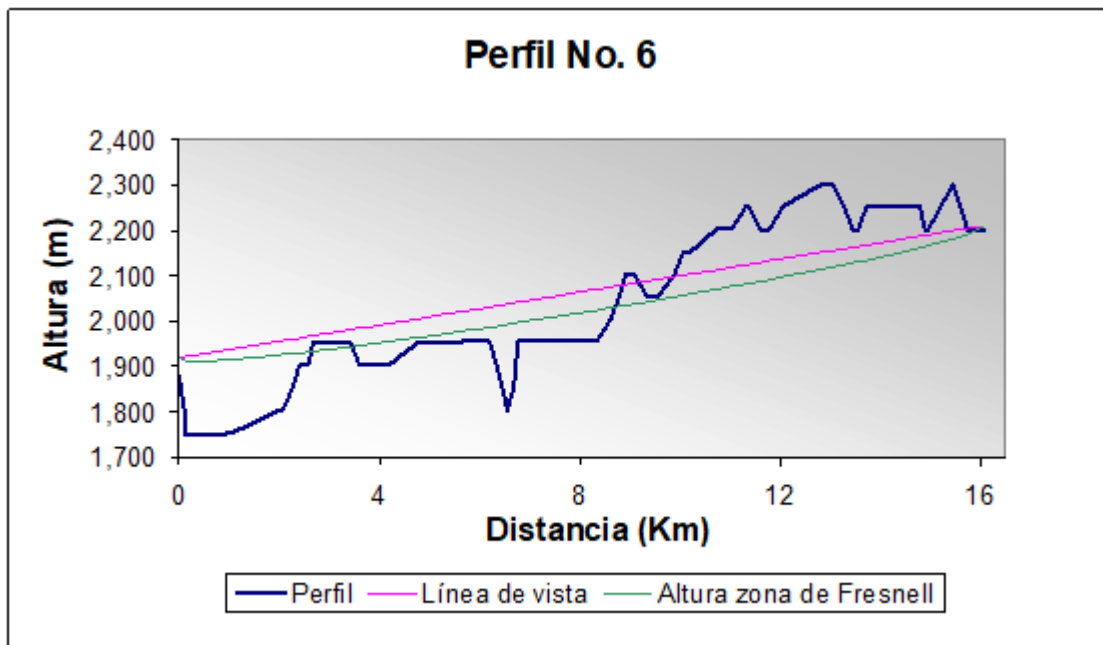


Figura 3.18 Perfil No 6, Azimut 75°.

PERFIL No 7

Azimut: grado 90°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 100 | 1,800 | 1,800.09 | 7.29 | 1,922.04 | 1,914.75 |
| 335 | 1,800 | 1,800.31 | 13.25 | 1,929.20 | 1,915.95 |
| 425 | 1,800 | 1,800.39 | 14.88 | 1,931.94 | 1,917.06 |
| 525 | 1,750 | 1,750.48 | 16.49 | 1,934.99 | 1,918.50 |
| 600 | 1,750 | 1,750.55 | 17.58 | 1,937.27 | 1,919.69 |
| 1,325 | 1,800 | 1,801.15 | 25.51 | 1,959.35 | 1,933.84 |
| 1,425 | 1,800 | 1,801.23 | 26.36 | 1,962.39 | 1,936.03 |
| 1,675 | 1,800 | 1,801.42 | 28.34 | 1,970.00 | 1,941.66 |
| 1,900 | 1,800 | 1,801.59 | 29.95 | 1,976.85 | 1,946.91 |
| 2,285 | 1,800 | 1,801.86 | 32.39 | 1,988.58 | 1,956.18 |
| 2,515 | 1,850 | 1,852.01 | 33.70 | 1,995.58 | 1,961.88 |
| 2,725 | 1,900 | 1,902.15 | 34.81 | 2,001.98 | 1,967.17 |
| 2,860 | 1,950 | 1,952.23 | 35.48 | 2,006.09 | 1,970.61 |
| 3,310 | 1,950 | 1,952.49 | 37.52 | 2,019.79 | 1,982.27 |
| 3,410 | 1,950 | 1,952.55 | 37.93 | 2,022.83 | 1,984.90 |
| 4,015 | 1,950 | 1,952.86 | 40.17 | 2,041.26 | 2,001.09 |
| 4,100 | 1,950 | 1,952.90 | 40.45 | 2,043.84 | 2,003.40 |
| 4,300 | 2,000 | 2,002.99 | 41.08 | 2,049.93 | 2,008.86 |
| 4,650 | 2,050 | 2,053.14 | 42.08 | 2,060.59 | 2,018.51 |
| 4,925 | 2,050 | 2,053.24 | 42.78 | 2,068.96 | 2,026.18 |
| 5,025 | 2,050 | 2,053.28 | 43.02 | 2,072.01 | 2,028.99 |
| 5,225 | 2,000 | 2,003.35 | 43.47 | 2,078.10 | 2,034.63 |
| 5,830 | 1,950 | 1,953.53 | 44.63 | 2,096.52 | 2,051.89 |
| 5,925 | 1,950 | 1,953.55 | 44.78 | 2,099.41 | 2,054.63 |
| 6,750 | 1,950 | 1,953.72 | 45.82 | 2,124.53 | 2,078.71 |
| 6,850 | 1,950 | 1,953.73 | 45.92 | 2,127.58 | 2,081.66 |
| 7,150 | 2,000 | 2,003.77 | 46.14 | 2,136.71 | 2,090.57 |
| 7,675 | 2,000 | 2,003.81 | 46.39 | 2,152.70 | 2,106.31 |
| 7,725 | 2,000 | 2,003.81 | 46.40 | 2,154.22 | 2,107.82 |
| 7,860 | 1,950 | 1,953.82 | 46.43 | 2,158.33 | 2,111.91 |
| 7,910 | 1,900 | 1,903.82 | 46.43 | 2,159.86 | 2,113.42 |
| 8,060 | 1,900 | 1,903.82 | 46.44 | 2,164.42 | 2,117.98 |
| 8,150 | 1,950 | 1,953.82 | 46.44 | 2,167.16 | 2,120.72 |
| 8,485 | 2,000 | 2,003.81 | 46.38 | 2,177.36 | 2,130.99 |

Tabla 3.14 Perfil No 7, Azimut 90°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|---|
| 8,850 | 2,050 | 2,053.78 | 46.22 | 2,188.48 | 2,142.26 |
| 9,210 | 2,050 | 2,053.74 | 45.97 | 2,199.44 | 2,153.47 |
| 9,650 | 2,050 | 2,053.67 | 45.53 | 2,212.84 | 2,167.30 |
| 9,890 | 2,100 | 2,103.62 | 45.23 | 2,220.15 | 2,174.91 |
| 10,100 | 2,100 | 2,103.58 | 44.94 | 2,226.54 | 2,181.61 |
| 10,175 | 2,100 | 2,103.56 | 44.82 | 2,228.82 | 2,184.00 |
| 11,020 | 2,100 | 2,103.31 | 43.21 | 2,254.55 | 2,211.35 |
| 11,050 | 2,100 | 2,103.30 | 43.14 | 2,255.47 | 2,212.33 |
| 11,800 | 2,100 | 2,103.00 | 41.15 | 2,278.31 | 2,237.15 |
| 12,125 | 2,150 | 2,152.85 | 40.12 | 2,288.20 | 2,248.08 |
| 12,525 | 2,150 | 2,152.65 | 38.68 | 2,300.38 | 2,261.70 |
| 12,575 | 2,150 | 2,152.62 | 38.49 | 2,301.90 | 2,263.42 |
| 12,660 | 2,200 | 2,202.58 | 38.15 | 2,304.49 | 2,266.34 |
| 13,140 | 2,250 | 2,252.31 | 36.08 | 2,319.11 | 2,283.03 |
| 13,440 | 2,300 | 2,302.12 | 34.60 | 2,328.24 | 2,293.64 |
| 13,600 | 2,350 | 2,352.02 | 33.76 | 2,333.11 | 2,299.36 |
| 14,225 | 2,400 | 2,401.59 | 29.95 | 2,352.15 | 2,322.20 |
| 14,725 | 2,400 | 2,401.21 | 26.15 | 2,367.37 | 2,341.22 |
| 14,825 | 2,450 | 2,451.13 | 25.29 | 2,370.42 | 2,345.13 |
| 15,110 | 2,450 | 2,450.90 | 22.56 | 2,379.09 | 2,356.53 |
| 15,300 | 2,450 | 2,450.74 | 20.47 | 2,384.88 | 2,364.41 |
| 15,650 | 2,450 | 2,450.44 | 15.71 | 2,395.54 | 2,379.83 |
| 15,700 | 2,450 | 2,450.39 | 14.88 | 2,397.06 | 2,382.18 |
| 15,835 | 2,450 | 2,450.27 | 12.34 | 2,401.17 | 2,388.83 |
| 16,125 | 2,400 | 2,400.00 | 0.00 | 2,410.00 | 2,410.00 |

Tabla 3.14 Perfil No 7, Azimut 90°.

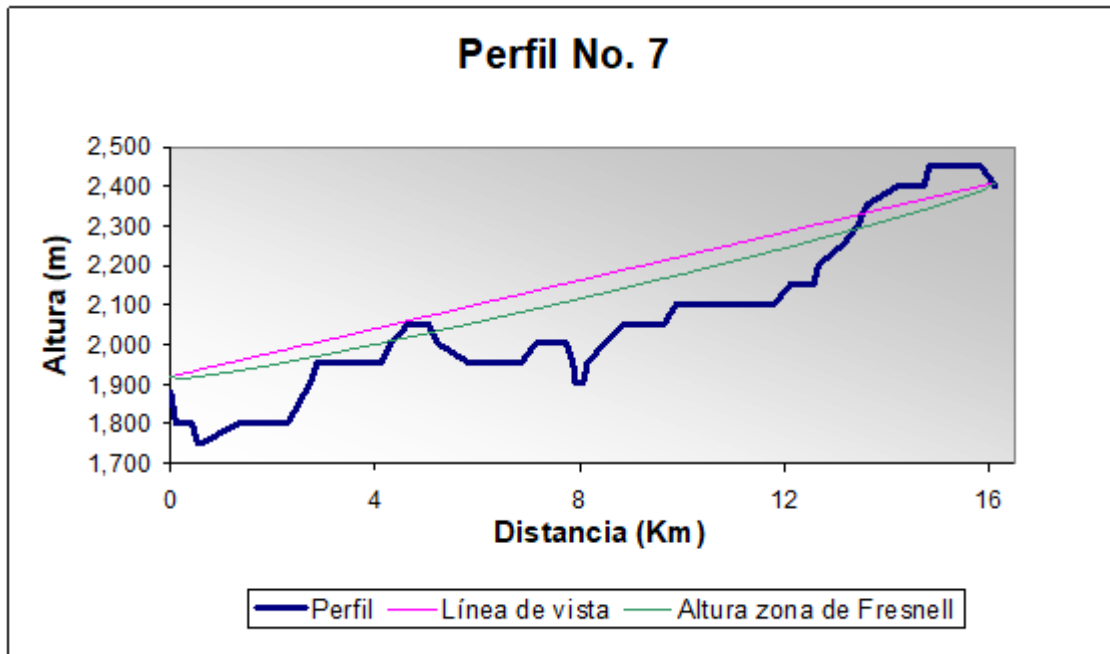


Figura 3.19 Perfil No 7, Azimut 90°.

PERFIL No 8

Azimut: grado 105°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 125 | 1,800 | 1,800.12 | 8.15 | 1,927.03 | 1,918.89 |
| 315 | 1,800 | 1,800.29 | 12.86 | 1,939.24 | 1,926.39 |
| 610 | 1,800 | 1,800.56 | 17.72 | 1,958.20 | 1,940.48 |
| 800 | 1,800 | 1,800.72 | 20.17 | 1,970.41 | 1,950.24 |
| 1,350 | 1,850 | 1,851.18 | 25.73 | 2,005.75 | 1,980.02 |
| 1,450 | 1,850 | 1,851.26 | 26.58 | 2,012.18 | 1,985.60 |
| 1,600 | 1,850 | 1,851.37 | 27.78 | 2,021.81 | 1,994.04 |
| 2,300 | 1,850 | 1,851.88 | 32.50 | 2,066.80 | 2,034.30 |
| 2,400 | 1,850 | 1,851.95 | 33.07 | 2,073.22 | 2,040.15 |
| 2,510 | 1,850 | 1,852.02 | 33.69 | 2,080.29 | 2,046.60 |
| 2,600 | 1,850 | 1,852.08 | 34.17 | 2,086.07 | 2,051.90 |
| 2,725 | 1,850 | 1,852.16 | 34.83 | 2,094.11 | 2,059.28 |
| 2,975 | 1,850 | 1,852.31 | 36.05 | 2,110.17 | 2,074.12 |
| 3,485 | 1,900 | 1,902.60 | 38.26 | 2,142.94 | 2,104.69 |
| 3,410 | 1,950 | 1,952.56 | 37.95 | 2,138.12 | 2,100.17 |
| 3,525 | 2,000 | 2,002.63 | 38.41 | 2,145.51 | 2,107.10 |
| 4,040 | 2,000 | 2,002.89 | 40.28 | 2,178.61 | 2,138.33 |
| 4,400 | 2,050 | 2,053.05 | 41.41 | 2,201.74 | 2,160.33 |
| 4,585 | 2,100 | 2,103.13 | 41.94 | 2,213.63 | 2,171.69 |
| 4,800 | 2,100 | 2,103.22 | 42.51 | 2,227.44 | 2,184.93 |
| 4,850 | 2,100 | 2,103.24 | 42.64 | 2,230.66 | 2,188.02 |
| 5,075 | 2,100 | 2,103.32 | 43.18 | 2,245.12 | 2,201.93 |
| 5,150 | 2,100 | 2,103.34 | 43.35 | 2,249.94 | 2,206.58 |
| 5,400 | 2,150 | 2,153.43 | 43.89 | 2,266.00 | 2,222.11 |
| 5,600 | 2,150 | 2,153.49 | 44.28 | 2,278.85 | 2,234.57 |
| 5,785 | 2,100 | 2,103.54 | 44.61 | 2,290.74 | 2,246.13 |
| 5,975 | 2,050 | 2,053.59 | 44.92 | 2,302.95 | 2,258.03 |
| 6,500 | 2,000 | 2,003.71 | 45.63 | 2,336.69 | 2,291.05 |
| 6,550 | 2,000 | 2,003.72 | 45.69 | 2,339.90 | 2,294.21 |
| 6,750 | 2,050 | 2,053.75 | 45.90 | 2,352.75 | 2,306.85 |
| 7,010 | 2,100 | 2,103.79 | 46.13 | 2,369.46 | 2,323.33 |
| 7,115 | 2,150 | 2,153.80 | 46.21 | 2,376.20 | 2,330.00 |
| 7,325 | 2,200 | 2,203.82 | 46.34 | 2,389.70 | 2,343.36 |
| 7,635 | 2,200 | 2,203.84 | 46.47 | 2,409.62 | 2,363.15 |

Tabla 3.15 Perfil No 8, Azimut 105°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---|--|---------------------------------------|--|--|---|
| 7,975 | 2,200 | 2,203.86 | 46.55 | 2,431.47 | 2,384.92 |
| 8,150 | 2,200 | 2,203.86 | 46.55 | 2,442.71 | 2,396.16 |
| 8,220 | 2,200 | 2,203.86 | 46.55 | 2,447.21 | 2,400.67 |
| 8,350 | 2,050 | 2,053.85 | 46.53 | 2,455.56 | 2,409.04 |
| 8,525 | 2,100 | 2,103.85 | 46.49 | 2,466.81 | 2,420.32 |
| 8,625 | 2,150 | 2,153.84 | 46.45 | 2,473.24 | 2,426.78 |
| 9,065 | 2,150 | 2,153.80 | 46.22 | 2,501.51 | 2,455.29 |
| 9,150 | 2,000 | 2,003.79 | 46.16 | 2,506.97 | 2,460.81 |
| 9,190 | 1,950 | 1,953.79 | 46.13 | 2,509.54 | 2,463.41 |
| 9,450 | 1,950 | 1,953.75 | 45.90 | 2,526.25 | 2,480.35 |
| 9,660 | 2,000 | 2,003.71 | 45.68 | 2,539.74 | 2,494.06 |
| 9,975 | 2,050 | 2,053.65 | 45.29 | 2,559.99 | 2,514.70 |
| 10,100 | 2,100 | 2,103.62 | 45.11 | 2,568.02 | 2,522.91 |
| 10,470 | 2,150 | 2,153.53 | 44.51 | 2,591.79 | 2,547.28 |
| 10,625 | 2,200 | 2,203.48 | 44.23 | 2,601.75 | 2,557.52 |
| 10,825 | 2,200 | 2,203.42 | 43.84 | 2,614.61 | 2,570.77 |
| 11,705 | 2,200 | 2,203.09 | 41.69 | 2,671.15 | 2,629.47 |
| 11,825 | 2,200 | 2,203.04 | 41.34 | 2,678.87 | 2,637.53 |
| 12,050 | 2,200 | 2,202.94 | 40.64 | 2,693.32 | 2,652.68 |
| 12,200 | 2,250 | 2,252.87 | 40.15 | 2,702.96 | 2,662.82 |
| 12,425 | 2,300 | 2,302.76 | 39.36 | 2,717.42 | 2,678.06 |
| 12,875 | 2,350 | 2,352.52 | 37.60 | 2,746.34 | 2,708.74 |
| 13,210 | 2,400 | 2,402.32 | 36.12 | 2,767.86 | 2,731.75 |
| 13,385 | 2,400 | 2,402.21 | 35.28 | 2,779.11 | 2,743.83 |
| 13,510 | 2,450 | 2,452.14 | 34.65 | 2,787.14 | 2,752.50 |
| 13,540 | 2,450 | 2,452.12 | 34.49 | 2,789.07 | 2,754.58 |
| 13,600 | 2,450 | 2,452.08 | 34.17 | 2,792.93 | 2,758.75 |
| 13,750 | 2,400 | 2,401.98 | 33.36 | 2,802.56 | 2,769.21 |
| 13,775 | 2,400 | 2,401.96 | 33.22 | 2,804.17 | 2,770.96 |
| 13,830 | 2,450 | 2,451.93 | 32.90 | 2,807.71 | 2,774.80 |
| 14,025 | 2,400 | 2,401.79 | 31.74 | 2,820.24 | 2,788.49 |
| 14,125 | 2,450 | 2,451.72 | 31.11 | 2,826.66 | 2,795.55 |
| 14,200 | 2,500 | 2,501.67 | 30.63 | 2,831.48 | 2,800.85 |
| 14,285 | 2,550 | 2,551.61 | 30.06 | 2,836.94 | 2,806.88 |
| 14,475 | 2,600 | 2,601.47 | 28.72 | 2,849.15 | 2,820.44 |
| 14,520 | 2,600 | 2,601.43 | 28.38 | 2,852.04 | 2,823.66 |
| 14,700 | 2,650 | 2,651.30 | 26.99 | 2,863.61 | 2,836.62 |
| 14,850 | 2,700 | 2,701.18 | 25.73 | 2,873.25 | 2,847.52 |
| 15,000 | 2,750 | 2,751.06 | 24.38 | 2,882.89 | 2,858.51 |
| 15,250 | 2,750 | 2,750.85 | 21.87 | 2,898.95 | 2,877.08 |
| 15,600 | 2,750 | 2,750.55 | 17.58 | 2,921.44 | 2,903.86 |
| 15,650 | 2,800 | 2,800.51 | 16.86 | 2,924.66 | 2,907.80 |
| 15,800 | 2,850 | 2,850.37 | 14.45 | 2,934.30 | 2,919.85 |
| 15,880 | 2,900 | 2,900.30 | 12.96 | 2,939.44 | 2,926.48 |
| 16,200 | 2,950 | 2,950.00 | 0.00 | 2,960.00 | 2,960.00 |

Tabla 3.15 Perfil No 8, Azimut 105° (continuación).

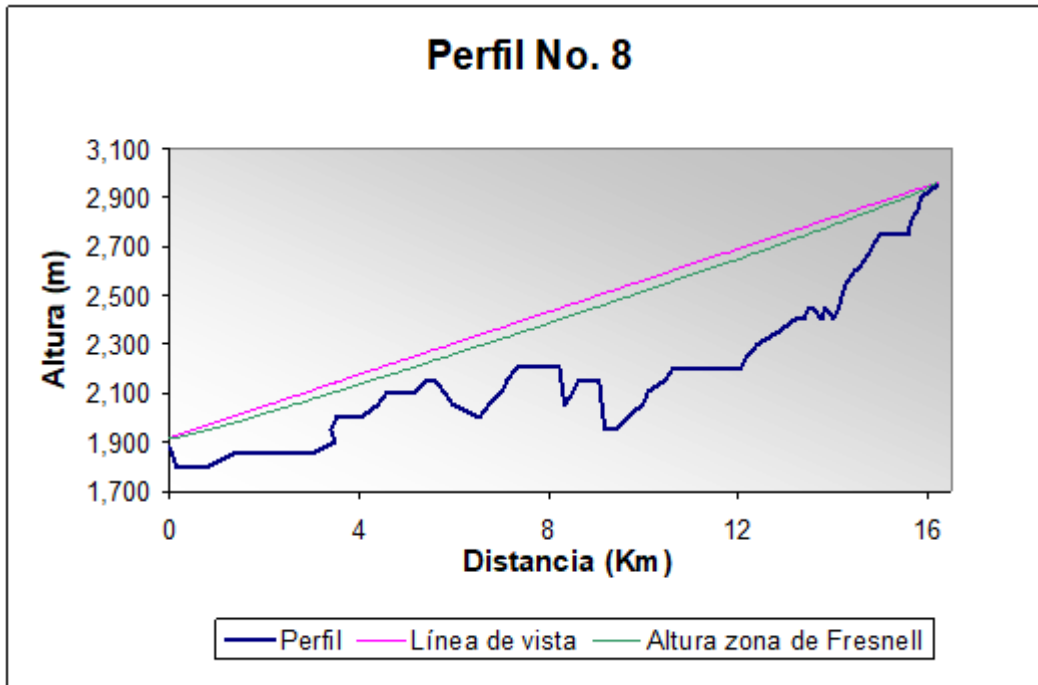


Figura 3.20 Perfil No 8, Azimut 105°.

PERFIL No 9

Azimut: grado 120°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 130 | 1,800 | 1,800.12 | 8.31 | 1,922.93 | 1,914.62 |
| 300 | 1,800 | 1,800.28 | 12.55 | 1,928.06 | 1,915.51 |
| 1,160 | 1,800 | 1,801.03 | 24.01 | 1,954.05 | 1,930.04 |
| 1,375 | 1,850 | 1,851.20 | 25.95 | 1,960.55 | 1,934.60 |
| 1,850 | 1,900 | 1,901.57 | 29.62 | 1,974.90 | 1,945.28 |
| 1,975 | 1,900 | 1,901.66 | 30.47 | 1,978.68 | 1,948.21 |
| 2,080 | 1,900 | 1,901.73 | 31.15 | 1,981.85 | 1,950.70 |
| 2,210 | 1,950 | 1,951.82 | 31.96 | 1,985.78 | 1,953.81 |
| 2,425 | 1,950 | 1,951.97 | 33.22 | 1,992.27 | 1,959.05 |
| 2,625 | 1,950 | 1,952.10 | 34.32 | 1,998.32 | 1,964.00 |
| 3,160 | 1,950 | 1,952.43 | 36.91 | 2,014.48 | 1,977.58 |
| 3,755 | 1,950 | 1,952.76 | 39.31 | 2,032.46 | 1,993.15 |
| 4,000 | 1,950 | 1,952.88 | 40.17 | 2,039.86 | 1,999.69 |
| 4,075 | 1,950 | 1,952.92 | 40.42 | 2,042.13 | 2,001.71 |
| 4,230 | 1,950 | 1,952.99 | 40.92 | 2,046.81 | 2,005.89 |
| 4,410 | 2,000 | 2,003.07 | 41.46 | 2,052.25 | 2,010.79 |
| 4,475 | 2,000 | 2,003.10 | 41.65 | 2,054.21 | 2,012.56 |
| 4,750 | 2,000 | 2,003.21 | 42.41 | 2,062.52 | 2,020.11 |
| 5,010 | 2,000 | 2,003.31 | 43.06 | 2,070.38 | 2,027.32 |
| 5,090 | 2,000 | 2,003.34 | 43.25 | 2,072.80 | 2,029.55 |
| 5,400 | 2,000 | 2,003.44 | 43.92 | 2,082.16 | 2,038.24 |
| 5,810 | 2,050 | 2,053.57 | 44.69 | 2,094.55 | 2,049.86 |
| 5,975 | 2,050 | 2,053.61 | 44.96 | 2,099.54 | 2,054.58 |
| 6,225 | 2,050 | 2,053.67 | 45.33 | 2,107.09 | 2,061.76 |
| 6,385 | 2,050 | 2,053.70 | 45.54 | 2,111.93 | 2,066.38 |
| 6,440 | 2,100 | 2,103.71 | 45.61 | 2,113.59 | 2,067.98 |
| 7,150 | 2,200 | 2,203.82 | 46.29 | 2,135.04 | 2,088.75 |
| 7,310 | 2,200 | 2,203.84 | 46.39 | 2,139.87 | 2,093.49 |
| 7,375 | 2,250 | 2,253.85 | 46.42 | 2,141.84 | 2,095.41 |
| 7,390 | 2,250 | 2,253.85 | 46.43 | 2,142.29 | 2,095.86 |
| 7,525 | 2,250 | 2,253.86 | 46.50 | 2,146.37 | 2,099.88 |
| 7,785 | 2,250 | 2,253.87 | 46.58 | 2,154.23 | 2,107.64 |
| 8,150 | 2,250 | 2,253.88 | 46.62 | 2,165.26 | 2,118.63 |
| 8,200 | 2,200 | 2,203.88 | 46.62 | 2,166.77 | 2,120.15 |

Tabla 3.16 Perfil 9, Azimut 120°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 8,625 | 2,200 | 2,203.87 | 46.53 | 2,179.61 | 2,133.07 |
| 8,750 | 2,250 | 2,253.86 | 46.48 | 2,183.38 | 2,136.90 |
| 9,010 | 2,300 | 2,303.83 | 46.35 | 2,191.24 | 2,144.90 |
| 9,100 | 2,350 | 2,353.82 | 46.29 | 2,193.96 | 2,147.67 |
| 9,320 | 2,400 | 2,403.80 | 46.12 | 2,200.61 | 2,154.49 |
| 9,360 | 2,400 | 2,403.79 | 46.08 | 2,201.82 | 2,155.73 |
| 9,510 | 2,400 | 2,403.77 | 45.94 | 2,206.35 | 2,160.41 |
| 9,575 | 2,400 | 2,403.76 | 45.87 | 2,208.31 | 2,162.44 |
| 10,100 | 2,400 | 2,403.65 | 45.22 | 2,224.18 | 2,178.95 |
| 10,275 | 2,400 | 2,403.61 | 44.96 | 2,229.46 | 2,184.50 |
| 10,675 | 2,450 | 2,453.50 | 44.27 | 2,241.55 | 2,197.28 |
| 10,730 | 2,450 | 2,453.48 | 44.16 | 2,243.21 | 2,199.05 |
| 10,850 | 2,450 | 2,453.44 | 43.92 | 2,246.84 | 2,202.91 |
| 11,050 | 2,450 | 2,453.38 | 43.50 | 2,252.88 | 2,209.38 |
| 11,085 | 2,450 | 2,453.37 | 43.42 | 2,253.94 | 2,210.52 |
| 11,450 | 2,500 | 2,503.23 | 42.54 | 2,264.97 | 2,222.43 |
| 11,635 | 2,550 | 2,553.16 | 42.05 | 2,270.56 | 2,228.51 |
| 11,760 | 2,550 | 2,553.10 | 41.70 | 2,274.33 | 2,232.64 |
| 11,810 | 2,500 | 2,503.08 | 41.55 | 2,275.84 | 2,234.29 |
| 12,000 | 2,450 | 2,453.00 | 40.98 | 2,281.58 | 2,240.61 |
| 12,050 | 2,400 | 2,402.97 | 40.82 | 2,283.10 | 2,242.27 |
| 12,115 | 2,350 | 2,352.94 | 40.61 | 2,285.06 | 2,244.45 |
| 12,160 | 2,350 | 2,352.92 | 40.47 | 2,286.42 | 2,245.95 |
| 12,280 | 2,400 | 2,402.87 | 40.07 | 2,290.04 | 2,249.98 |
| 12,330 | 2,400 | 2,402.84 | 39.89 | 2,291.56 | 2,251.66 |
| 12,500 | 2,400 | 2,402.76 | 39.29 | 2,296.69 | 2,257.41 |
| 12,900 | 2,350 | 2,352.54 | 37.72 | 2,308.78 | 2,271.06 |
| 13,000 | 2,350 | 2,352.48 | 37.30 | 2,311.80 | 2,274.50 |
| 13,125 | 2,350 | 2,352.41 | 36.75 | 2,315.58 | 2,278.83 |
| 13,175 | 2,350 | 2,352.38 | 36.52 | 2,317.09 | 2,280.56 |
| 13,240 | 2,350 | 2,352.34 | 36.22 | 2,319.05 | 2,282.83 |
| 13,350 | 2,350 | 2,352.28 | 35.70 | 2,322.38 | 2,286.67 |
| 13,440 | 2,400 | 2,402.22 | 35.26 | 2,325.09 | 2,289.83 |
| 13,480 | 2,400 | 2,402.19 | 35.06 | 2,326.30 | 2,291.24 |
| 13,725 | 2,450 | 2,452.04 | 33.78 | 2,333.71 | 2,299.93 |
| 13,810 | 2,350 | 2,351.98 | 33.31 | 2,336.27 | 2,302.96 |
| 13,910 | 2,400 | 2,401.91 | 32.74 | 2,339.30 | 2,306.56 |
| 14,025 | 2,350 | 2,351.83 | 32.05 | 2,342.77 | 2,310.72 |
| 14,090 | 2,350 | 2,351.79 | 31.66 | 2,344.73 | 2,313.08 |

Tabla 3.16 Perfil No 9, Azimut 120° (continuación).

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---|--|---------------------------------------|--|--|---|
| 14,280 | 2,400 | 2,401.65 | 30.44 | 2,350.48 | 2,320.04 |
| 14,575 | 2,350 | 2,351.43 | 28.35 | 2,359.39 | 2,331.04 |
| 14,810 | 2,350 | 2,351.25 | 26.50 | 2,366.49 | 2,339.99 |
| 14,850 | 2,400 | 2,401.22 | 26.16 | 2,367.70 | 2,341.53 |
| 15,360 | 2,400 | 2,400.80 | 21.22 | 2,383.11 | 2,361.89 |
| 15,460 | 2,400 | 2,400.72 | 20.05 | 2,386.13 | 2,366.08 |
| 16,250 | 2,400 | 2,400.00 | 0.00 | 2,410.00 | 2,410.00 |

Tabla 3.16 Perfil No 9, Azimut 120° (continuación).

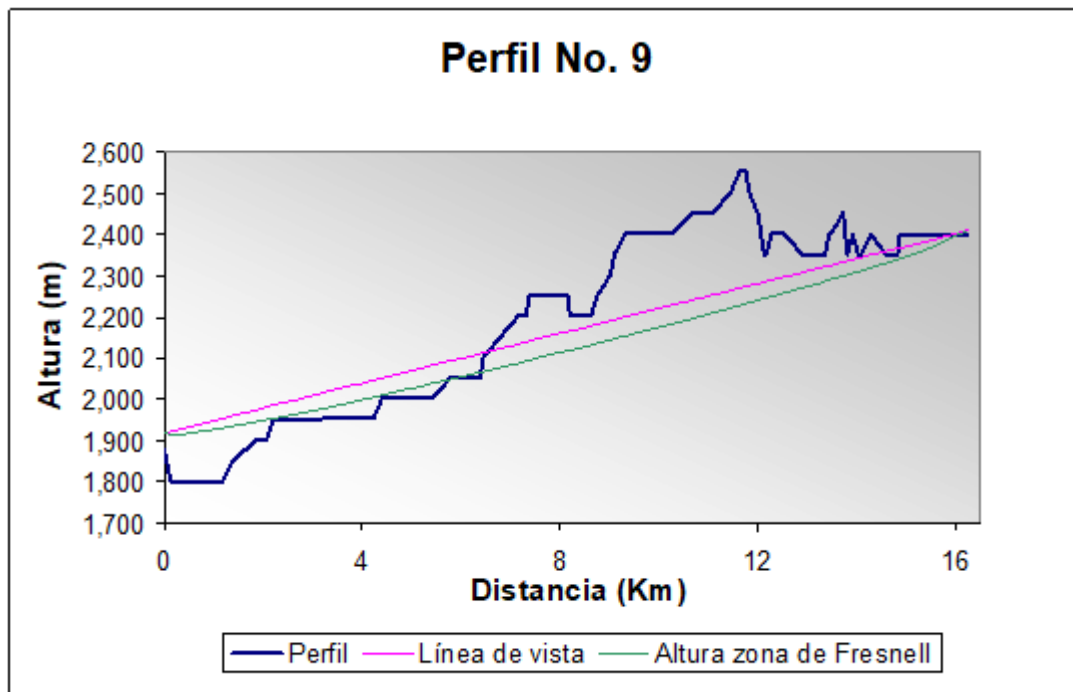


Figura 3.21 Perfil No 9, Azimut 120°.

PERFIL No 10

Azimut: grado 135°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 620 | 1,800 | 1,800.56 | 17.86 | 1,938.01 | 1,920.16 |
| 750 | 1,800 | 1,800.67 | 19.56 | 1,942.00 | 1,922.44 |
| 900 | 1,800 | 1,800.80 | 21.32 | 1,946.60 | 1,925.28 |
| 1,200 | 1,800 | 1,801.04 | 24.37 | 1,955.80 | 1,931.43 |
| 1,585 | 1,850 | 1,851.34 | 27.64 | 1,967.61 | 1,939.97 |
| 1,765 | 1,850 | 1,851.48 | 28.99 | 1,973.13 | 1,944.14 |
| 1,880 | 1,850 | 1,851.56 | 29.80 | 1,976.66 | 1,946.86 |
| 2,175 | 1,850 | 1,851.77 | 31.71 | 1,985.70 | 1,953.99 |
| 2,325 | 1,850 | 1,851.87 | 32.61 | 1,990.30 | 1,957.69 |
| 2,350 | 1,900 | 1,901.89 | 32.75 | 1,991.07 | 1,958.32 |
| 2,900 | 1,950 | 1,952.23 | 35.65 | 2,007.94 | 1,972.29 |
| 3,120 | 2,000 | 2,002.36 | 36.66 | 2,014.69 | 1,978.02 |
| 3,250 | 2,000 | 2,002.44 | 37.23 | 2,018.67 | 1,981.44 |
| 3,525 | 2,000 | 2,002.59 | 38.35 | 2,027.11 | 1,988.75 |
| 3,760 | 2,000 | 2,002.71 | 39.23 | 2,034.31 | 1,995.08 |
| 3,915 | 2,000 | 2,002.78 | 39.78 | 2,039.07 | 1,999.29 |
| 4,150 | 2,000 | 2,002.89 | 40.56 | 2,046.27 | 2,005.72 |
| 4,500 | 2,000 | 2,003.04 | 41.61 | 2,057.01 | 2,015.40 |
| 4,710 | 2,050 | 2,053.13 | 42.18 | 2,063.45 | 2,021.27 |
| 5,000 | 2,100 | 2,103.24 | 42.89 | 2,072.34 | 2,029.45 |
| 5,315 | 2,150 | 2,153.34 | 43.59 | 2,082.00 | 2,038.42 |
| 5,460 | 2,150 | 2,153.39 | 43.88 | 2,086.45 | 2,042.57 |
| 5,625 | 2,150 | 2,153.43 | 44.18 | 2,091.51 | 2,047.32 |
| 6,385 | 2,200 | 2,203.61 | 45.32 | 2,114.82 | 2,069.50 |
| 6,450 | 2,200 | 2,203.62 | 45.40 | 2,116.81 | 2,071.41 |
| 6,525 | 2,200 | 2,203.64 | 45.48 | 2,119.11 | 2,073.63 |
| 6,675 | 2,250 | 2,253.66 | 45.63 | 2,123.71 | 2,078.08 |
| 6,950 | 2,250 | 2,253.70 | 45.87 | 2,132.14 | 2,086.27 |
| 7,350 | 2,250 | 2,253.74 | 46.12 | 2,144.41 | 2,098.29 |
| 7,400 | 2,250 | 2,253.74 | 46.14 | 2,145.95 | 2,099.80 |
| 7,900 | 2,250 | 2,253.77 | 46.27 | 2,161.28 | 2,115.01 |

Tabla 3.17 Perfil No 10, Azimut 135°.

| Distancia desde Tx | Altura sin corrección | Altura corregida | Radio 1a zona Fresnel | Altura línea de vista | Altura 1a zona Fresnel |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| Mts | Mts | Mts | Mts | Mts | Mts |
| 7,950 | 2,250 | 2,253.77 | 46.28 | 2,162.81 | 2,116.54 |
| 8,150 | 2,250 | 2,253.77 | 46.27 | 2,168.95 | 2,122.68 |
| 8,375 | 2,250 | 2,253.76 | 46.23 | 2,175.85 | 2,129.62 |
| 9,215 | 2,300 | 2,303.68 | 45.75 | 2,201.61 | 2,155.86 |
| 9,385 | 2,300 | 2,303.65 | 45.58 | 2,206.82 | 2,161.24 |
| 9,450 | 2,350 | 2,353.64 | 45.52 | 2,208.82 | 2,163.30 |
| 9,500 | 2,400 | 2,403.64 | 45.46 | 2,210.35 | 2,164.89 |
| 9,650 | 2,400 | 2,403.61 | 45.29 | 2,214.95 | 2,169.66 |
| 9,690 | 2,400 | 2,403.60 | 45.24 | 2,216.18 | 2,170.94 |
| 9,925 | 2,450 | 2,453.55 | 44.93 | 2,223.38 | 2,178.46 |
| 10,350 | 2,500 | 2,503.44 | 44.25 | 2,236.42 | 2,192.17 |
| 10,625 | 2,550 | 2,553.36 | 43.73 | 2,244.85 | 2,201.12 |
| 10,785 | 2,550 | 2,553.31 | 43.40 | 2,249.76 | 2,206.36 |
| 10,885 | 2,550 | 2,553.28 | 43.18 | 2,252.82 | 2,209.65 |
| 10,910 | 2,600 | 2,603.27 | 43.12 | 2,253.59 | 2,210.47 |
| 11,180 | 2,650 | 2,653.17 | 42.48 | 2,261.87 | 2,219.39 |
| 11,220 | 2,650 | 2,653.16 | 42.38 | 2,263.10 | 2,220.72 |
| 11,335 | 2,650 | 2,653.11 | 42.08 | 2,266.63 | 2,224.54 |
| 11,560 | 2,700 | 2,703.02 | 41.46 | 2,273.53 | 2,232.06 |
| 12,060 | 2,750 | 2,752.80 | 39.90 | 2,288.86 | 2,248.96 |
| 12,175 | 2,800 | 2,802.74 | 39.50 | 2,292.39 | 2,252.88 |
| 12,400 | 2,800 | 2,802.63 | 38.68 | 2,299.29 | 2,260.61 |
| 12,475 | 2,800 | 2,802.59 | 38.39 | 2,301.59 | 2,263.20 |
| 12,715 | 2,800 | 2,802.46 | 37.42 | 2,308.95 | 2,271.53 |
| 13,120 | 2,800 | 2,802.23 | 35.60 | 2,321.37 | 2,285.77 |
| 13,275 | 2,750 | 2,752.13 | 34.83 | 2,326.12 | 2,291.29 |
| 13,325 | 2,750 | 2,752.10 | 34.58 | 2,327.66 | 2,293.08 |
| 13,410 | 2,800 | 2,802.05 | 34.14 | 2,330.26 | 2,296.13 |
| 13,425 | 2,750 | 2,752.04 | 34.06 | 2,330.72 | 2,296.67 |
| 13,510 | 2,700 | 2,701.99 | 33.60 | 2,333.33 | 2,299.73 |
| 13,575 | 2,650 | 2,651.94 | 33.24 | 2,335.32 | 2,302.09 |
| 13,635 | 2,600 | 2,601.90 | 32.90 | 2,337.16 | 2,304.26 |
| 13,760 | 2,550 | 2,551.82 | 32.17 | 2,341.00 | 2,308.83 |
| 13,840 | 2,500 | 2,501.77 | 31.68 | 2,343.45 | 2,311.77 |
| 13,910 | 2,450 | 2,451.72 | 31.24 | 2,345.60 | 2,314.35 |
| 13,975 | 2,400 | 2,401.67 | 30.83 | 2,347.59 | 2,316.76 |
| 14,040 | 2,350 | 2,351.63 | 30.40 | 2,349.58 | 2,319.18 |
| 14,090 | 2,300 | 2,301.59 | 30.07 | 2,351.12 | 2,321.05 |
| 14,225 | 2,300 | 2,301.49 | 29.13 | 2,355.26 | 2,326.13 |
| 14,310 | 2,350 | 2,351.43 | 28.51 | 2,357.86 | 2,329.35 |
| 14,425 | 2,400 | 2,401.34 | 27.64 | 2,361.39 | 2,333.75 |
| 15,910 | 2,350 | 2,350.09 | 7.29 | 2,406.93 | 2,399.64 |
| 16,010 | 2,400 | 2,400.00 | 0.00 | 2,410.00 | 2,410.00 |

Tabla 3.17 Perfil No 10, Azimut 135° (continuación).

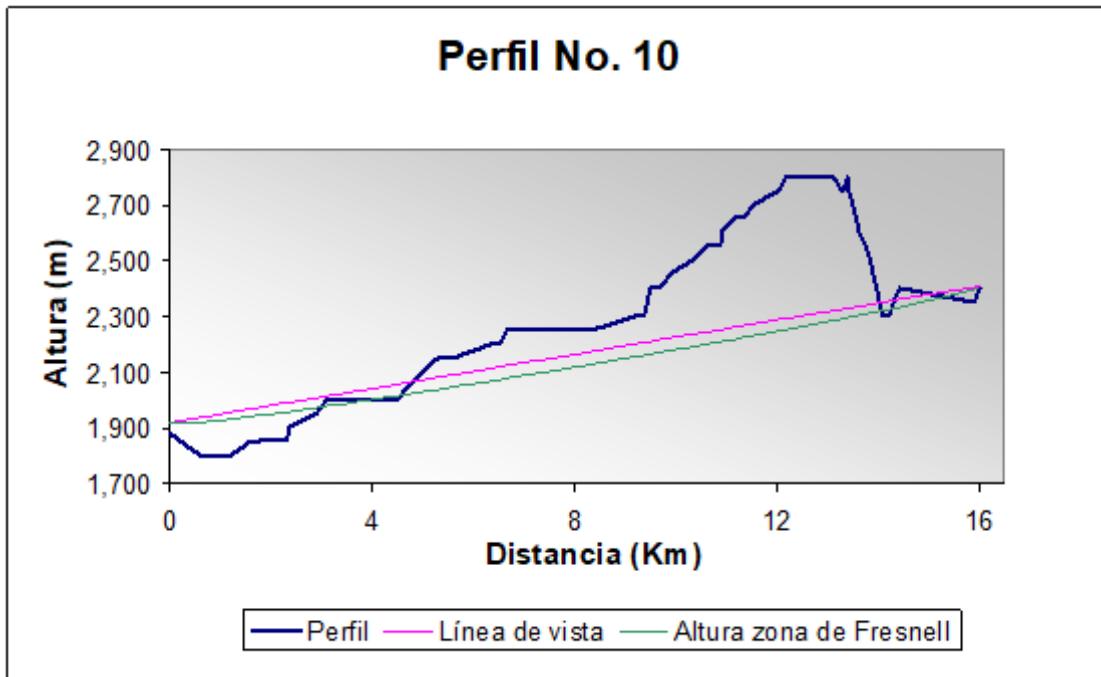


Figura 3.22 Perfil No 10, Azimut 135°.

PERFIL No 11

Azimut: grado 150°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 350 | 1,800 | 1,800.26 | 13.50 | 1,939.34 | 1,925.85 |
| 800 | 1,750 | 1,750.56 | 20.03 | 1,965.49 | 1,945.46 |
| 900 | 1,750 | 1,750.63 | 21.16 | 1,971.31 | 1,950.15 |
| 990 | 1,750 | 1,750.68 | 22.10 | 1,976.54 | 1,954.43 |
| 1,125 | 1,750 | 1,750.77 | 23.43 | 1,984.38 | 1,960.96 |
| 1,300 | 1,800 | 1,800.87 | 24.99 | 1,994.55 | 1,969.56 |
| 1,480 | 1,800 | 1,800.98 | 26.46 | 2,005.01 | 1,978.56 |
| 1,675 | 1,800 | 1,801.09 | 27.90 | 2,016.35 | 1,988.45 |
| 1,910 | 1,800 | 1,801.22 | 29.48 | 2,030.00 | 2,000.53 |
| 1,965 | 1,800 | 1,801.25 | 29.82 | 2,033.20 | 2,003.38 |
| 2,125 | 1,850 | 1,851.33 | 30.78 | 2,042.50 | 2,011.72 |
| 2,435 | 1,900 | 1,901.48 | 32.47 | 2,060.52 | 2,028.05 |
| 2,500 | 1,900 | 1,901.51 | 32.79 | 2,064.29 | 2,031.50 |
| 3,050 | 1,900 | 1,901.74 | 35.24 | 2,096.26 | 2,061.02 |
| 3,090 | 1,900 | 1,901.75 | 35.39 | 2,098.58 | 2,063.19 |
| 3,285 | 1,950 | 1,951.83 | 36.12 | 2,109.92 | 2,073.79 |
| 3,960 | 2,000 | 2,002.05 | 38.22 | 2,149.15 | 2,110.93 |
| 4,385 | 2,000 | 2,002.16 | 39.23 | 2,173.85 | 2,134.61 |
| 4,625 | 2,000 | 2,002.21 | 39.71 | 2,187.79 | 2,148.08 |
| 4,685 | 2,000 | 2,002.22 | 39.82 | 2,191.28 | 2,151.46 |
| 5,385 | 2,000 | 2,002.33 | 40.80 | 2,231.96 | 2,191.17 |
| 5,425 | 2,000 | 2,002.34 | 40.84 | 2,234.29 | 2,193.45 |
| 5,575 | 2,000 | 2,002.35 | 40.97 | 2,243.01 | 2,202.03 |
| 5,650 | 2,000 | 2,002.36 | 41.03 | 2,247.36 | 2,206.33 |
| 5,740 | 2,000 | 2,002.37 | 41.09 | 2,252.60 | 2,211.50 |
| 5,810 | 2,000 | 2,002.37 | 41.14 | 2,256.66 | 2,215.53 |
| 5,950 | 2,050 | 2,052.38 | 41.21 | 2,264.80 | 2,223.59 |
| 6,485 | 2,100 | 2,102.39 | 41.29 | 2,295.89 | 2,254.60 |
| 6,700 | 2,150 | 2,152.38 | 41.24 | 2,308.39 | 2,267.14 |
| 6,955 | 2,200 | 2,202.37 | 41.13 | 2,323.21 | 2,282.08 |
| 7,400 | 2,200 | 2,202.33 | 40.76 | 2,349.07 | 2,308.31 |

Tabla 3.18 Perfil No 11, Azimut 150°.

| Distancia desde Tx | Altura sin corrección | Altura corregida | Radio 1a zona Fresnel | Altura línea de vista | Altura 1a zona Fresnel |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Mts | Mts | Mts | Mts | Mts | Mts |
| 7,570 | 2,250 | 2,252.30 | 40.57 | 2,358.95 | 2,318.38 |
| 8,125 | 2,300 | 2,302.21 | 39.71 | 2,391.21 | 2,351.49 |
| 8,400 | 2,350 | 2,352.15 | 39.16 | 2,407.19 | 2,368.03 |
| 8,850 | 2,400 | 2,402.03 | 38.06 | 2,433.34 | 2,395.28 |
| 9,075 | 2,400 | 2,401.96 | 37.41 | 2,446.42 | 2,409.01 |
| 9,625 | 2,400 | 2,401.77 | 35.53 | 2,478.38 | 2,442.85 |
| 9,800 | 2,450 | 2,451.70 | 34.83 | 2,488.55 | 2,453.72 |
| 9,950 | 2,450 | 2,451.64 | 34.19 | 2,497.27 | 2,463.08 |
| 10,440 | 2,450 | 2,451.42 | 31.81 | 2,525.75 | 2,493.94 |
| 10,685 | 2,450 | 2,451.30 | 30.43 | 2,539.99 | 2,509.56 |
| 10,850 | 2,450 | 2,451.21 | 29.41 | 2,549.58 | 2,520.16 |
| 11,050 | 2,450 | 2,451.10 | 28.08 | 2,561.20 | 2,533.12 |
| 11,175 | 2,500 | 2,501.03 | 27.18 | 2,568.46 | 2,541.29 |
| 11,335 | 2,500 | 2,500.94 | 25.94 | 2,577.76 | 2,551.82 |
| 11,525 | 2,500 | 2,500.83 | 24.34 | 2,588.81 | 2,564.47 |
| 11,740 | 2,550 | 2,550.70 | 22.31 | 2,601.30 | 2,578.99 |
| 12,325 | 2,600 | 2,600.31 | 14.83 | 2,635.30 | 2,620.47 |
| 12,450 | 2,600 | 2,600.22 | 12.52 | 2,642.56 | 2,630.05 |
| 12,560 | 2,600 | 2,600.14 | 10.01 | 2,648.96 | 2,638.95 |
| 12,750 | 2,650 | 2,650.00 | 0.00 | 2,660.00 | 2,660.00 |

Tabla 3.18 Perfil No 11, Azimut 150° (continuación).

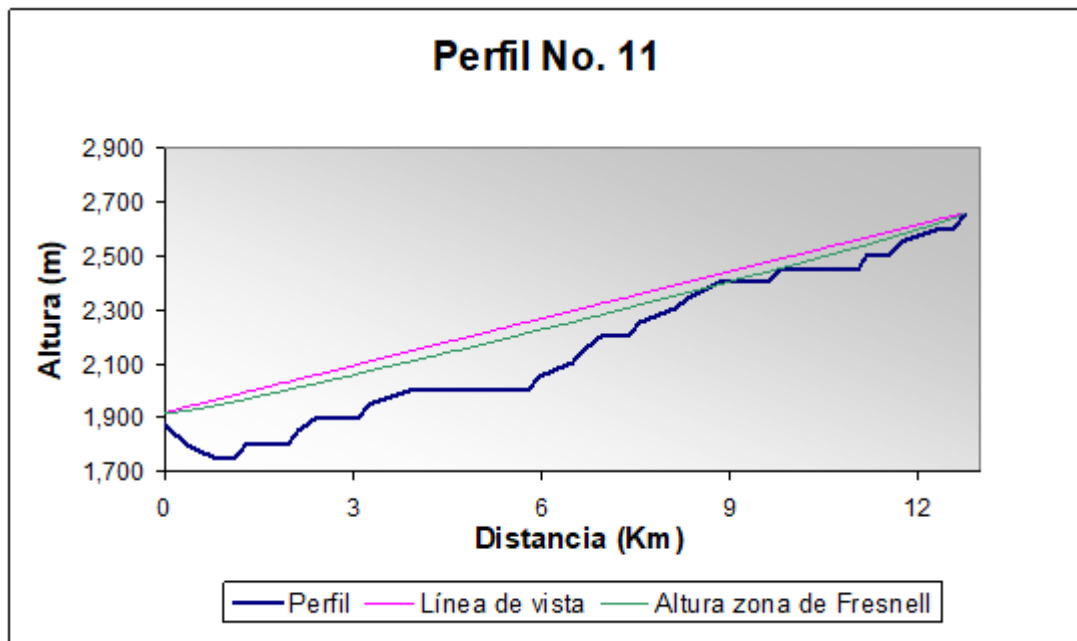


Figura 3.23 Perfil No 11. Azimut 150°.

PERFIL No 12

Azimut: grado 165°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 525 | 1,800 | 1,800.37 | 16.40 | 1,943.92 | 1,927.52 |
| 585 | 1,800 | 1,800.41 | 17.27 | 1,946.77 | 1,929.50 |
| 1,010 | 1,750 | 1,750.68 | 22.28 | 1,966.94 | 1,944.66 |
| 1,115 | 1,750 | 1,750.74 | 23.31 | 1,971.93 | 1,948.62 |
| 1,225 | 1,750 | 1,750.81 | 24.31 | 1,977.15 | 1,952.84 |
| 1,475 | 1,750 | 1,750.95 | 26.38 | 1,989.02 | 1,962.64 |
| 1,735 | 1,800 | 1,801.09 | 28.27 | 2,001.36 | 1,973.09 |
| 1,885 | 1,850 | 1,851.17 | 29.26 | 2,008.48 | 1,979.23 |
| 2,100 | 1,900 | 1,901.28 | 30.56 | 2,018.69 | 1,988.12 |
| 2,450 | 1,900 | 1,901.44 | 32.45 | 2,035.30 | 2,002.85 |
| 2,835 | 1,900 | 1,901.60 | 34.23 | 2,053.58 | 2,019.35 |
| 2,935 | 1,950 | 1,951.64 | 34.64 | 2,058.32 | 2,023.68 |
| 3,040 | 1,950 | 1,951.68 | 35.06 | 2,063.31 | 2,028.25 |
| 3,075 | 1,950 | 1,951.69 | 35.20 | 2,064.97 | 2,029.77 |
| 3,175 | 1,950 | 1,951.73 | 35.58 | 2,069.72 | 2,034.14 |
| 3,225 | 1,950 | 1,951.75 | 35.76 | 2,072.09 | 2,036.33 |
| 3,610 | 1,900 | 1,901.88 | 37.03 | 2,090.37 | 2,053.33 |
| 3,650 | 1,900 | 1,901.89 | 37.15 | 2,092.27 | 2,055.11 |
| 3,865 | 1,900 | 1,901.95 | 37.76 | 2,102.47 | 2,064.71 |
| 4,125 | 1,950 | 1,952.02 | 38.42 | 2,114.81 | 2,076.40 |
| 4,535 | 1,950 | 1,952.11 | 39.28 | 2,134.28 | 2,095.00 |
| 4,750 | 1,950 | 1,952.15 | 39.65 | 2,144.48 | 2,104.83 |
| 4,890 | 1,950 | 1,952.17 | 39.86 | 2,151.13 | 2,111.27 |
| 4,990 | 1,950 | 1,952.19 | 40.00 | 2,155.87 | 2,115.88 |
| 5,450 | 2,000 | 2,002.24 | 40.49 | 2,177.71 | 2,137.22 |
| 5,475 | 2,000 | 2,002.24 | 40.51 | 2,178.90 | 2,138.39 |
| 5,555 | 2,050 | 2,052.25 | 40.57 | 2,182.70 | 2,142.12 |
| 5,850 | 2,050 | 2,052.27 | 40.74 | 2,196.70 | 2,155.96 |
| 5,950 | 2,050 | 2,052.27 | 40.77 | 2,201.45 | 2,160.68 |
| 6,110 | 2,050 | 2,052.28 | 40.80 | 2,209.04 | 2,168.24 |
| 6,200 | 2,050 | 2,052.28 | 40.81 | 2,213.31 | 2,172.50 |

Tabla 3.19 Perfil No 12, Azimut 165°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 6,250 | 2,050 | 2,052.28 | 40.81 | 2,215.69 | 2,174.88 |
| 6,600 | 2,100 | 2,102.27 | 40.74 | 2,232.30 | 2,191.57 |
| 7,180 | 2,150 | 2,152.22 | 40.33 | 2,259.83 | 2,219.51 |
| 7,325 | 2,200 | 2,202.21 | 40.17 | 2,266.72 | 2,226.55 |
| 7,460 | 2,200 | 2,202.19 | 40.00 | 2,273.13 | 2,233.13 |
| 7,625 | 2,200 | 2,202.16 | 39.76 | 2,280.96 | 2,241.19 |
| 7,725 | 2,200 | 2,202.15 | 39.61 | 2,285.70 | 2,246.10 |
| 7,785 | 2,150 | 2,152.13 | 39.51 | 2,288.55 | 2,249.05 |
| 8,000 | 2,150 | 2,152.09 | 39.11 | 2,298.76 | 2,259.64 |
| 8,115 | 2,200 | 2,202.07 | 38.88 | 2,304.22 | 2,265.34 |
| 8,175 | 2,250 | 2,252.05 | 38.76 | 2,307.07 | 2,268.31 |
| 8,285 | 2,300 | 2,302.03 | 38.51 | 2,312.29 | 2,273.78 |
| 8,415 | 2,300 | 2,302.00 | 38.20 | 2,318.46 | 2,280.26 |
| 8,550 | 2,250 | 2,251.96 | 37.86 | 2,324.87 | 2,287.01 |
| 8,900 | 2,200 | 2,201.86 | 36.85 | 2,341.48 | 2,304.63 |
| 8,990 | 2,150 | 2,151.83 | 36.56 | 2,345.75 | 2,309.19 |
| 9,030 | 2,150 | 2,151.82 | 36.43 | 2,347.65 | 2,311.22 |
| 9,150 | 2,150 | 2,151.77 | 36.02 | 2,353.35 | 2,317.33 |
| 9,380 | 2,200 | 2,201.69 | 35.18 | 2,364.27 | 2,329.09 |
| 9,520 | 2,250 | 2,251.64 | 34.62 | 2,370.91 | 2,336.29 |
| 9,750 | 2,300 | 2,301.55 | 33.64 | 2,381.83 | 2,348.20 |
| 9,975 | 2,300 | 2,301.45 | 32.57 | 2,392.51 | 2,359.94 |
| 10,110 | 2,350 | 2,351.39 | 31.89 | 2,398.92 | 2,367.03 |
| 10,225 | 2,400 | 2,401.34 | 31.27 | 2,404.38 | 2,373.11 |
| 10,315 | 2,400 | 2,401.29 | 30.76 | 2,408.65 | 2,377.89 |
| 10,460 | 2,400 | 2,401.22 | 29.91 | 2,415.53 | 2,385.63 |
| 10,525 | 2,400 | 2,401.19 | 29.51 | 2,418.62 | 2,389.11 |
| 10,740 | 2,400 | 2,401.08 | 28.09 | 2,428.83 | 2,400.73 |
| 10,885 | 2,450 | 2,451.00 | 27.06 | 2,435.71 | 2,408.65 |
| 11,710 | 2,450 | 2,450.51 | 19.30 | 2,474.87 | 2,455.57 |
| 11,935 | 2,450 | 2,450.36 | 16.25 | 2,485.55 | 2,469.30 |
| 12,050 | 2,500 | 2,500.28 | 14.39 | 2,491.01 | 2,476.62 |
| 12,310 | 2,500 | 2,500.10 | 8.61 | 2,503.35 | 2,494.75 |
| 12,450 | 2,500 | 2,500.00 | 0.00 | 2,510.00 | 2,510.00 |

Tabla 3.19 Perfil No 12, Azimut 165° (continuación).

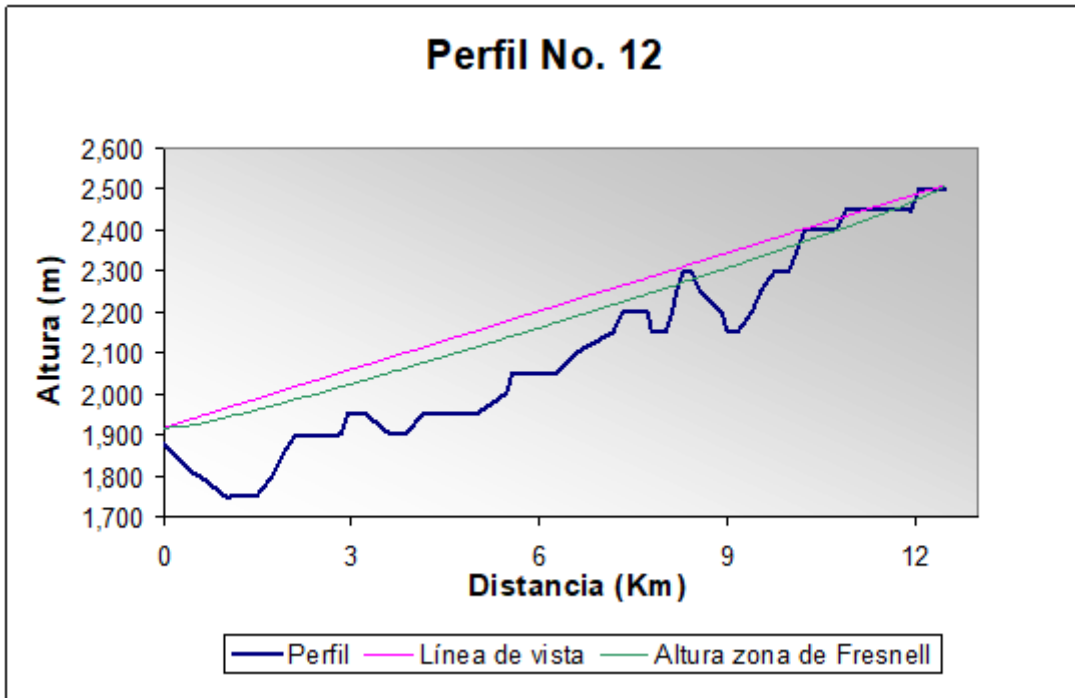


Figura 3.24 Perfil No 12, Azimut 165°.

PERFIL No 13

Azimut: grado 180°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|---|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 100 | 1,800 | 1,800.04 | 7.27 | 1,921.54 | 1,914.27 |
| 180 | 1,800 | 1,800.08 | 9.70 | 1,923.57 | 1,913.88 |
| 300 | 1,800 | 1,800.13 | 12.41 | 1,926.62 | 1,914.21 |
| 450 | 1,800 | 1,800.19 | 15.05 | 1,930.43 | 1,915.38 |
| 610 | 1,800 | 1,800.25 | 17.32 | 1,934.49 | 1,917.18 |
| 700 | 1,750 | 1,750.28 | 18.43 | 1,936.78 | 1,918.35 |
| 925 | 1,750 | 1,750.36 | 20.83 | 1,942.49 | 1,921.66 |
| 1,025 | 1,750 | 1,750.39 | 21.76 | 1,945.03 | 1,923.27 |
| 1,375 | 1,750 | 1,750.50 | 24.52 | 1,953.92 | 1,929.40 |
| 1,450 | 1,750 | 1,750.52 | 25.02 | 1,955.83 | 1,930.80 |
| 1,560 | 1,750 | 1,750.55 | 25.72 | 1,958.62 | 1,932.90 |
| 1,700 | 1,800 | 1,800.58 | 26.53 | 1,962.18 | 1,935.65 |
| 1,875 | 1,800 | 1,800.62 | 27.44 | 1,966.62 | 1,939.18 |
| 2,020 | 1,750 | 1,750.65 | 28.12 | 1,970.31 | 1,942.19 |
| 2,100 | 1,800 | 1,800.67 | 28.46 | 1,972.34 | 1,943.88 |
| 2,370 | 1,800 | 1,800.72 | 29.47 | 1,979.20 | 1,949.73 |
| 2,425 | 1,800 | 1,800.73 | 29.65 | 1,980.59 | 1,950.94 |
| 2,525 | 1,800 | 1,800.74 | 29.96 | 1,983.13 | 1,953.18 |
| 2,575 | 1,850 | 1,850.75 | 30.10 | 1,984.40 | 1,954.30 |
| 2,625 | 1,850 | 1,850.76 | 30.24 | 1,985.67 | 1,955.44 |
| 2,780 | 1,850 | 1,850.77 | 30.62 | 1,989.61 | 1,958.99 |
| 2,875 | 1,900 | 1,900.78 | 30.83 | 1,992.02 | 1,961.20 |
| 2,970 | 1,900 | 1,900.79 | 31.01 | 1,994.43 | 1,963.43 |
| 3,110 | 1,900 | 1,900.81 | 31.24 | 1,997.99 | 1,966.75 |
| 3,160 | 1,900 | 1,900.81 | 31.31 | 1,999.26 | 1,967.95 |
| 3,250 | 1,800 | 1,800.82 | 31.42 | 2,001.55 | 1,970.12 |
| 3,280 | 1,800 | 1,800.82 | 31.46 | 2,002.31 | 1,970.85 |
| 3,400 | 1,900 | 1,900.82 | 31.57 | 2,005.36 | 1,973.79 |
| 3,460 | 1,900 | 1,900.83 | 31.62 | 2,006.88 | 1,975.27 |
| 3,525 | 1,900 | 1,900.83 | 31.65 | 2,008.53 | 1,976.88 |
| 3,630 | 1,900 | 1,900.83 | 31.70 | 2,011.20 | 1,979.50 |
| 3,850 | 1,800 | 1,800.83 | 31.71 | 2,016.79 | 1,985.08 |
| 4,050 | 1,800 | 1,800.83 | 31.62 | 2,021.87 | 1,990.24 |
| 4,170 | 1,800 | 1,800.82 | 31.53 | 2,024.91 | 1,993.39 |
| 4,250 | 1,800 | 1,800.82 | 31.45 | 2,026.95 | 1,995.50 |

Tabla 3.20 Perfil No 13, Azimut 180°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---|--|---------------------------------------|--|--|---|
| 4,310 | 1,800 | 1,800.81 | 31.38 | 2,028.47 | 1,997.09 |
| 4,575 | 1,800 | 1,800.79 | 30.96 | 2,035.20 | 2,004.24 |
| 4,815 | 1,900 | 1,900.77 | 30.44 | 2,041.30 | 2,010.85 |
| 4,980 | 1,950 | 1,950.74 | 30.00 | 2,045.49 | 2,015.49 |
| 5,075 | 2,000 | 2,000.73 | 29.71 | 2,047.90 | 2,018.19 |
| 5,180 | 2,000 | 2,000.71 | 29.37 | 2,050.57 | 2,021.20 |
| 5,300 | 1,950 | 1,950.69 | 28.93 | 2,053.61 | 2,024.68 |
| 5,800 | 1,950 | 1,950.59 | 26.64 | 2,066.31 | 2,039.67 |
| 6,110 | 2,000 | 2,000.51 | 24.76 | 2,074.19 | 2,049.43 |
| 6,150 | 2,000 | 2,000.50 | 24.48 | 2,075.20 | 2,050.72 |
| 6,330 | 1,950 | 1,950.44 | 23.15 | 2,079.78 | 2,056.62 |
| 6,425 | 1,950 | 1,950.41 | 22.37 | 2,082.19 | 2,059.81 |
| 6,800 | 2,000 | 2,000.29 | 18.66 | 2,091.71 | 2,073.05 |
| 7,350 | 2,100 | 2,100.07 | 9.43 | 2,105.68 | 2,096.25 |
| 7,520 | 2,100 | 2,100.00 | 0.00 | 2,110.00 | 2,110.00 |

Tabla 3.20 Perfil No 13, Azimut 180° (continuación).

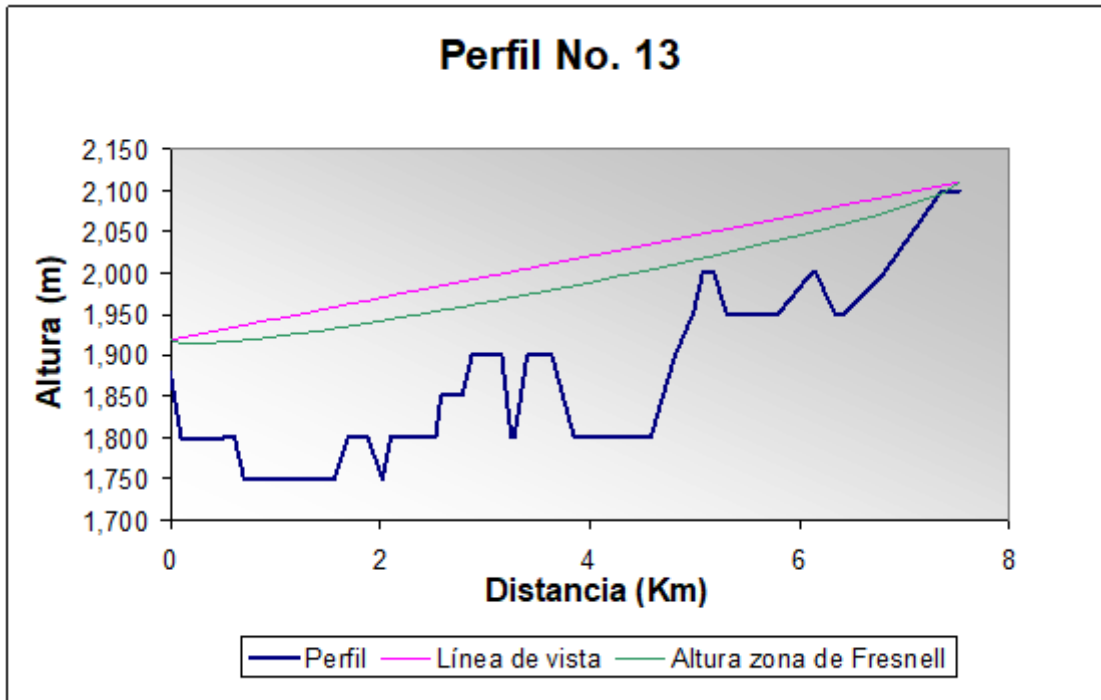


Figura 3.25 Perfil No 13, Azimut 180°.

PERFIL No 14

Azimut: grado 195°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 mMs

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 75 | 1,800 | 1,800.03 | 6.30 | 1,918.90 | 1,912.60 |
| 170 | 1,800 | 1,800.06 | 9.41 | 1,918.77 | 1,909.35 |
| 500 | 1,750 | 1,750.18 | 15.72 | 1,918.32 | 1,902.59 |
| 550 | 1,750 | 1,750.20 | 16.42 | 1,918.25 | 1,901.83 |
| 2,400 | 1,800 | 1,800.59 | 28.59 | 1,915.73 | 1,887.14 |
| 2,475 | 1,800 | 1,800.60 | 28.77 | 1,915.63 | 1,886.86 |
| 2,650 | 1,800 | 1,800.62 | 29.13 | 1,915.39 | 1,886.26 |
| 2,875 | 1,800 | 1,800.63 | 29.47 | 1,915.08 | 1,885.61 |
| 3,325 | 1,800 | 1,800.64 | 29.71 | 1,914.47 | 1,884.75 |
| 3,475 | 1,800 | 1,800.64 | 29.67 | 1,914.26 | 1,884.59 |
| 3,500 | 1,800 | 1,800.64 | 29.66 | 1,914.23 | 1,884.57 |
| 3,625 | 1,800 | 1,800.63 | 29.57 | 1,914.06 | 1,884.49 |
| 3,700 | 1,800 | 1,800.63 | 29.49 | 1,913.95 | 1,884.46 |
| 4,020 | 1,800 | 1,800.61 | 29.00 | 1,913.52 | 1,884.52 |
| 4,260 | 1,900 | 1,900.59 | 28.43 | 1,913.19 | 1,884.76 |
| 4,425 | 1,900 | 1,900.57 | 27.93 | 1,912.97 | 1,885.03 |
| 4,650 | 1,900 | 1,900.53 | 27.11 | 1,912.66 | 1,885.55 |
| 4,700 | 1,900 | 1,900.52 | 26.91 | 1,912.59 | 1,885.68 |
| 4,960 | 1,850 | 1,850.48 | 25.68 | 1,912.24 | 1,886.56 |
| 5,010 | 1,850 | 1,850.47 | 25.41 | 1,912.17 | 1,886.76 |
| 5,240 | 1,900 | 1,900.42 | 24.04 | 1,911.85 | 1,887.82 |
| 5,370 | 1,900 | 1,900.39 | 23.14 | 1,911.68 | 1,888.54 |
| 5,470 | 1,900 | 1,900.36 | 22.39 | 1,911.54 | 1,889.16 |
| 6,010 | 1,900 | 1,900.21 | 16.95 | 1,910.80 | 1,893.85 |
| 6,210 | 1,900 | 1,900.14 | 14.01 | 1,910.53 | 1,896.52 |
| 6,275 | 1,900 | 1,900.12 | 12.86 | 1,910.44 | 1,897.59 |
| 6,545 | 1,900 | 1,900.02 | 5.40 | 1,910.08 | 1,904.67 |
| 6,600 | 1,900 | 1,900.00 | 0.00 | 1,910.00 | 1,910.00 |

Tabla 3.21 Perfil No 14, Azimut 195°.

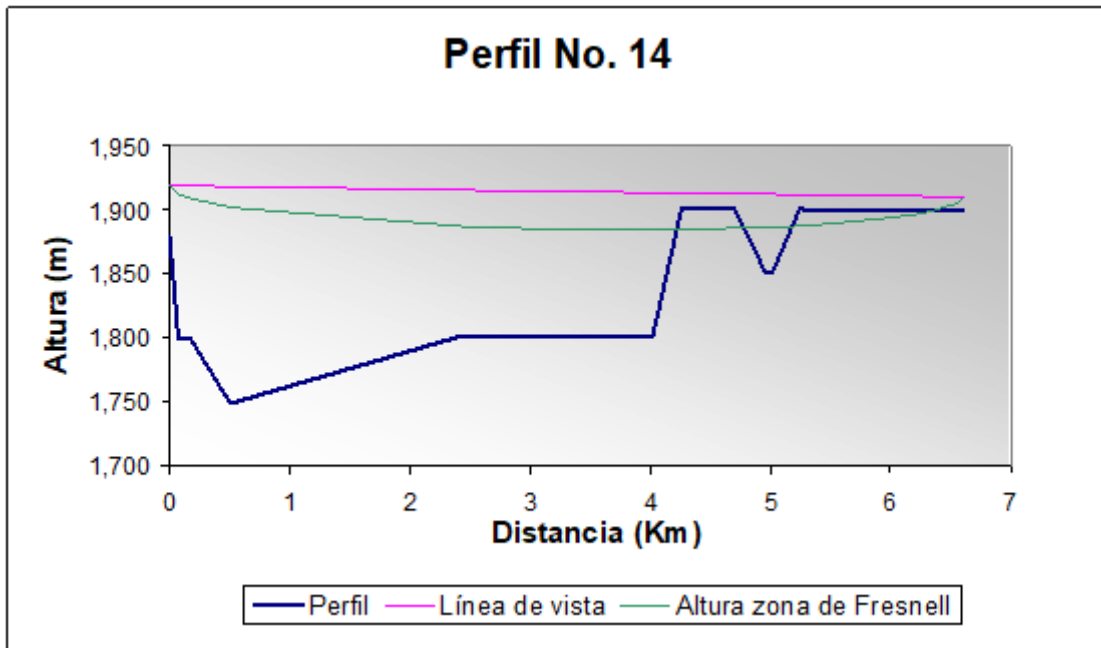


Figura 3.26 Perfil No 14, Azimut 195°.

PERFIL No 15

Azimut: grado 210°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx | Altura sin corrección | Altura corregida | Radio 1a zona Fresnel | Altura línea de vista | Altura 1a zona Fresnel |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Mts | Mts | Mts | Mts | Mts | Mts |
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 70 | 1,800 | 1,800.03 | 6.09 | 1,918.44 | 1,912.35 |
| 350 | 1,750 | 1,750.14 | 13.35 | 1,916.19 | 1,902.84 |
| 2,680 | 1,800 | 1,800.74 | 30.18 | 1,897.49 | 1,867.30 |
| 2,760 | 1,800 | 1,800.74 | 30.37 | 1,896.84 | 1,866.48 |
| 3,280 | 1,800 | 1,800.78 | 31.17 | 1,892.67 | 1,861.50 |
| 3,460 | 1,800 | 1,800.79 | 31.30 | 1,891.23 | 1,859.92 |
| 3,525 | 1,750 | 1,750.79 | 31.33 | 1,890.70 | 1,859.37 |
| 3,600 | 1,750 | 1,750.79 | 31.35 | 1,890.10 | 1,858.75 |
| 3,675 | 1,750 | 1,750.79 | 31.36 | 1,889.50 | 1,858.14 |
| 3,760 | 1,800 | 1,800.79 | 31.35 | 1,888.82 | 1,857.47 |
| 3,975 | 1,800 | 1,800.79 | 31.25 | 1,887.09 | 1,855.84 |
| 4,320 | 1,750 | 1,750.77 | 30.87 | 1,884.32 | 1,853.45 |
| 4,450 | 1,750 | 1,750.76 | 30.65 | 1,883.28 | 1,852.63 |
| 4,525 | 1,750 | 1,750.75 | 30.51 | 1,882.68 | 1,852.17 |
| 4,675 | 1,800 | 1,800.74 | 30.17 | 1,881.47 | 1,851.30 |
| 4,755 | 1,800 | 1,800.73 | 29.97 | 1,880.83 | 1,850.86 |
| 4,950 | 1,800 | 1,800.70 | 29.41 | 1,879.27 | 1,849.86 |
| 5,300 | 1,800 | 1,800.64 | 28.12 | 1,876.46 | 1,848.33 |
| 5,560 | 1,800 | 1,800.58 | 26.92 | 1,874.37 | 1,847.45 |
| 5,750 | 1,800 | 1,800.54 | 25.88 | 1,872.84 | 1,846.96 |
| 5,950 | 1,850 | 1,850.49 | 24.63 | 1,871.24 | 1,846.61 |
| 6,010 | 1,850 | 1,850.47 | 24.21 | 1,870.76 | 1,846.54 |
| 6,125 | 1,800 | 1,800.44 | 23.37 | 1,869.83 | 1,846.46 |
| 6,175 | 1,800 | 1,800.43 | 22.98 | 1,869.43 | 1,846.45 |
| 6,275 | 1,800 | 1,800.40 | 22.16 | 1,868.63 | 1,846.47 |
| 6,440 | 1,800 | 1,800.34 | 20.65 | 1,867.30 | 1,846.65 |
| 6,675 | 1,800 | 1,800.26 | 18.11 | 1,865.42 | 1,847.31 |
| 6,775 | 1,800 | 1,800.23 | 16.84 | 1,864.62 | 1,847.78 |
| 7,125 | 1,850 | 1,850.09 | 10.80 | 1,861.81 | 1,851.00 |
| 7,350 | 1,850 | 1,850.00 | 0.00 | 1,860.00 | 1,860.00 |

Tabla 3.22 Perfil No 15, Azimut 210°.

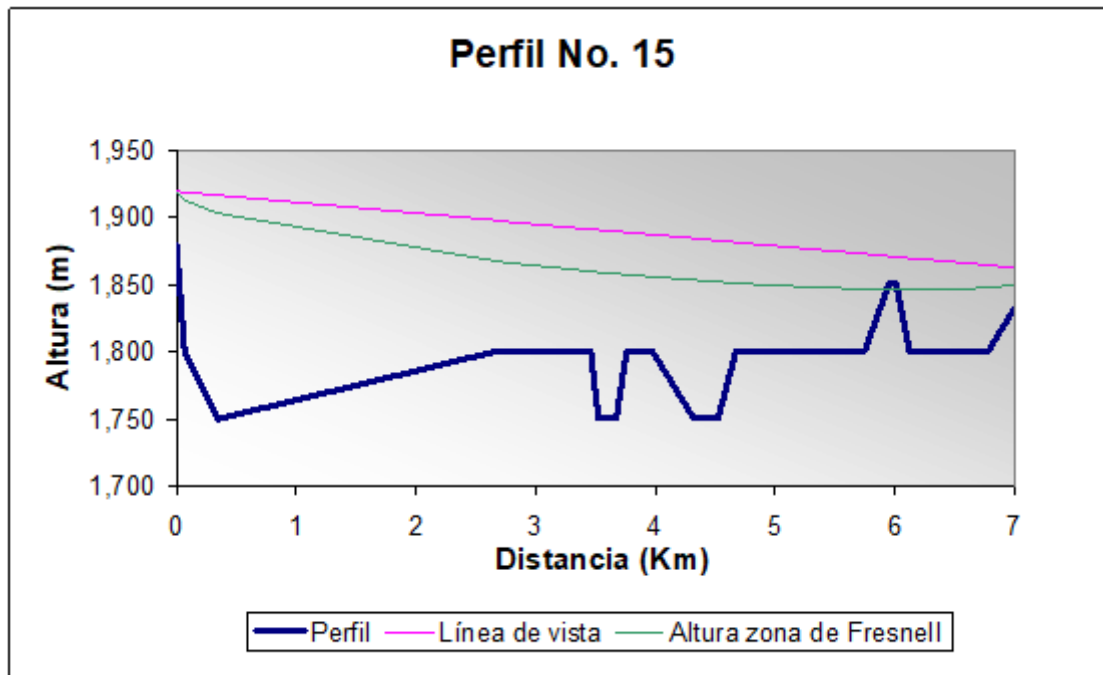


Figura 3.27 Perfil No 15, Azimut 210°.

PERFIL No 16

Azimut: grado 225°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-----------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 75 | 1,800 | 1,800.04 | 6.31 | 1,918.03 | 1,911.72 |
| 380 | 1,750 | 1,750.18 | 13.93 | 1,914.07 | 1,900.14 |
| 3,125 | 1,700 | 1,700.97 | 32.40 | 1,878.45 | 1,846.05 |
| 3,320 | 1,700 | 1,700.99 | 32.78 | 1,875.92 | 1,843.14 |
| 3,525 | 1,700 | 1,701.01 | 33.08 | 1,873.26 | 1,840.17 |
| 3,625 | 1,700 | 1,701.02 | 33.21 | 1,871.96 | 1,838.76 |
| 3,920 | 1,700 | 1,701.03 | 33.45 | 1,868.13 | 1,834.69 |
| 4,535 | 1,800 | 1,801.03 | 33.41 | 1,860.15 | 1,826.74 |
| 4,635 | 1,800 | 1,801.03 | 33.34 | 1,858.86 | 1,825.51 |
| 5,175 | 1,750 | 1,750.98 | 32.60 | 1,851.85 | 1,819.24 |
| 5,325 | 1,750 | 1,750.96 | 32.30 | 1,849.90 | 1,817.61 |
| 5,750 | 1,750 | 1,750.90 | 31.15 | 1,844.39 | 1,813.23 |
| 5,800 | 1,750 | 1,750.89 | 30.99 | 1,843.74 | 1,812.75 |
| 6,075 | 1,800 | 1,800.83 | 29.99 | 1,840.17 | 1,810.17 |
| 6,180 | 1,800 | 1,800.81 | 29.56 | 1,838.81 | 1,809.25 |
| 6,800 | 1,800 | 1,800.64 | 26.33 | 1,830.76 | 1,804.44 |
| 7,100 | 1,800 | 1,800.54 | 24.25 | 1,826.87 | 1,802.62 |
| 7,575 | 1,800 | 1,800.37 | 19.95 | 1,820.71 | 1,800.75 |
| 7,650 | 1,800 | 1,800.34 | 19.12 | 1,819.73 | 1,800.61 |
| 7,950 | 1,800 | 1,800.21 | 15.10 | 1,815.84 | 1,800.74 |
| 8,000 | 1,800 | 1,800.19 | 14.28 | 1,815.19 | 1,800.91 |
| 8,275 | 1,800 | 1,800.06 | 8.12 | 1,811.62 | 1,803.50 |
| 8,400 | 1,800 | 1,800.00 | 0.00 | 1,810.00 | 1,810.00 |

Tabla 3.23 Perfil No 16, Azimut 225°.

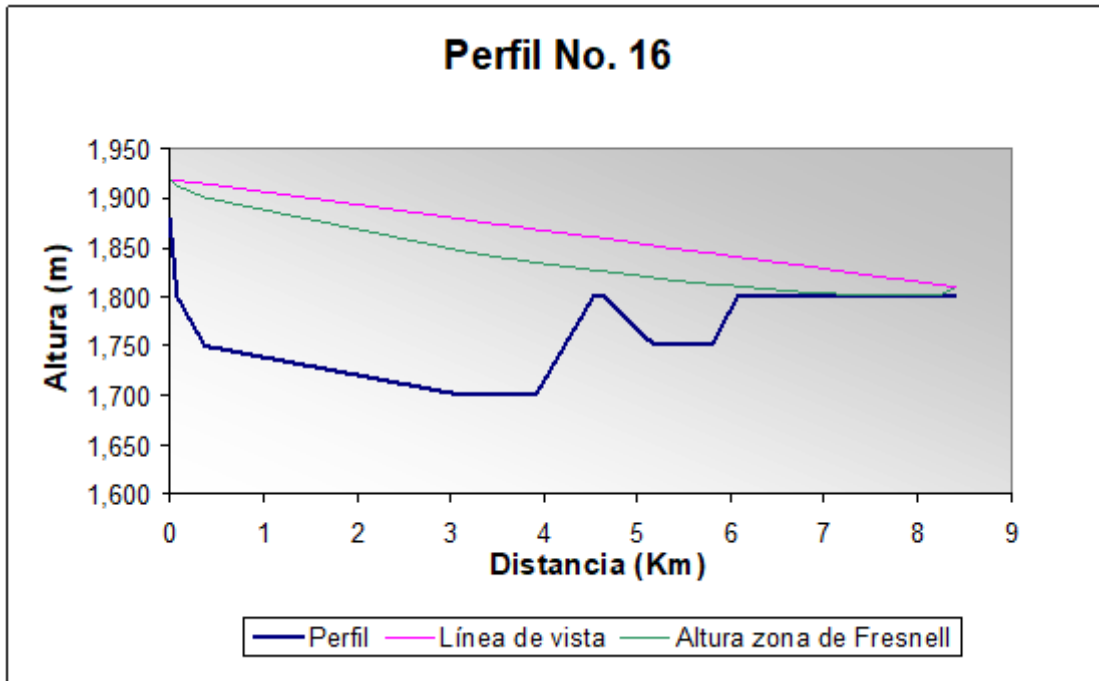


Figura 3.28 Perfil No 16, Azimut 225°.

PERFIL No 17

Azimut: grado 240°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 75 | 1,800 | 1,800.04 | 6.31 | 1,917.36 | 1,911.05 |
| 175 | 1,750 | 1,750.10 | 9.59 | 1,915.17 | 1,905.58 |
| 2,430 | 1,700 | 1,701.02 | 31.13 | 1,865.82 | 1,834.69 |
| 2,760 | 1,700 | 1,701.10 | 32.40 | 1,858.60 | 1,826.19 |
| 3,360 | 1,700 | 1,701.22 | 34.14 | 1,845.47 | 1,811.33 |
| 3,450 | 1,700 | 1,701.24 | 34.34 | 1,843.50 | 1,809.16 |
| 3,525 | 1,700 | 1,701.25 | 34.50 | 1,841.86 | 1,807.36 |
| 3,950 | 1,700 | 1,701.30 | 35.20 | 1,832.55 | 1,797.35 |
| 4,280 | 1,700 | 1,701.33 | 35.55 | 1,825.33 | 1,789.78 |
| 4,990 | 1,750 | 1,751.34 | 35.71 | 1,809.79 | 1,774.09 |
| 5,360 | 1,750 | 1,751.32 | 35.47 | 1,801.70 | 1,766.22 |
| 5,550 | 1,750 | 1,751.30 | 35.27 | 1,797.54 | 1,762.27 |
| 6,050 | 1,750 | 1,751.24 | 34.44 | 1,786.60 | 1,752.15 |
| 6,170 | 1,700 | 1,701.23 | 34.18 | 1,783.97 | 1,749.79 |
| 6,275 | 1,700 | 1,701.21 | 33.93 | 1,781.67 | 1,747.74 |
| 6,325 | 1,750 | 1,751.20 | 33.81 | 1,780.58 | 1,746.77 |
| 6,930 | 1,750 | 1,751.07 | 31.89 | 1,767.34 | 1,735.44 |
| 7,110 | 1,750 | 1,751.02 | 31.18 | 1,763.40 | 1,732.22 |
| 7,200 | 1,750 | 1,750.99 | 30.79 | 1,761.43 | 1,730.64 |
| 7,320 | 1,750 | 1,750.96 | 30.24 | 1,758.80 | 1,728.56 |
| 7,450 | 1,750 | 1,750.92 | 29.61 | 1,755.96 | 1,726.35 |
| 7,600 | 1,750 | 1,750.87 | 28.82 | 1,752.68 | 1,723.86 |
| 7,730 | 1,750 | 1,750.83 | 28.08 | 1,749.83 | 1,721.75 |
| 8,325 | 1,750 | 1,750.60 | 23.90 | 1,736.81 | 1,712.91 |
| 8,550 | 1,750 | 1,750.50 | 21.89 | 1,731.88 | 1,710.00 |
| 8,710 | 1,750 | 1,750.43 | 20.25 | 1,728.38 | 1,708.14 |
| 9,060 | 1,700 | 1,700.26 | 15.77 | 1,720.72 | 1,704.95 |
| 9,550 | 1,700 | 1,700.00 | 0.00 | 1,710.00 | 1,710.00 |

Tabla 3.24 Perfil No 17, Azimut 240°.

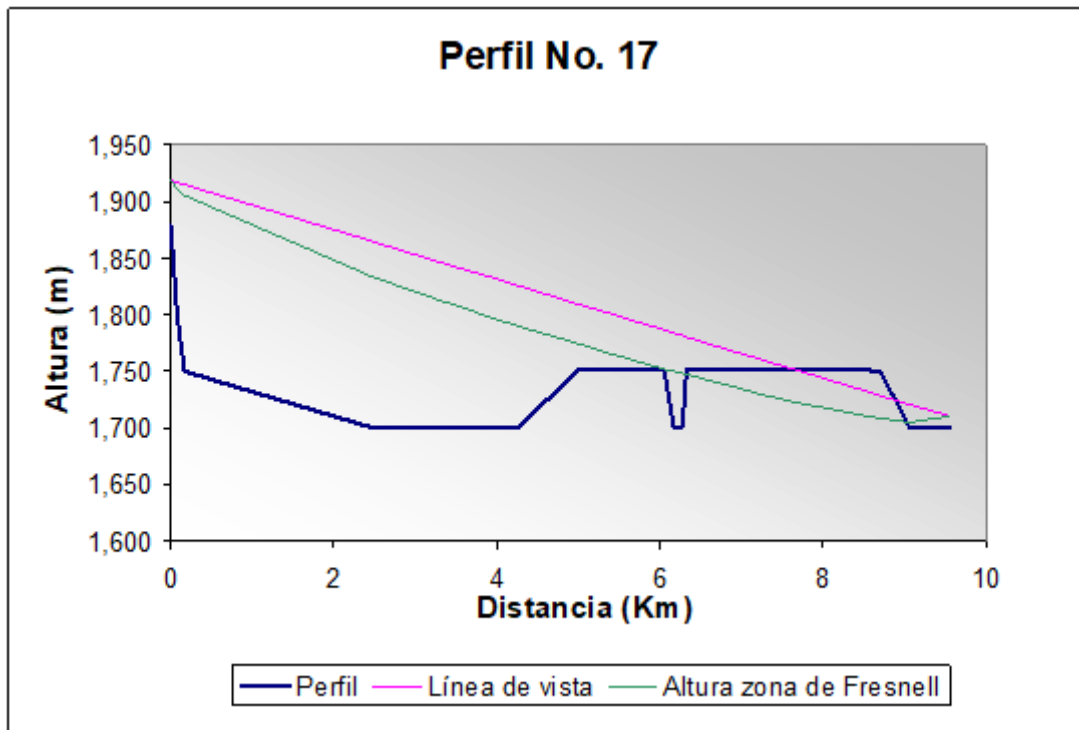


Figura 3.29 Perfil No 17, Azimut 240°.

PERFIL No 18

Azimut: grado 255°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 110 | 1,800 | 1,800.06 | 7.62 | 1,916.39 | 1,908.76 |
| 475 | 1,750 | 1,750.23 | 15.51 | 1,907.72 | 1,892.21 |
| 2,775 | 1,700 | 1,700.98 | 31.88 | 1,853.09 | 1,821.21 |
| 3,000 | 1,700 | 1,701.02 | 32.53 | 1,847.75 | 1,815.22 |
| 3,800 | 1,700 | 1,701.12 | 33.99 | 1,828.75 | 1,794.76 |
| 3,950 | 1,700 | 1,701.13 | 34.13 | 1,825.19 | 1,791.06 |
| 4,270 | 1,700 | 1,701.14 | 34.29 | 1,817.59 | 1,783.29 |
| 4,300 | 1,700 | 1,701.14 | 34.30 | 1,816.88 | 1,782.57 |
| 4,800 | 1,700 | 1,701.13 | 34.17 | 1,805.00 | 1,770.83 |
| 5,000 | 1,650 | 1,651.12 | 33.99 | 1,800.25 | 1,766.26 |
| 5,100 | 1,650 | 1,651.11 | 33.87 | 1,797.88 | 1,764.00 |
| 5,325 | 1,700 | 1,701.09 | 33.54 | 1,792.53 | 1,758.99 |
| 5,400 | 1,700 | 1,701.08 | 33.41 | 1,790.75 | 1,757.34 |
| 5,775 | 1,700 | 1,701.03 | 32.59 | 1,781.84 | 1,749.25 |
| 5,810 | 1,700 | 1,701.02 | 32.50 | 1,781.01 | 1,748.51 |
| 6,425 | 1,700 | 1,700.90 | 30.46 | 1,766.41 | 1,735.95 |
| 6,620 | 1,700 | 1,700.85 | 29.62 | 1,761.78 | 1,732.15 |
| 6,750 | 1,750 | 1,750.81 | 29.01 | 1,758.69 | 1,729.68 |
| 6,900 | 1,750 | 1,750.77 | 28.23 | 1,755.13 | 1,726.89 |
| 6,950 | 1,750 | 1,750.76 | 27.96 | 1,753.94 | 1,725.98 |
| 7,030 | 1,750 | 1,750.73 | 27.51 | 1,752.04 | 1,724.53 |
| 7,400 | 1,750 | 1,750.61 | 25.10 | 1,743.25 | 1,718.15 |
| 7,700 | 1,750 | 1,750.50 | 22.69 | 1,736.13 | 1,713.43 |
| 8,725 | 1,700 | 1,700.04 | 6.31 | 1,711.78 | 1,705.47 |
| 8,800 | 1,700 | 1,700.00 | 0.00 | 1,710.00 | 1,710.00 |

Tabla 3.25 Perfil No 18, Azimut 255°.

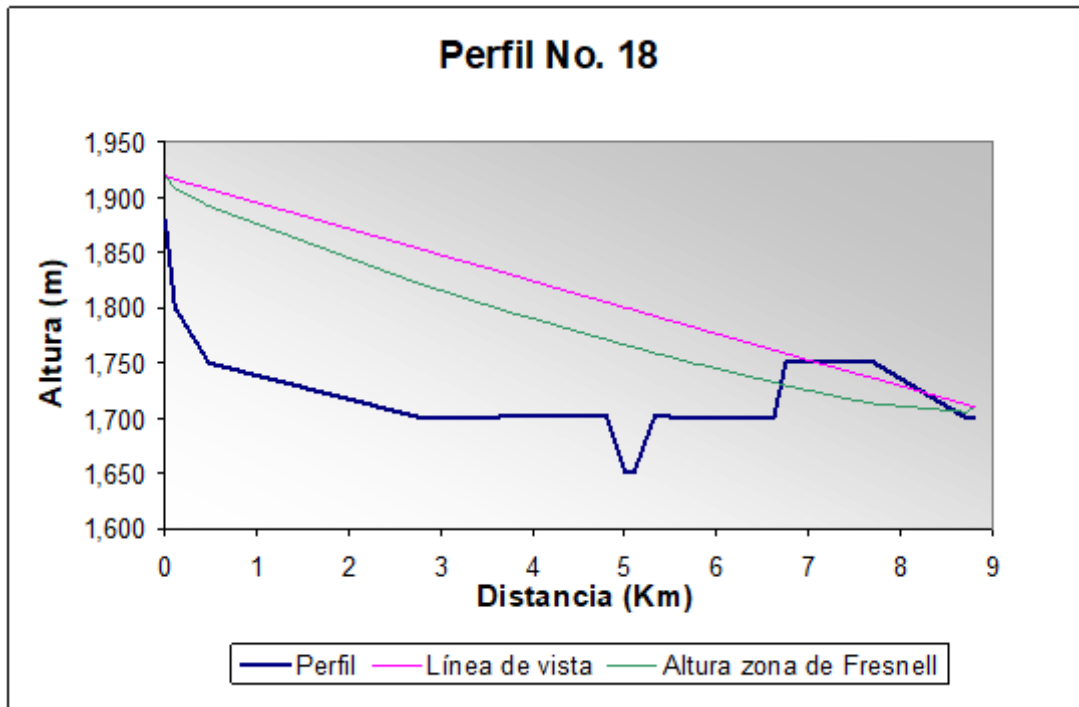


Figura 3.30 Perfil No 18, Azimut 255°.

PERFIL No 19

Azimut: grado 270°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 125 | 1,800 | 1,800.12 | 8.15 | 1,916.98 | 1,908.83 |
| 270 | 1,750 | 1,750.25 | 11.92 | 1,914.63 | 1,902.71 |
| 3,760 | 1,750 | 1,752.71 | 39.23 | 1,858.14 | 1,818.90 |
| 3,795 | 1,750 | 1,752.72 | 39.36 | 1,857.57 | 1,818.21 |
| 4,050 | 1,700 | 1,702.84 | 40.23 | 1,853.44 | 1,813.21 |
| 5,250 | 1,700 | 1,703.32 | 43.44 | 1,834.02 | 1,790.57 |
| 5,750 | 1,700 | 1,703.46 | 44.40 | 1,825.92 | 1,781.53 |
| 5,825 | 1,700 | 1,703.48 | 44.52 | 1,824.71 | 1,780.19 |
| 6,000 | 1,700 | 1,703.53 | 44.79 | 1,821.88 | 1,777.08 |
| 6,050 | 1,700 | 1,703.54 | 44.87 | 1,821.07 | 1,776.20 |
| 6,350 | 1,700 | 1,703.60 | 45.27 | 1,816.21 | 1,770.94 |
| 6,425 | 1,700 | 1,703.62 | 45.36 | 1,815.00 | 1,769.64 |
| 6,500 | 1,748 | 1,751.63 | 45.44 | 1,813.78 | 1,768.34 |
| 7,375 | 1,750 | 1,753.74 | 46.12 | 1,799.62 | 1,753.50 |
| 7,700 | 1,750 | 1,753.76 | 46.23 | 1,794.36 | 1,748.13 |
| 7,975 | 1,750 | 1,753.76 | 46.26 | 1,789.90 | 1,743.64 |
| 8,050 | 1,750 | 1,753.76 | 46.26 | 1,788.69 | 1,742.43 |
| 8,200 | 1,750 | 1,753.76 | 46.25 | 1,786.26 | 1,740.01 |
| 8,325 | 1,750 | 1,753.76 | 46.22 | 1,784.24 | 1,738.01 |
| 8,450 | 1,750 | 1,753.75 | 46.19 | 1,782.22 | 1,736.03 |
| 8,625 | 1,750 | 1,753.74 | 46.12 | 1,779.38 | 1,733.26 |
| 8,900 | 1,700 | 1,703.71 | 45.97 | 1,774.93 | 1,728.96 |
| 9,075 | 1,700 | 1,703.69 | 45.84 | 1,772.10 | 1,726.26 |
| 9,275 | 1,700 | 1,703.67 | 45.67 | 1,768.86 | 1,723.19 |
| 9,350 | 1,700 | 1,703.65 | 45.60 | 1,767.65 | 1,722.05 |
| 9,425 | 1,650 | 1,653.64 | 45.52 | 1,766.43 | 1,720.91 |
| 9,525 | 1,600 | 1,603.63 | 45.41 | 1,764.81 | 1,719.40 |
| 9,600 | 1,600 | 1,603.61 | 45.33 | 1,763.60 | 1,718.27 |
| 9,675 | 1,650 | 1,653.60 | 45.24 | 1,762.39 | 1,717.15 |
| 9,775 | 1,700 | 1,703.58 | 45.11 | 1,760.77 | 1,715.66 |
| 10,250 | 1,700 | 1,703.46 | 44.40 | 1,753.08 | 1,708.68 |
| 10,320 | 1,700 | 1,703.45 | 44.27 | 1,751.95 | 1,707.67 |
| 10,575 | 1,750 | 1,753.37 | 43.80 | 1,747.82 | 1,704.02 |
| 10,850 | 1,750 | 1,753.28 | 43.23 | 1,743.37 | 1,700.14 |

Tabla 3.26 Perfil No 19, Azimut 270°.

| Distancia desde Tx | Altura sin corrección | Altura corregida | Radio 1a zona Fresnel | Altura línea de vista | Altura 1a zona Fresnel |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| Mts | Mts | Mts | Mts | Mts | Mts |
| 10,920 | 1,750 | 1,753.26 | 43.07 | 1,742.23 | 1,699.16 |
| 11,800 | 1,700 | 1,702.91 | 40.71 | 1,727.99 | 1,687.28 |
| 12,275 | 1,650 | 1,652.69 | 39.10 | 1,720.30 | 1,681.19 |
| 13,025 | 1,650 | 1,652.28 | 36.00 | 1,708.16 | 1,672.16 |
| 13,340 | 1,650 | 1,652.09 | 34.45 | 1,703.06 | 1,668.61 |
| 13,400 | 1,650 | 1,652.05 | 34.13 | 1,702.09 | 1,667.95 |
| 13,525 | 1,650 | 1,651.97 | 33.46 | 1,700.06 | 1,666.61 |
| 13,580 | 1,650 | 1,651.93 | 33.15 | 1,699.17 | 1,666.02 |
| 13,675 | 1,650 | 1,651.87 | 32.61 | 1,697.64 | 1,665.03 |
| 14,325 | 1,650 | 1,651.41 | 28.33 | 1,687.11 | 1,658.79 |
| 15,075 | 1,650 | 1,650.82 | 21.59 | 1,674.97 | 1,653.38 |
| 15,225 | 1,650 | 1,650.69 | 19.86 | 1,672.55 | 1,652.68 |
| 15,360 | 1,650 | 1,650.58 | 18.13 | 1,670.36 | 1,652.23 |
| 16,000 | 1,650 | 1,650.00 | 0.00 | 1,660.00 | 1,660.00 |

Tabla 3.26 Perfil No 19, Azimut 270° (continuación).

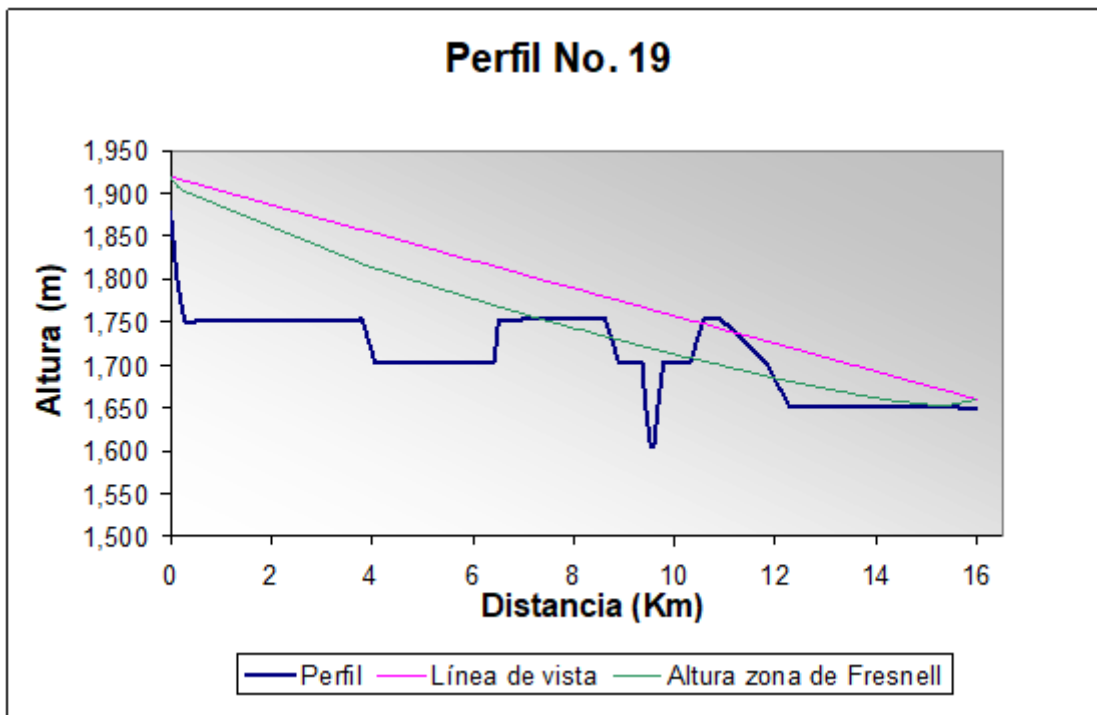


Figura 3.31 Perfil No 19, Azimut 270°.

PERFIL No 20

Azimut: grado 285°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 125 | 1,800 | 1,800.12 | 8.15 | 1,916.57 | 1,908.42 |
| 230 | 1,750 | 1,750.21 | 11.01 | 1,914.53 | 1,903.52 |
| 425 | 1,750 | 1,750.39 | 14.88 | 1,910.74 | 1,895.86 |
| 475 | 1,750 | 1,750.43 | 15.70 | 1,909.77 | 1,894.07 |
| 4,025 | 1,700 | 1,702.81 | 40.11 | 1,840.78 | 1,800.67 |
| 4,225 | 1,700 | 1,702.90 | 40.74 | 1,836.89 | 1,796.15 |
| 5,300 | 1,700 | 1,703.30 | 43.48 | 1,816.00 | 1,772.52 |
| 5,425 | 1,700 | 1,703.34 | 43.73 | 1,813.57 | 1,769.84 |
| 8,700 | 1,750 | 1,753.68 | 45.91 | 1,749.92 | 1,704.01 |
| 8,780 | 1,750 | 1,753.67 | 45.87 | 1,748.37 | 1,702.50 |
| 8,975 | 1,750 | 1,753.65 | 45.73 | 1,744.58 | 1,698.85 |
| 9,075 | 1,750 | 1,753.64 | 45.65 | 1,742.64 | 1,696.98 |
| 10,030 | 1,700 | 1,703.46 | 44.51 | 1,724.08 | 1,679.57 |
| 10,085 | 1,700 | 1,703.45 | 44.42 | 1,723.01 | 1,678.58 |
| 10,725 | 1,700 | 1,703.26 | 43.22 | 1,710.57 | 1,667.35 |
| 10,760 | 1,700 | 1,703.25 | 43.14 | 1,709.89 | 1,666.75 |
| 10,950 | 1,700 | 1,703.19 | 42.71 | 1,706.20 | 1,663.49 |
| 11,270 | 1,700 | 1,703.07 | 41.90 | 1,699.98 | 1,658.08 |
| 11,350 | 1,700 | 1,703.04 | 41.69 | 1,698.42 | 1,656.74 |
| 11,500 | 1,650 | 1,652.97 | 41.26 | 1,695.51 | 1,654.24 |
| 11,550 | 1,650 | 1,652.95 | 41.12 | 1,694.54 | 1,653.42 |
| 11,750 | 1,700 | 1,702.87 | 40.51 | 1,690.65 | 1,650.14 |
| 12,000 | 1,700 | 1,702.75 | 39.69 | 1,685.79 | 1,646.11 |
| 12,250 | 1,700 | 1,702.63 | 38.79 | 1,680.93 | 1,642.14 |
| 12,350 | 1,700 | 1,702.58 | 38.41 | 1,678.99 | 1,640.58 |
| 12,370 | 1,700 | 1,702.57 | 38.33 | 1,678.60 | 1,640.27 |
| 12,450 | 1,700 | 1,702.52 | 38.02 | 1,677.05 | 1,639.03 |
| 12,475 | 1,700 | 1,702.51 | 37.92 | 1,676.56 | 1,638.64 |
| 12,525 | 1,650 | 1,652.48 | 37.72 | 1,675.59 | 1,637.87 |
| 12,575 | 1,650 | 1,652.46 | 37.51 | 1,674.62 | 1,637.11 |
| 13,050 | 1,700 | 1,702.19 | 35.38 | 1,665.39 | 1,630.01 |

Tabla 3.27 Perfil No 20, Azimut 285°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---|--|---------------------------------------|--|--|---|
| 13,150 | 1,700 | 1,702.13 | 34.88 | 1,663.44 | 1,628.56 |
| 13,260 | 1,650 | 1,652.06 | 34.32 | 1,661.31 | 1,626.98 |
| 13,350 | 1,600 | 1,602.00 | 33.85 | 1,659.56 | 1,625.71 |
| 15,430 | 1,600 | 1,600.43 | 15.62 | 1,619.13 | 1,603.51 |
| 15,525 | 1,600 | 1,600.34 | 14.00 | 1,617.29 | 1,603.29 |
| 15,650 | 1,600 | 1,600.23 | 11.47 | 1,614.86 | 1,603.38 |
| 15,775 | 1,600 | 1,600.12 | 8.15 | 1,612.43 | 1,604.28 |
| 15,900 | 1,600 | 1,600.00 | 0.00 | 1,610.00 | 1,610.00 |

Tabla 3.27 Perfil No 20, Azimut 285° (continuación).

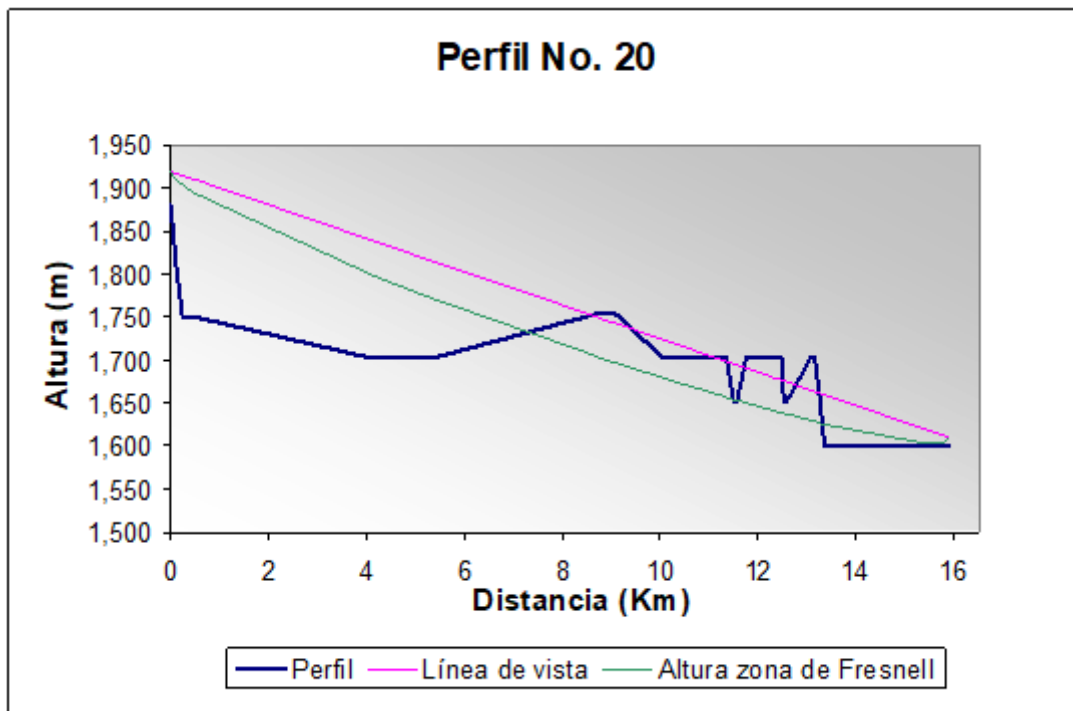


Figura 3.32 Perfil No 20, Azimut 285°.

PERFIL No 21

Azimut: grado 300°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 mMs

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 150 | 1,800 | 1,800.14 | 8.92 | 1,916.51 | 1,907.59 |
| 475 | 1,750 | 1,750.42 | 15.70 | 1,911.11 | 1,895.42 |
| 3,125 | 1,700 | 1,702.29 | 36.57 | 1,867.12 | 1,830.55 |
| 5,255 | 1,700 | 1,703.20 | 43.18 | 1,831.75 | 1,788.57 |
| 5,500 | 1,700 | 1,703.27 | 43.65 | 1,827.69 | 1,784.04 |
| 5,550 | 1,700 | 1,703.28 | 43.74 | 1,826.86 | 1,783.12 |
| 5,675 | 1,700 | 1,703.31 | 43.95 | 1,824.78 | 1,780.83 |
| 6,975 | 1,700 | 1,703.54 | 45.42 | 1,803.20 | 1,757.77 |
| 7,075 | 1,700 | 1,703.55 | 45.48 | 1,801.54 | 1,756.05 |
| 7,225 | 1,700 | 1,703.56 | 45.56 | 1,799.05 | 1,753.49 |
| 7,675 | 1,700 | 1,703.58 | 45.68 | 1,791.58 | 1,745.90 |
| 7,725 | 1,700 | 1,703.58 | 45.68 | 1,790.75 | 1,745.07 |
| 8,000 | 1,700 | 1,703.57 | 45.67 | 1,786.18 | 1,740.51 |
| 8,160 | 1,700 | 1,703.57 | 45.63 | 1,783.52 | 1,737.89 |
| 8,800 | 1,600 | 1,603.52 | 45.30 | 1,772.90 | 1,727.59 |
| 9,500 | 1,600 | 1,603.41 | 44.58 | 1,761.28 | 1,716.69 |
| 9,575 | 1,600 | 1,603.39 | 44.48 | 1,760.03 | 1,715.55 |
| 9,650 | 1,650 | 1,653.37 | 44.38 | 1,758.79 | 1,714.41 |
| 9,800 | 1,650 | 1,653.34 | 44.15 | 1,756.29 | 1,712.14 |
| 9,925 | 1,600 | 1,603.31 | 43.95 | 1,754.22 | 1,710.27 |
| 10,200 | 1,600 | 1,603.24 | 43.46 | 1,749.65 | 1,706.19 |
| 10,360 | 1,650 | 1,653.19 | 43.15 | 1,747.00 | 1,703.85 |
| 10,475 | 1,700 | 1,703.16 | 42.91 | 1,745.09 | 1,702.18 |
| 10,600 | 1,700 | 1,703.12 | 42.64 | 1,743.01 | 1,700.38 |
| 10,650 | 1,650 | 1,653.10 | 42.52 | 1,742.18 | 1,699.66 |
| 10,900 | 1,650 | 1,653.01 | 41.92 | 1,738.03 | 1,696.11 |
| 11,025 | 1,700 | 1,702.96 | 41.59 | 1,735.96 | 1,694.36 |
| 11,125 | 1,700 | 1,702.93 | 41.32 | 1,734.30 | 1,692.97 |
| 11,200 | 1,650 | 1,652.90 | 41.11 | 1,733.05 | 1,691.94 |
| 11,250 | 1,600 | 1,602.88 | 40.97 | 1,732.22 | 1,691.25 |
| 11,350 | 1,600 | 1,602.84 | 40.68 | 1,730.56 | 1,689.89 |
| 11,685 | 1,600 | 1,602.69 | 39.61 | 1,725.00 | 1,685.39 |
| 12,025 | 1,600 | 1,602.53 | 38.40 | 1,719.35 | 1,680.96 |
| 12,175 | 1,600 | 1,602.45 | 37.82 | 1,716.86 | 1,679.05 |

Tabla 3.28 Perfil No 21, Azimut 300°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| 12,250 | 1,600 | 1,602.41 | 37.52 | 1,715.62 | 1,678.10 |
| 12,360 | 1,600 | 1,602.35 | 37.06 | 1,713.79 | 1,676.73 |
| 12,580 | 1,600 | 1,602.23 | 36.10 | 1,710.14 | 1,674.04 |
| 12,650 | 1,550 | 1,552.19 | 35.78 | 1,708.98 | 1,673.20 |
| 12,700 | 1,550 | 1,552.16 | 35.54 | 1,708.15 | 1,672.61 |
| 12,950 | 1,600 | 1,602.02 | 34.31 | 1,704.00 | 1,669.69 |
| 13,125 | 1,600 | 1,601.91 | 33.38 | 1,701.09 | 1,667.71 |
| 13,215 | 1,600 | 1,601.85 | 32.88 | 1,699.60 | 1,666.72 |
| 13,335 | 1,600 | 1,601.78 | 32.19 | 1,697.60 | 1,665.42 |
| 13,360 | 1,600 | 1,601.76 | 32.04 | 1,697.19 | 1,665.15 |
| 13,450 | 1,650 | 1,651.70 | 31.49 | 1,695.70 | 1,664.20 |
| 13,550 | 1,650 | 1,651.63 | 30.87 | 1,694.04 | 1,663.17 |
| 13,580 | 1,650 | 1,651.61 | 30.67 | 1,693.54 | 1,662.86 |
| 13,845 | 1,650 | 1,651.43 | 28.87 | 1,689.14 | 1,660.27 |
| 14,375 | 1,650 | 1,651.04 | 24.58 | 1,680.34 | 1,655.76 |
| 15,600 | 1,650 | 1,650.00 | 0.00 | 1,660.00 | 1,660.00 |

Tabla 3.28 Perfil No 21, Azimut 30° (continuación).

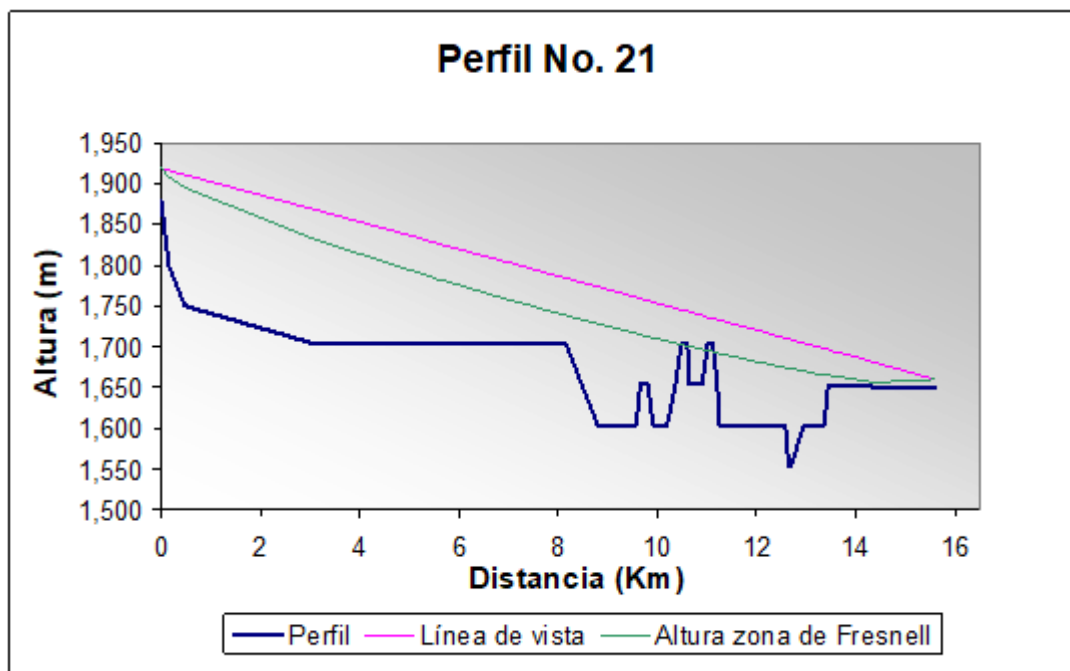


Figura 3.33 Perfil No 21, Azimut 300°.

PERFIL No 22

Azimut: grado 315°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|---|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 150 | 1,800 | 1,800.14 | 8.92 | 1,916.98 | 1,908.07 |
| 250 | 1,750 | 1,750.22 | 11.47 | 1,915.64 | 1,904.17 |
| 3,800 | 1,700 | 1,702.62 | 39.20 | 1,867.93 | 1,828.73 |
| 5,825 | 1,700 | 1,703.33 | 44.15 | 1,840.71 | 1,796.56 |
| 5,975 | 1,700 | 1,703.36 | 44.37 | 1,838.69 | 1,794.32 |
| 6,450 | 1,700 | 1,703.45 | 44.94 | 1,832.31 | 1,787.37 |
| 6,865 | 1,700 | 1,703.50 | 45.29 | 1,826.73 | 1,781.44 |
| 7,775 | 1,700 | 1,703.55 | 45.61 | 1,814.50 | 1,768.89 |
| 8,190 | 1,700 | 1,703.54 | 45.54 | 1,808.92 | 1,763.38 |
| 8,250 | 1,700 | 1,703.54 | 45.52 | 1,808.12 | 1,762.59 |
| 11,150 | 1,700 | 1,702.88 | 41.09 | 1,769.14 | 1,728.05 |
| 11,450 | 1,700 | 1,702.76 | 40.19 | 1,765.11 | 1,724.91 |
| 11,730 | 1,700 | 1,702.63 | 39.27 | 1,761.34 | 1,722.08 |
| 11,835 | 1,700 | 1,702.58 | 38.90 | 1,759.93 | 1,721.04 |
| 12,275 | 1,700 | 1,702.36 | 37.19 | 1,754.02 | 1,716.83 |
| 12,730 | 1,700 | 1,702.11 | 35.15 | 1,747.90 | 1,712.76 |
| 13,425 | 1,800 | 1,801.68 | 31.33 | 1,738.56 | 1,707.23 |
| 14,170 | 1,800 | 1,801.15 | 25.94 | 1,728.55 | 1,702.61 |
| 14,250 | 1,750 | 1,751.09 | 25.25 | 1,727.47 | 1,702.23 |
| 14,475 | 1,700 | 1,700.91 | 23.14 | 1,724.45 | 1,701.31 |
| 14,675 | 1,700 | 1,700.75 | 21.02 | 1,721.76 | 1,700.74 |
| 15,000 | 1,700 | 1,700.48 | 16.85 | 1,717.39 | 1,700.54 |
| 15,150 | 1,700 | 1,700.36 | 14.44 | 1,715.38 | 1,700.94 |
| 15,550 | 1,700 | 1,700.00 | 0.00 | 1,710.00 | 1,710.00 |

Tabla 3.29 Perfil No 22, Azimut 315°.

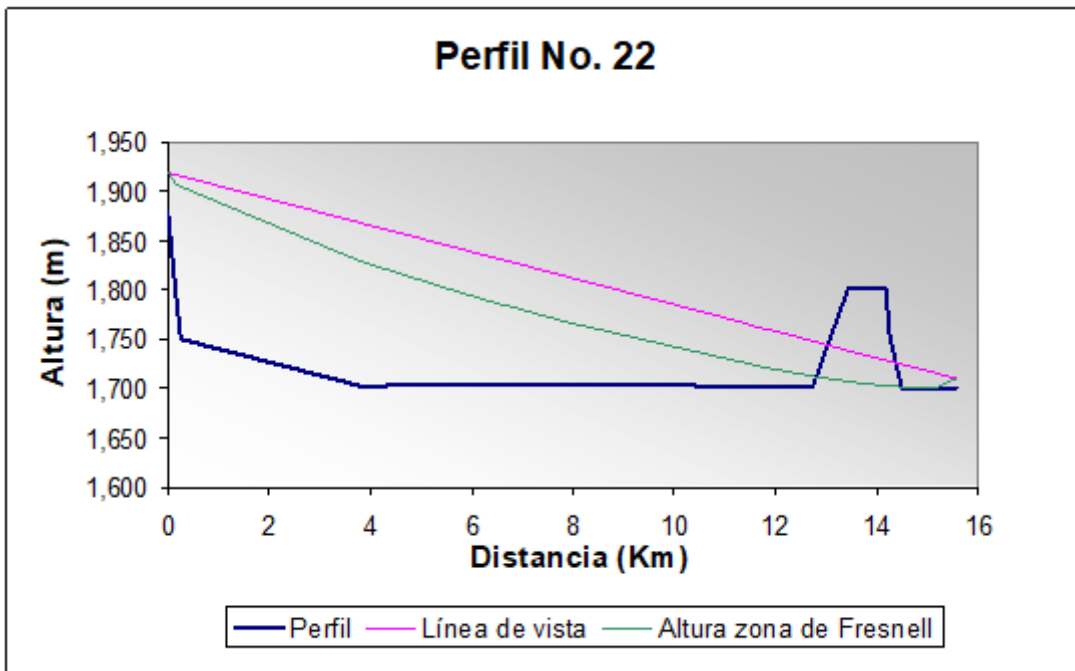


Figura 3.34 Perfil No 22, Azimut 315°.

PERFIL No 23

Azimut: grado 330°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,800 | 1,800.00 | 0.00 | 1,840.00 | 1,840.00 |
| 65 | 1,800 | 1,800.06 | 5.89 | 1,838.97 | 1,833.08 |
| 310 | 1,750 | 1,750.29 | 12.75 | 1,835.07 | 1,822.31 |
| 5,550 | 1,700 | 1,703.42 | 44.05 | 1,751.66 | 1,707.60 |
| 5,650 | 1,700 | 1,703.44 | 44.24 | 1,750.07 | 1,705.83 |
| 7,175 | 1,700 | 1,703.73 | 46.04 | 1,725.79 | 1,679.75 |
| 7,235 | 1,700 | 1,703.74 | 46.07 | 1,724.84 | 1,678.76 |
| 8,980 | 1,700 | 1,703.72 | 45.95 | 1,697.06 | 1,651.11 |
| 10,035 | 1,750 | 1,753.53 | 44.79 | 1,680.27 | 1,635.48 |
| 10,275 | 1,750 | 1,753.47 | 44.40 | 1,676.45 | 1,632.04 |
| 10,385 | 1,750 | 1,753.44 | 44.21 | 1,674.70 | 1,630.49 |
| 10,580 | 1,750 | 1,753.38 | 43.84 | 1,671.59 | 1,627.75 |
| 11,050 | 1,750 | 1,753.23 | 42.83 | 1,664.11 | 1,621.28 |
| 12,660 | 1,700 | 1,702.50 | 37.69 | 1,638.48 | 1,600.79 |
| 13,375 | 1,700 | 1,702.08 | 34.37 | 1,627.10 | 1,592.73 |
| 13,625 | 1,700 | 1,701.92 | 33.01 | 1,623.12 | 1,590.11 |
| 13,670 | 1,700 | 1,701.89 | 32.76 | 1,622.41 | 1,589.65 |
| 14,690 | 1,700 | 1,701.15 | 25.55 | 1,606.17 | 1,580.63 |
| 14,750 | 1,700 | 1,701.10 | 25.01 | 1,605.22 | 1,580.20 |
| 14,835 | 1,700 | 1,701.03 | 24.23 | 1,603.86 | 1,579.63 |
| 15,300 | 1,650 | 1,650.65 | 19.18 | 1,596.46 | 1,577.28 |
| 15,650 | 1,600 | 1,600.34 | 13.91 | 1,590.89 | 1,576.98 |
| 15,810 | 1,575 | 1,575.20 | 10.53 | 1,588.34 | 1,577.81 |
| 16,020 | 1,575 | 1,575.00 | 0.00 | 1,585.00 | 1,585.00 |

Tabla 3.30 Perfil No 23, Azimut 330°.

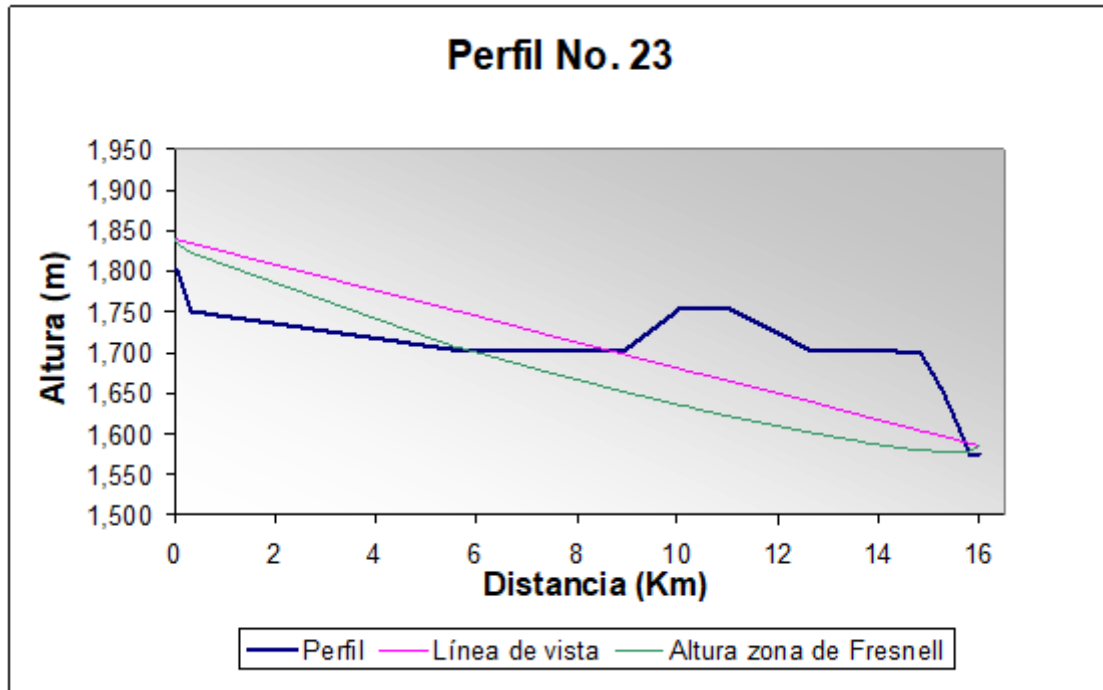


Figura 3.35 Perfil No 23, Azimut 330°.

PERFIL No 24

Azimut: grado 345°

Frecuencia: 560 Mhz

Altura de la torre: 40 Mts

Altura antena rx: 10 Mts

Altura del sitio de tx: 1879 Mts

Altura sistema radiante. 1919 Mts

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|-------------------------------|----------------------------------|-----------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 1,879 | 1,879.00 | 0.00 | 1,919.00 | 1,919.00 |
| 85 | 1,800 | 1,800.08 | 6.73 | 1,918.16 | 1,911.43 |
| 180 | 1,750 | 1,750.17 | 9.76 | 1,917.21 | 1,907.45 |
| 240 | 1,750 | 1,750.22 | 11.25 | 1,916.62 | 1,905.37 |
| 335 | 1,750 | 1,750.31 | 13.25 | 1,915.68 | 1,902.43 |
| 4,185 | 1,700 | 1,702.91 | 40.67 | 1,877.46 | 1,836.79 |
| 4,425 | 1,750 | 1,753.02 | 41.40 | 1,875.08 | 1,833.68 |
| 5,275 | 1,750 | 1,753.33 | 43.51 | 1,866.65 | 1,823.14 |
| 5,525 | 1,750 | 1,753.41 | 44.01 | 1,864.16 | 1,820.16 |
| 5,600 | 1,750 | 1,753.43 | 44.15 | 1,863.42 | 1,819.27 |
| 5,850 | 1,750 | 1,753.50 | 44.58 | 1,860.94 | 1,816.36 |
| 6,350 | 1,750 | 1,753.61 | 45.29 | 1,855.98 | 1,810.69 |
| 6,535 | 1,750 | 1,753.64 | 45.50 | 1,854.14 | 1,808.64 |
| 6,775 | 1,750 | 1,753.68 | 45.74 | 1,851.76 | 1,806.02 |
| 6,900 | 1,750 | 1,753.70 | 45.85 | 1,850.52 | 1,804.67 |
| 6,975 | 1,750 | 1,753.71 | 45.90 | 1,849.77 | 1,803.87 |
| 8,220 | 1,750 | 1,753.77 | 46.28 | 1,837.42 | 1,791.14 |
| 8,485 | 1,750 | 1,753.76 | 46.21 | 1,834.79 | 1,788.58 |
| 8,560 | 1,750 | 1,753.75 | 46.18 | 1,834.04 | 1,787.86 |
| 8,725 | 1,750 | 1,753.74 | 46.11 | 1,832.40 | 1,786.30 |
| 8,775 | 1,750 | 1,753.74 | 46.08 | 1,831.91 | 1,785.83 |
| 9,000 | 1,750 | 1,753.71 | 45.94 | 1,829.67 | 1,783.74 |
| 9,125 | 1,750 | 1,753.70 | 45.84 | 1,828.43 | 1,782.59 |
| 9,175 | 1,750 | 1,753.69 | 45.80 | 1,827.94 | 1,782.14 |
| 12,200 | 1,700 | 1,702.74 | 39.45 | 1,797.91 | 1,758.46 |
| 12,250 | 1,700 | 1,702.71 | 39.27 | 1,797.42 | 1,758.14 |
| 12,430 | 1,650 | 1,652.62 | 38.61 | 1,795.63 | 1,757.03 |
| 12,480 | 1,650 | 1,652.60 | 38.41 | 1,795.13 | 1,756.72 |
| 12,730 | 1,600 | 1,602.46 | 37.40 | 1,792.65 | 1,755.25 |
| 12,770 | 1,600 | 1,602.44 | 37.23 | 1,792.26 | 1,755.03 |
| 12,985 | 1,600 | 1,602.32 | 36.28 | 1,790.12 | 1,753.84 |
| 13,625 | 1,600 | 1,601.92 | 33.01 | 1,783.77 | 1,750.76 |
| 13,965 | 1,650 | 1,651.69 | 30.96 | 1,780.40 | 1,749.44 |
| 14,035 | 1,650 | 1,651.64 | 30.50 | 1,779.70 | 1,749.20 |

Tabla 3.31 Perfil No 24, Azimut 345°.

| Distancia desde Tx Mts | Altura sin corrección Mts | Altura corregida Mts | Radio 1a zona Fresnel Mts | Altura línea de vista Mts | Altura 1a zona Fresnel Mts |
|---|--|---------------------------------------|--|--|---|
| 14,075 | 1,650 | 1,651.61 | 30.24 | 1,779.30 | 1,749.07 |
| 14,175 | 1,700 | 1,701.54 | 29.56 | 1,778.31 | 1,748.76 |
| 14,235 | 1,700 | 1,701.49 | 29.13 | 1,777.72 | 1,748.58 |
| 16,020 | 1,750 | 1,750.00 | 0.00 | 1,760.00 | 1,760.00 |

Tabla 3.31 Perfil No 24, Azimut 345° (continuación).

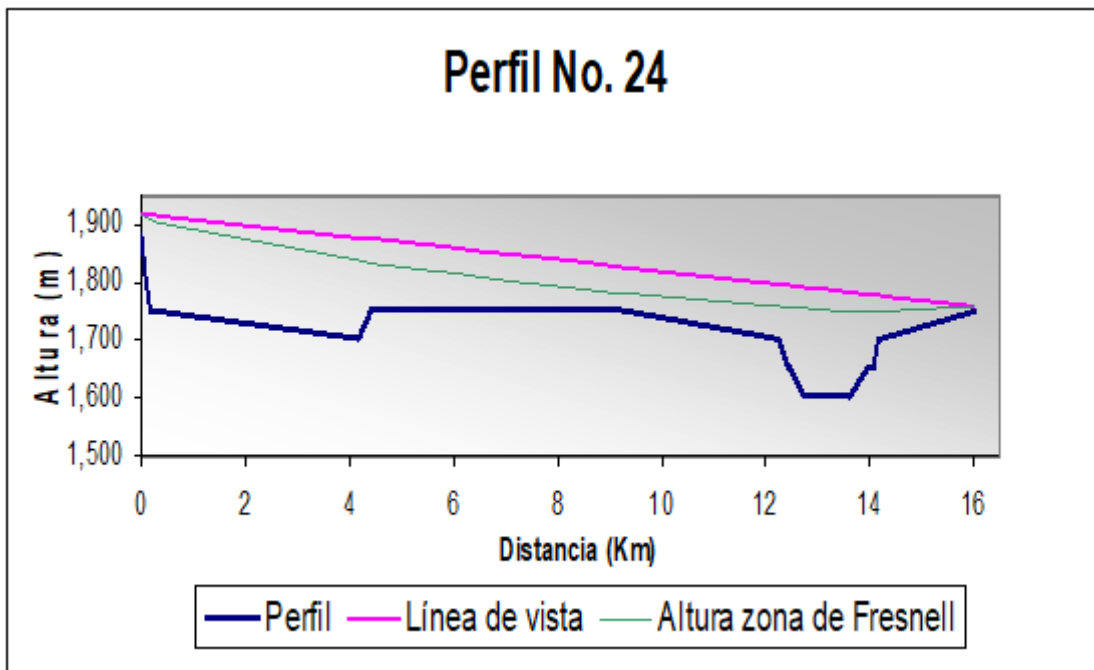


Figura 3.36 Perfil No 24, Azimut 345°.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS

4.1 INTRODUCCION

La CNTV exige algunas características técnicas mínimas ha tener en cuenta en la escogencia de los equipos necesarios para el montaje de un canal de televisión, bien sea de baja, mediana o alta potencia .

Teniendo en cuenta estas características, se describirán algunos de los equipos que se adaptan mejor a lo anterior, en realidad hay diversas firmas de fabricantes de equipos transmisores, moduladores, demoduladores, antenas, etc., pero solo hemos tenido en cuenta las mas reconocidas firmas como lo son: OMB Sistemas Electrónicos S.A., Pico Macon, Blonder Tongue, Holland, Jampro, entre otras.

4.2 EQUIPO TRANSMISOR



Figura 4.1 Equipo transmisor.

Según la Comisión Nacional de Televisión CNTV se debe tener en cuenta algunas característica técnicas básicas que deben tener los sistemas transmisores para su compatibilidad con la red de radiodifusión en Colombia, las cuales son:

| | |
|--|--|
| Sistema: | NTSC, norma M |
| Impedancia de salida: | 50 ohmios |
| Nivel de vídeo de entrada: | 1 V pp. |
| Impedancia de vídeo de entrada: | 75 ohmios desbalanceados |
| Conector de entrada de vídeo: | BNC |
| Nivel de sonido de entrada: | Entre 0dBm a + 6dBm |
| Ganancia diferencial: | Menor o igual al 10% |
| Fase diferencial: | Menor o igual a 3ϕ |
| Subportadora de color: | 3.58 MHz |
| Relación señal / ruido: | 60 dB |
| Relación señal / ruido para equipos de baja y muy baja potencia: | Mayor o igual a 55 dB |
| Atenuación 2ª armónica con respecto a portadora de vídeo: | Mayor o igual a 55 dB |
| Respuesta de frecuencias: | CCIR, norma M |
| Estabilidad de frecuencia: | ± 0.2 Hz para Isofrecuencia ± 1 Hz para Offset de precisión |
| Sincronismo interno: | 10^{-8} seg/año |
| Productos de intermodulación: | Mejor que -55 dB |
| Rango de temperatura: | Indicar |
| Altura: | De acuerdo a la ubicación de la Estación |
| Filtros supresores tipo "SAW": | Incluir |
| Filtros supresores tipo "NOTCH": | Incluir |
| Corrector de retardo de grupo: | Incluir para transmisores de mediana y alta potencia |
| Corrector de linealidad: | incluir |
| Atenuación a espúreas con respecto a portadora de vídeo: | 60 dB |

| | |
|---|--------------------------------------|
| Voltaje de operación: | indicar |
| Frecuencia de red: | 60 Hz |
| Regulador con transformador de aislamiento: | Indicar |
| Consumo de potencia y tipo de ventilación: | Indicar |
| Potencia señal de audio | Típicamente el 10% respecto al video |
| Tipo de amplificación: | Separada para TX de mas de 1Kw. |

Tabla 4.1 Características técnicas del sistema transmisor.

Conforme a lo anterior , se describirá algunos equipos transmisores que cumplen con las características exigidas, además de cumplir con las necesidades del diseño.

Para transmitir las señales de televisión desde el edificio de producción de televisión, al sitio de transmisión, desde donde será radiada la señal hacia la ciudad se necesita un transmisor de 5 W. El transmisor estimado para radiar la señal de televisión hacia la comunidad es de 50 W, teniendo en cuenta estos parámetros, se detallan algunos equipos transmisores aptos para tal fin.

4.2.1 Modulador - Transmisor MOT 1/5.

Este modulador-transmisor, esta proyectado para ser utilizado como pequeño transmisor o bien como fuente excitadora de medianas y grandes emisoras de televisión. El cuidadoso diseño de este equipo permite la conexión al mismo, tanto de receptores de satélite, como de señales procedentes de enlaces de microondas, para ser utilizado como emisora terrestre de T.V ó reemisor de satélite.

Características mas destacables:

- Potencia de salida 1a 5W
- -58dB de intermodulacion
- Modulación AM negativa, estándar BG.
- Filtro de ondas superficiales SAW.
- Oscilador local sintetizado.
- Filtro de salida plateado.
- Control manual y automático de ganancia.
- Doble salida de FI (opción para un segundo transmisor).
- Amplificadores de RF en banda ancha.
- Acoplador direccional de RF.
- Lecturas externas de los siguientes parámetros: nivel de video, nivel de audio, temperatura del paso final, tensión de 24V cc., tensión VCO, tensión de CAG, potencia directa, potencia reflejada.
- Alimentación 110 a 220V ca. Y 24V cc., con cargador de baterías incorporado y desconexión automática de la alimentación de la batería, cuando su tensión baja de 22V.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|----------------------------------|---------------|
| Sección de audio | |
| Nivel de audio | -6/+10 dBm |
| Impedancia de entrada | 600 ohms |
| Relación señal / ruido | >= 63 dB |
| Conector de entrada | Tipo XLR |
| Frecuencia intermedia | 33,4 Mhz |
| Sección de video | |
| Nivel de entrada | 1 Vpp |
| Impedancia de entrada | 75 ohms |
| Conector de entrada | Tipo BNC, XLR |
| Frecuencia intermedia | 38,9 Mhz |

| | |
|----------------------------------|---------------------------------------|
| Sección transmisor | |
| Gama de frecuencia | 470 a 860 Mhz |
| Potencia de salida | Regulable a 0,5 a 5 W |
| Nivel de armónicos y espurias | < 60 dB |
| Intermodulacion a 5 W | < 56 dB |
| Conector de salida | Tipo N |
| Datos generales | |
| Temperatura ambiental de trabajo | De – 10 a 45°C |
| Impedancia de salida | 50 ohms |
| Alimentación | 220V ca., +/- 10 %; 24V cc., +/- 10 % |

Tabla 4.2 Características técnicas del equipo transmisor MOT 1/5.

4.2.2 Modulador - Transmisor MOT 50

El transmisor MOT 50 es un equipo profesional, en conformidad con los mas estrictos requerimientos de radiodifusión internacional, excede en muchos casos las especificaciones establecidas por la CCIR y la FCC. Su construcción es robusta, estructura modular, construido para ser una base transmisora que puede ser conectado directamente a la antena, o como excitador piloto para sistemas de mediana y alta potencia (100 W a 5 KW), contiene precorrector de linealidad.

| | |
|----------------------------------|-----------------------|
| ESPECIFICACIONES TECNICAS | |
| Datos Generales | |
| Estándares | B, D,G, H, I, M, N, K |
| Rango de Frecuencia | VHF, UHF |
| Rango de Temperatura Ambiente | Desde –10° a +45° |
| Temperatura | Desde –30° a +80° |
| Máximo de Humedad Relativa | 95% |

| | |
|--|----------------------------------|
| Voltaje de Alimentación | 115/230 Vac. +/- 20% o +36 V dc. |
| Consumo de Potencia | 185 VA |
| Dimensiones | 483 x 470 x 135mm |
| Peso | 13 Kg |
| Video | |
| Impedancia de entrada | 75 ohm |
| Nivel de entrada (+/-3dB) | 1 Vpp |
| Respuesta de Frecuencia | +/- 0.5dB |
| Promedio señal Ruido | > 60dB |
| Referencia de Frecuencia Externa Entrada | 5 Mhz |
| Sonido | |
| Impedancia Entrada | 600 ohm, balanceados |
| Nivel Entrada | 0 dBm (+/-6dB) |
| Respuesta de Frecuencia | 30 Hz – 15 Khz, 0.4 % |
| Relacion Señal a Ruido | > 65dB |
| Especificaciones de Salida | |
| Potencia Nominal de Salida | 50 W |
| Impedancia de Salida | 50 ohm |
| Conector de Salida | N hembra |

Tabla 4.3 Especificaciones técnicas del equipo transmisor MOT 50.

Los transmisores de las series MOT 1/5 y MOT 50 son fabricados y distribuidos por la OMB Sistemas Electrónicos S.A.

4.2.3 Transmisor de la Serie PCAV.

La serie de transmisores de la serie PCAV es un equipo sintetizado y compacto, diseñado para operar en las bandas UHF y VHF para señales de televisión, con una potencia de salida de 2, 5 o 10 Vatios (W).

Contiene precorrector de retardo de grupo de video, precorrector de linealidad y la muesca para el filtro de salida.

Posee un diseño modular que asegura gran flexibilidad y fácil acceso para su mantenimiento.

- Posibilidad de línea offset.
- Frecuencia externa de referencia.
- Regenerador sincrónico.
- Medida de video sincrónico
- Ajuste externo a la frecuencia de referencia
- Ajuste externo a la amplitud de portadora de sonido
- El transmisor puede ser alimentado por la red eléctrica común o por una batería externa de 36 voltios DC.
- Permite la entrada / salida de canales en las bandas I / III / IV / V.
- Permite trabajar con los estándares PAL o NTSC.

4.2.4 Transmisor de la Serie BICAV.

Es un equipo sintetizado y compacto diseñado para operar en las bandas VHF y UHF para señales de televisión, con una potencia de salida de 2 y 5 Vatios (W).

Los transmisores de las series PCAV y BICAV son distribuidos por FM – ELECTRÓNICA.

4.2.5 Transmisor de la Serie CAV.

Los transmisores de la serie CAV, manejan una potencia de salida de 2, 5 y 10 Vatios (W), trabaja con señales de televisión en el rango de frecuencia UHF y VHF, las principales características son:

- Alta calidad de video / audio
- Alimentación a "Switching mode"

- Precorrector de IF
- Display para el control de parámetros
- Alarma de temperatura
- Amplia gama de opciones
- Bajos costos
- Estándares disponibles PAL, SECAM, NTSC.

Los transmisores de la serie CAV son distribuidos por ELETTRONIKA S.A.

4.3 EQUIPO DEMODULADOR.

Existen varias opciones de equipos demoduladores de diferentes fabricantes, a continuación se describirán los que se consideran mas apropiados para trabajar según el diseño establecido.



Figura 4.2 Equipo demodulador.

4.3.1 Demodulador Modelo HDM – 1.

El modelo HDM-1, demodulador ágil de frecuencia, a sido diseñado para recibir y demodular todos los canales UHF, VHF y CATV a banda base de audio, video y señales compuestas. Utiliza un microprocesador para asegurar exactitud y afinamiento, este procesador controla todas las funciones y permite una fácil selección de canales usando el panel frontal.

Las principales características son:

- Baja distorsión en la demodulacion.
- Entrada ágil de UHF, VHF y CATV.

- Filtro SAW.
- Salidas de audio y video ajustables.
- Salida compuesta de 4.5 Mhz.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|----------------------------------|------------------------|
| Sección RF | |
| Entrada de canales | VHF, UHF, CATV |
| Rango de entrada | -15 a +30 dBmV |
| Figura de ruido | VHF: 7dB, UHF: 8dB |
| Sección video | |
| Nivel de salida | 0.5 – 2 Vpp |
| Impedancia | 75 ohm |
| Respuesta en frecuencia | 50 Hz – 4.2 Mhz |
| Ganancia diferencial | 4% |
| Fase diferencial | 4° |
| Sección audio | |
| Nivel de salida | 2 – 2 Vpp |
| Impedancia de salida | 600 ohm desbalanceados |
| Distorsión de armónicos | 2% máximo |
| General | |
| Requerimientos de alimentación | 117 Vac, 60Hz, 10W |
| Rango de temperatura | 0° a 50° |
| Peso | 5 libras |
| Conectores | Tipo F |

Tabla 4.4 Especificaciones técnicas del equipo demodulador HDM – 1.

Este equipo demodulador es fabricado por HOLLAND ELECTRONICS CORPORATION.

4.3.2 Demodulador de la Serie AD – 1.

La serie AD-1 incluye calidad profesional, demodulación ágil de audio y video. Estas unidades proveen salida de audio y video para cualquier canal dentro del rango de frecuencias de 54 a 88 Mhz y de 108 a 806 Mhz. Es ideal para monitoreo de señales y aplicaciones condicionadas (remodulación y reprocesamiento de audio / video). La ágil selección de canales, permite cambio de canales en el aire.

La serie AD-1 toma un canal sencillo dentro de 54 a 88 Mhz y 108 a 806 Mhz y demodula la información de audio y video en banda base, al igual que la subportadora de audio de 4.5 Mhz y audio multiplexado las cuales están provistas como salidas. Tiene características de cristal sólido, control de frecuencia PLL sintetizado, con un incremento fino de 250 Khz. La selección de frecuencias es acoplada por los switches DIP del panel frontal. Un filtro de Nyquist provee estable y exacta demodulación de la banda vestigial lateral, adicionalmente este filtro minimiza la distorsión y preserva la sincronización de la señal. Un detector de cuadratura de audio, entrega una distorsión muy baja a la salida de audio.

Este equipo demodulador es fabricado por la línea BLONDER TONGUE.

4.4 ANTENAS.

Para transmitir la señal de televisión desde los estudios de producción hasta el cerro, donde se encuentran los equipos necesarios para radiar la señal, se necesita una antena directiva con medianas capacidades de transmisión, la distancia entre los mencionados sitios es de aproximadamente 3 Km; de igual manera se necesita una antena receptora de la señal en mención, ubicada adecuadamente en la torre instalada. Sobre la misma torre se coloca un arreglo de antenas transmisoras tipo panel, las cuales se encargan de radiar la señal de televisión hacia la ciudad de Popayán, ver Figura 3.12.

Se proyecta lograr una amplia cobertura de la señal sobre el municipio de Popayán, por ello se considera practico utilizar un arreglo de antenas, específicamente un arreglo de paneles de antena.

A continuación se exponen algunos tipos de antenas de diferentes fabricantes, que consideramos se ajustan a nuestros requerimientos.

4.4.1 Antena YAGI CR Corner Reflector.

Son antenas de tipo Yagi, con reflector en esquina de 90° para máximo rendimiento. Cuenta con un dipolo de tipo corbatín para máxima flexibilidad en todo el rango de frecuencias de la banda UHF. Varios modelos cuentan con elementos directores adicionales frente al dipolo. Esta antena es distribuida por Industrias VENTURELLO.



Figura 4.3 Antena Yagi tipo Corner Reflector.

4.4.2 Antena Tipo Panel UHF.

4.4.2.1 Antena panel PCI 300.

Este panel para televisión UHF PCI 300 cubre las bandas IV y V sin ajustes. Ideal para uso individual o formando parte de un sistema radiante de baja potencia. Los reflectores están hechos de aluminio anidizado, protegido con un radomo reforzado con fibra de vidrio, protección a tierra. Diseñado cuidadosamente para poco o nada de mantenimiento y fácil instalación en la torre.

Esta antena es distribuida por OMB Sistemas Electrónicos.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|----------------------------------|--------------|
| Rango de Frecuencia | 470 –806 Mhz |
| Impedancia | 50 ohm |
| Potencia Máxima por Panel | 300 W |
| Ganancia | 12.5 dB |
| Polarización | Horizontal |
| Conector de entrada | N hembra |
| R.O.E. | 1.1:1 |
| Peso | 19 libras |

Tabla 4.5 Especificaciones técnicas de la antena panel PCI 300.

4.4.2.2 Antena panel BIC-1 UHF.

Antena UHF tipo panel, distribuida por FM ELECTRÓNICA, polarización horizontal, reflector 100% en acero inoxidable, radome en fibra de vidrio, todas las partes metálicas están conectadas a tierra.

| ESPECIFICACIONES TÉCNICAS | |
|----------------------------------|---|
| Tipo | Panel UHF |
| Rango de Frecuencia | 470 - 860 Mhz |
| Conector | 7/16", 7/18" |
| Potencia Máxima | 1 Kw (7/16) – 2 Kw (7/18) |
| Impedancia | 50 ohm |
| Ganancia | 12 dB |
| R.O.E | < 1.1 |
| Polarización | Horizontal |
| Ancho de radiación a –3dB | Plano Horizontal 64, Plano Vertical 24° |
| Características Mecánicas | |
| Dimensiones | 100x45x28 cm |
| Peso | 15.4 Kg |
| Máxima Velocidad del Viento | 220 Km/h |

Tabla 4.6 Especificaciones técnicas de la antena panel BIC – 1.

4.4.2.3 Antena panel UHF JUHD.

El panel JUHD es distribuido por JAMPRO, esta basado en un diseño modular y puede ser configurado para proveer varios azimut y varios patrones de elevación. Por usar tilt opcional, el patrón de elevación puede ser configurado para maximizar la cobertura.

Para asegurar varios años de buen funcionamiento, se instalan radomos para cerrar y proteger los paneles contra la lluvia. El panel puede producir una amplia variedad de estándares y patrones azimutales comunes, las diferentes configuraciones producirán varias ganancias.

Las principales características son:

- Polarización horizontal / vertical.
- Rango de frecuencia de 470 – 800 Mhz.

- Impedancia de 50 ohm.
- R.O.E. de 1.1.1
- Rango de potencia por panel 2.5 Kw.

4.5 CABLE COAXIAL.

Para la implementación total del canal de televisión es necesario utilizar diferentes clases de cable coaxial según la función dentro del diseño. A continuación se muestra la atenuación que presentan algunos tipos de cable coaxial a diferentes longitudes.

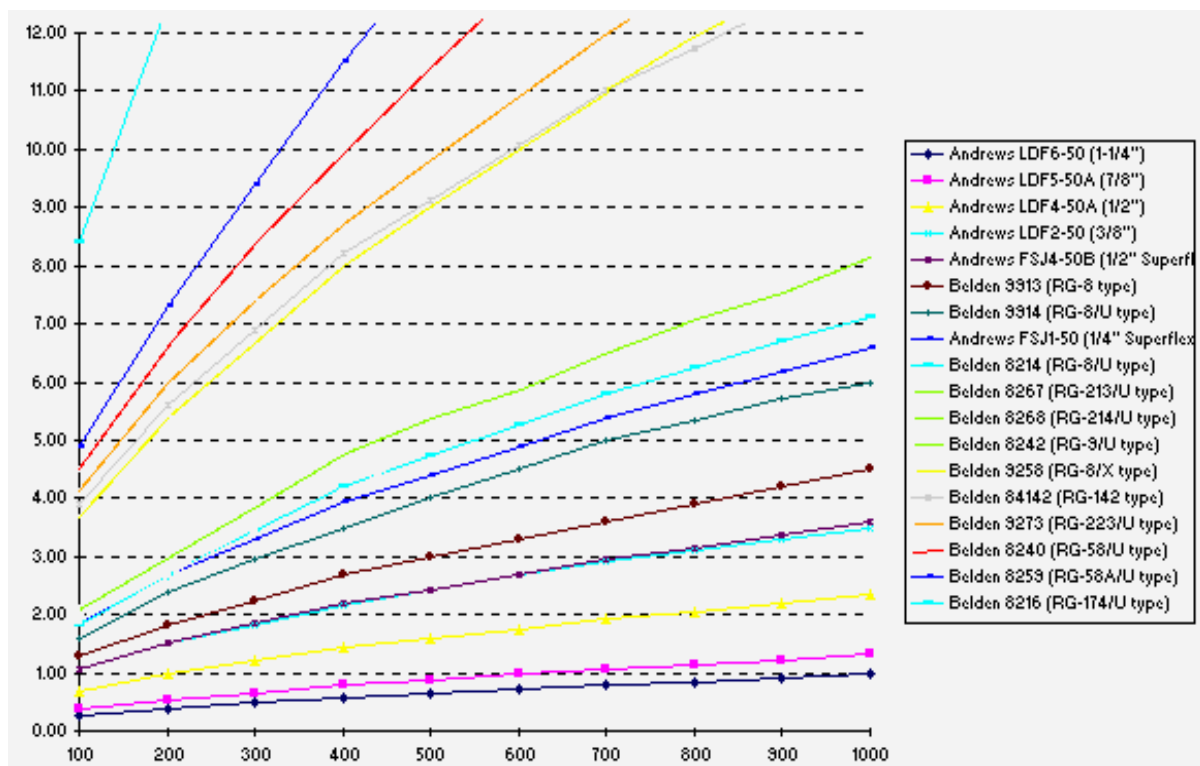


Figura 4.4 Perdidas en dB por cada 100 pies.

| Tipo | Impedancia en OHMS | Diámetro Exterior | Factor de Velocidad | Atenuación en 30m UHF, 450 MHZ | Atenuación en 30m UHF, 800 MHZ | Aislamiento | Blindaje |
|---|---------------------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------|---------------------------------|
| SJ1-50A HELIAX 1/4 SUPERFLEXIBLE | 50 | 7.4 | 84% | 3.93db | 5.33db | Foam | Cobre corrugado sólido 100% |
| FSJ4-50B HELIAX 1/2" SUPERFLEXIBLE | 50 | 13.2 | 81% | 2.32db | 3.20db | Polietileno Celular | Cobre corrugado sólido 100% |
| DF1-50 HELIAX 1/4" | 50 | 8.8 | 86% | 2.72db | 3.69db | Polietileno Celular | Cobre corrugado sólido 100% |
| LDF4-50A HELIAX 1/2" | 50 | 16 | 88% | 1.51db | 2.02db | Polietileno Celular | Cobre corrugado sólido 100% |
| LDF5-50A HELIAX 7/8" | 50 | 28 | 89% | 0.83db | 1.15db | Polietileno Celular | Cobre corrugado sólido 100% |
| DF6-50A HELIAX 1-1/4" | 50 | 39.4 | 89% | 0.61db | 0.85db | Polietileno Celular | Cobre corrugado sólido 100% |
| LDF7-50A HELIAX 1-5/8" | 50 | 50 | 88% | 0.51db | 0.71db | Polietileno Celular | Cobre corrugado sólido 100% |
| -58/U 9201 | 53.5 | 0.193int 4.90mm | 66% | 9.4db | 15.1db | Polietileno | Malla Cobrizada 78% de blindaje |
| RG-58/U 8240 | 53.5 | 0.193int 4.90mm | 66% | 8.4db | 14.7db | Polietileno | Malla Cobrizada 78% de blindaje |
| RG-8/X 9258 | 50 | 0.242int 6.15mm | 78% | 8db | 11.1db | Polietileno | Malla Cobrizada 78% de blindaje |
| RG-59 8241 | 75 | 0.242int 6.15mm | 66% | 7db | 12.9db | Polietileno | Malla Cobrizada 95% de blindaje |
| G-8/U 8214 | 50 | 0.403int 10.24mm | 78% | 4.2db | 5.7db | Polietileno Celular | Malla Cobrizada 97% de |

| | | | | | | | |
|----------------------|----|---------------------|-----|--------|--------|------------------------------|---|
| | | | | | | | blindaje |
| RG-8/U 8237 | 52 | 0.405int 10.29mm | 66% | 4.1db | 5.4db | Polietileno Celular | Cobre trenzado 97% de blindaje |
| RG-11/U 8238 | 75 | 0.405int 10.29mm | 66% | 4.2db | 4.9db | Semi- Foam Polietileno | Cobre trenzado 97% de blindaje |
| RG-58A/U 8219 | 50 | 0.193int 10.80mm | 78% | 9.5db | 13.3db | Teflón | Malla trenzada estañada 96% de blindaje |
| RG-58A/U 8259 | 50 | 0.193int 4.90mm | 66% | 11.5db | 15.1db | Polietileno | Malla trenzada estañada 97% de blindaje |
| RG-58A/U 9311 | 52 | 0.198int 5.03mm | 73% | 10db | 13.8db | Polietileno | Malla de cobre estañado 55% Duobond II |

Tabla 4.7 Características técnicas de Cables Coaxiales.

4.6 CONECTORES.

Para realizar el empalme o conexión entre los equipos de televisión y el medio de transmisión (cable coaxial) se necesita de algunos tipos de conectores como :

Conector N macho, conector N hembra, conector BNC, conector F macho, conector F hembra.



Figura 4.5 Conector.

5. PRESUPUESTO

5.1 COSTO DE EQUIPOS TRANSMISORES.

- Transmisor modulador MOT – 5 de la OMB para las bandas I, III, IV y V, con potencia de salida de 5 W a –58 dB de intermodulacion, con pre-corrector y filtro SAW, requerimientos de potencia de 110 a 220 Vac y 36 Vdc

Costo = \$ 9.789.000 pesos

- Transmisor modulador MOT - 50 de la OMB, potencia de salida para las bandas IV y V con una potencia de salida de 50 W a –58 dB de intermodulacion, con pre-corrector lineal de video.

Costo = \$14.137.410 pesos

5.2 COSTO DEL EQUIPO DEMODULADOR.

- Demodulador BT-AD-1 Ágil de audio y video en UHF de BLONDER TONGUE

Costo = \$441.000 pesos

5.3 COSTO DE ANTENAS.

- Sistema de antenas tipo panel PCI 300 de la OMB, sistema de 2 paneles con divisor de potencia y cables de alimentación.

Costo = \$2.062.500 pesos

- Sistema de antenas tipo panel PCI 300 de la OMB, sistema de 3 paneles con divisor de potencia y cables de alimentación.

Costo = \$2.875.000 pesos

- Sistema de antenas tipo panel PCI 300 de la OMB, sistema de 4 paneles con divisor de potencia y cables de alimentación.

Costo = \$3.850.000 pesos

- Antena transmisora UHF, modelo CK4069, 8dB de ganancia, marca SCALA.

Costo = \$905.850 pesos

- Antena receptora UHF, Corner Reflector de VENTURELLO.

Costo = \$45.000 pesos

5.4 COSTO DE LA TORRE METÁLICA.

- Torre metálica auto soportada de 40 mts de altura.

Costo = \$ 20.000.000 pesos

5.5 COSTO DEL CABLE COAXIAL Y CONECTORES.

- Cable coaxial HELIAX LDF5 – 50A.

Costo = 45 mts * \$ 32.000 = \$1.440.000 pesos

- Cable coaxial BELDEN RG – 11U.

Costo = 55mts * \$ 1.453 = \$79.915 pesos

- Conectores

Costo \$140.000 pesos

5.6 COSTO DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

- Alambre de cobre 2/0 WG

Costo = 190mts * \$9.478 = \$1.800.820 pesos

- Varillas de Cooper

Costo = 8 unidades * \$26.480 = 211.840 pesos

- Pararrayos

Costo = 1 unidad * \$105.000 pesos

- Mano de obra

Costo = \$ 1.100.000

5.7 COSTO DE LA OBRA CIVIL

PRESUPUESTO DE OBRA

DISEÑO DEL CANAL DE TELEVISION PARA LA UNIVERSIDAD DEL CAUCA

| ITEM | DESCRIPCION | UNIDAD | CANTIDAD | VR. UNIT | VR.PARCIAL |
|------------|---|--------|----------|----------|--------------------|
| I | PRELIMINARES | | | | |
| 1.1 | Campamento | gbl | 1 | 300000 | \$300,000 |
| 1.2 | Localizacion y Replanteo | m2 | 224 | 436 | \$ 97,664 |
| 1.3 | Descapote y Limpieza | m2 | 224 | 960 | \$ 215,040 |
| | TOTAL PRELIMINARES | | | | \$ 612,704 |
| II | CIMENTACION DE LA TORRE | | | | |
| 2.1 | Excavacion en material común | m3 | 58 | 7,500 | \$435,000 |
| 2.2 | Solado En concreto F'c = 175 kg/cm2 e=0,10 m | m3 | 3.6 | 292,450 | \$1,052,820 |
| 2.3 | Concreto reforzado para Zapatas y Pilastras,(incluye sistema de pernos para la torre) | m3 | 22.9 | 349,533 | \$8,004,313 |
| 2.4 | Relleno Compacto a mano | m3 | 25 | 3,500 | \$87,500 |
| | SUBTOTAL CIMENTACION DE LA TORRE | | | | \$9,579,633 |
| III | PIEZA DE EQUIPOS Y VIGILANCIA | | | | |
| 3.1 | Excavacion en material común | m3 | 33.3 | 7,500 | \$249,750 |
| 3.2 | Concreto Ciclopeo Para Cimentacion | m3 | 1.998 | 272,450 | \$544,355 |
| 3.3 | Viga de Cimentacion (0,2*0,2) 4varillas de 1/2 y flejes # 3/ 0,15 | ml | 18.6 | 26,378 | \$490,631 |

| | | | | | |
|-----------------------------|--|-----|-------|---------|-----------|
| 3.4 | Columnas de Confinamiento (0,15*0,20) 4Varillas de 1/2, flejes #3/0,15 | ml | 15.75 | 22,500 | \$354,375 |
| 3.5 | Viga de amarre (0,15*0,2) 4varillas de 1/2 y flejes # 3/ 0,15 | ml | 18.6 | 23,235 | \$432,171 |
| 3.6 | Viga de coronación (0,15*0,2) 4varillas de 1/2 y flejes # 3/ 0,15 | ml | 18.6 | 23,235 | \$432,171 |
| 3.7 | Mamposteria Soga Ladrillo Comun | m2 | 40.08 | 16,726 | \$670,378 |
| 3.8 | Piso Primario (e=0,08) | m3 | 1.73 | 292,450 | \$505,939 |
| 3.9 | Repello Muros | m2 | 60.55 | 7,896 | \$478,103 |
| ACABADOS | | | | | |
| 3.10 | Baldosa para piso | m2 | 9 | 26,200 | \$235,800 |
| 3.11 | Enchape piso Para Baño calidad segunda | m2 | 2.56 | 26,300 | \$67,328 |
| 3.12 | Enchape Pared calidad segunda | m2 | 10.62 | 28,250 | \$300,015 |
| 3.13 | Estuco y Pintura | m2 | 60.55 | 8,500 | \$514,675 |
| APARATOS SANITARIOS | | | | | |
| 3.14 | Instalación y Suministro de Lavadero Prefabricado | und | 1 | 125,000 | \$125,000 |
| 3.15 | Instalación y Suministro de Baño | und | 1 | 185,000 | \$185,000 |
| 3.16 | Instalacion y Suminstro de Ducha | Und | 1 | 52,000 | \$52,000 |
| 3.17 | Instación y Suministro de Rejillas para sifones 3" | und | 2 | 4,200 | \$8,400 |
| CARPINTERIA METALICA | | | | | |
| 3.18 | Puerta Izq. 2*0,7 | und | 1 | 130,000 | \$130,000 |
| 3.19 | Puerta Der. 2*1 | und | 1 | 150,000 | \$150,000 |
| 3.20 | Ventana 1*1,5 | und | 1 | 75,000 | \$75,000 |
| 3.21 | Luceta 0,3*0,3 | und | 1 | 30,000 | \$30,000 |

| | | | | | |
|-----------|---|-----|------|---------|--------------------|
| | VIDRIERIA | | | | |
| 3.22 | Instalacion y Suministro de Vidrio para ventana 4mm | m2 | 1.5 | 18,700 | \$28,050 |
| | CUBIERTA | | | | |
| 3.23 | Cubierta en A.C | M2 | 22 | 26,417 | \$581,174 |
| 3.24 | Cercha metalica | ml | 5.75 | 12,500 | \$71,875 |
| | INSTALACIONES ELECTRICAS, SANITARIAS Y DE ACUEDUCTO | | | | |
| 3.25 | Instalaciones internas de acueducto(no incluye la conexión a la tubería maestra) | gbl | 1 | 200,000 | \$200,000 |
| 3.26 | Instalacion Internas de Aguas Negras (incluye conexión al pozo septico) | gbl | 1 | 300,000 | \$300,000 |
| 3.27 | Puntos Electricos | und | 6 | 20,000 | \$120,000 |
| | SUBTOTAL PIESA DE EQUIPOS Y VIGILANCIA | | | | \$7,332,189 |
| | | | | | |
| IV | POZO SEPTICO | | | | |
| 4.1 | Excavación en Material Común | m3 | 4.68 | 7,500 | \$35,100 |
| 4.2 | Solado de Limpieza Concreto 175 kg/cm2 e= 0,05 | m3 | 0.18 | 292,450 | \$52,641 |
| 4.3 | Losa de Fondo (e=0,15m) | m3 | 0.54 | 339,520 | \$183,341 |
| 4.4 | Hierro de Refuerzo d=1/2 | kg | 20.8 | 2,340 | \$48,672 |
| 4.5 | Viga de cimentacion (0,25*0,25). Incluye acero | ml | 6.8 | 32,664 | \$222,115 |
| 4.6 | Columnetas para Confinamiento (0.25*0.25) | ml | 4 | 33,607 | \$134,428 |
| 4.7 | Muro en Ladrillo Tizon | m2 | 3.4 | 30,224 | \$102,762 |
| 4.8 | Viga de coronación (0.25*0.25) | ml | 6.8 | 32,664 | \$222,115 |
| 4.9 | Tapas (e=0,07) | m2 | 3.6 | 45,214 | \$162,770 |
| 4.10 | Muro divisorio en sogá | m2 | 0.5 | 16,726 | \$8,363 |

| | | | | | |
|------------------------------|---|------|------|---------|--------------------|
| 4.11 | Repello Impermeabilizado de Muros | m2 | 6.8 | 10,386 | \$70,625 |
| 4.12 | Tuberia De conexión al Nuevo Tanque Septico D= 4" | ml | 10 | 13,125 | \$131,250 |
| 4.13 | Teé d=4" | und | 2 | 25,000 | \$50,000 |
| 4.14 | Codo d=4" | und | 1 | 22,000 | \$22,000 |
| SUBTOTAL POZO SEPTICO | | | | | \$1,446,182 |
| | | | | | |
| V | CONSTRUCCION CIERRE EN MALLA | | | | |
| 5.1 | Excavacion en material común | m3 | 9 | 7,500 | \$67,500 |
| 5.2 | Concreto Ciclopeo (40%piedra, 60%concreto simple 175 kg/cm2) | m3 | 5.4 | 272,450 | \$1,471,230 |
| 5.3 | Viga de cimentacion (0.20*0.20). Incluye acero | ml | 60 | 26,378 | \$1,582,680 |
| 5.4 | Mamposteria ladrillo limpio y rebocado | m2 | 36 | 19,872 | \$715,392 |
| 5.5 | Contruccion de columnas (0.15*0.20), concreto 210 kg/cm2, incluye acero Altura 0.50 m | ml | 15 | 22,500 | \$337,500 |
| 5.6 | Instalacion y Suministro de Malla Galvanizada c/10 | m2 | 85.5 | 13,950 | \$1,192,725 |
| 5.7 | Instalacion y Suministro de Tuberia galvanizada d= 1 1/2". Longitud 2.36 m | Unid | 24 | 19,478 | \$467,472 |
| 5.8 | Instalacion y Suministro de Angulo 3/8*1/2. Parte superior malla. | ml | 57 | 5,040 | \$287,280 |
| 5.9 | Mortero de pega Parte inferior malla Espesor 0.05m. | m3 | 0.4 | 287,283 | \$114,913 |
| 5.10 | Alambre de Puas parte superior | ml | 171 | 100 | \$17,100 |
| 5.11 | Instalación y suministro de Portada | M2 | 6 | 88,856 | \$533,136 |
| SUBTOTAL CIERRE | | | | | \$6,786,928 |

| | |
|-------------------------------|---------------------|
| TOTAL COSTO OBRA CIVIL | \$25,757,637 |
|-------------------------------|---------------------|

COSTO TOTAL DEL PROYECTO**\$78.828.471 pesos**

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

El desarrollo de este trabajo, implicó un proceso de búsqueda de información, aprendizaje de los diversos elementos teóricos y requerimientos legales que involucra la radiopropagación, específicamente la difusión de televisión analógica. Asimismo las consideraciones prácticas necesarias a tener en cuenta para el diseño a permitido poner en consideración las siguientes conclusiones.

La ejecución del proyecto, aportaría grandes beneficios a la comunidad en general, puesto que como canal universitario, su propósito es promover e incentivar la educación y la cultura, entre otras cosas.

Debido a la topografía que presenta el municipio de Popayán, es prácticamente imposible ofrecer señal al casco urbano y todo el sector rural, quedando beneficiados el sector urbano y gran parte de las zonas rurales del área de cubrimiento, y perjudicadas otras zonas para las cuales se presenta alguna solución planteada en el capítulo II.

La construcción y adecuación del sitio de transmisión sería una buena inversión por parte de la universidad, ya que no solamente se utilizaría este sistema para radiar la señal de televisión sino que podría utilizarse para otros servicios que la universidad decidiera utilizar.

Actualmente la universidad cuenta con una serie de equipos para la producción y postproducción de televisión, los cuales se encuentran en este momento subutilizados, el canal de televisión de la universidad sería una forma de obtener un mejor beneficio de estos equipos.

6.1 RECOMENDACIONES

El sitio óptimo para la ubicación del sistema que radia la señal de televisión es el cerro aledaño a las tres cruces, por ser este el que mas ventajas ofrece tanto topográficamente como de infraestructura.

El alquiler por la utilización de un pequeño espacio en uno de los sistemas ya montados, para la radiodifusión de la señal de televisión, sería una posibilidad, frente a la notable inversión inicial que debería emplearse para el montaje del canal de televisión.

BIBLIOGRAFÍA

SHIGEKAZU, SHIBUYA. "A basic Atlas of Radioware propagation". 1987.

BELOTSEKOVSKI. "Fundamentos de Antenas". Marcombo. 1977.

NET FONT, Francisco Javier. "Teoría Básica de Radiación y Propagación Electromagnética".

SALMERON, Maria José. "Radiación, Propagación y Antenas".

RECOMENDACIONES E INFORMES DE LA CCIR, Volumen 5, Volumen 11.

RECOMENDACIONES DE LA ITU - R, Serie BT.

GUERRERO, Luis A. "Manual para Aplicaciones de las Normas Técnicas que Rigen la Radio y la Televisión en Colombia". Universidad del Cauca, P.I, 2000.

ROMO, Harold "Fundamentos de Radiopropagación para Onda Terrestre y Línea de Vista". Universidad del Cauca. P.I. 2000.

CADENA, Luis Felipe "Radiopropagación". Universidad del Cauca. P.I. 1996.

HUERTAS, Alfredo P. y RAMÍREZ, Richard F. "Estudio de Propagación del Sistema de Televisión Internacional de Popayán". Universidad del Cauca. Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. 1996.

ERASO, Harol J. Y BALANTA, Nestor R. “Estudio Técnico y Recomendaciones Legales para el Montaje de un Sistema Radiador de Señales Internacionales de Televisión”. Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. 1994

Referencias en Internet

www.venturelo.com/prod/index.htm

www.jampro.com

www.ombamerica.com

www.elettronika.it/htm

www.fmelectronica.com/htm/productos.htm

www.rfcomunicaciones.es/catalogo.htm

www.picomacom.com

www.elettronika.com

www.hollandelectronics.com/profile.html

www.blondertongue.com

www.cntv.org.co

www.fcc.gov/mmb/asd/bickel/curves.html

www.fcc.gov/mmb/asd/welcome.html

www.itu.int/publications/itu-r/iturrec.htm

www.aldena.it