

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN
ELECTRÓNICA Y COMUNICACIONES

TEMA:

DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN DE BANDA ANCHA PARA EL SISTEMA SCADA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.

Trabajo de graduación modalidad Pasantía presentada como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

AUTOR:

MANOLO S. MUÑOZ E.

DIRECTOR:

ING. JULIO CUJI

AMBATO - ECUADOR

Abril/2007

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema:

“DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN DE BANDA ANCHA PARA EL SISTEMA SCADA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.”, de Manolo Sebastián Muñoz Espinoza, estudiante de la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Comunicaciones, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Universidad Técnica de Ambato considero que dicho informe investigativo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometidos a la aprobación por parte del Honorable Consejo Directivo.

Ambato, Marzo 2007

EL TUTOR

Ing. Julio Cuji

AUTORIA

El presente trabajo de investigación “DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN DE BANDA ANCHA PARA EL SISTEMA SCADA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.”. Es absolutamente original, autentico y personal, en tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, Marzo 2007

Manolo S. Muñoz E.

CC 110423164-0

DEDICATORIA

Sobre todas las cosas este trabajo quiero dedicar a mis padres y hermanos quienes me han apoyado incondicionalmente.

Manolo S. Muñoz E.

AGRADECIMIENTO

A todos quienes hicieron posible la culminación de este trabajo, al Ing. Julio Cuji, a la Empresa Eléctrica Ambato RCN S.A., al Ing. Fabián Vivanco, al Ing. René Terán por el apoyo desinteresado y, a todos los profesores guías que contribuyeron para mi formación académica y personal.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Portada	i
Página de aprobación del tutor o director	ii
Autoría	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Índice General	vi
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1 Contextualización	1
1.1.1 Formulación del problema	2
1.1.2 Delimitación del problema	3
1.2 Justificación	3
1.3 Objetivos	4
1.3.1 Objetivo general	4
1.3.2 Objetivos específicos	4
CAPÍTULO II	
MARCO TEÓRICO	
2.1 Antecedentes investigativos	5
2.2 Fundamento legal	5
Organismos de control de telecomunicaciones	5
CONATEL	6
SENATEL	6
SUPERTEL	6
2.3 Categorías fundamentales	8
Sistemas de comunicación	8
Comunicación de datos	8
Comunicación de datos a través de redes	

Redes de área amplia (WAN)	
Conmutación de circuitos	8
Conmutación de paquetes	8
Retransmisión de tramas	9
ATM	9
RDSI y RDI de banda ancha	9
Protocolos y arquitectura de protocolos	9
Un modelo de tres capas	10
Capa de acceso a la red	10
Capa de transporte	10
Capa de aplicación	10
Arquitectura de protocolos TCP/IP	10
Capa física	10
Capa de acceso a la red	10
Capa internet (IP)	10
Capa de transporte	11
Capa de aplicación	11
El modelo OSI	11
Transmisión de datos	11
Conceptos y terminología	11
Guiados	11
Simplex	11
Half-duplex	11
Full-duplex	11
Frecuencia, espectro y ancho de banda	11
Conceptos en el dominio temporal	11
Conceptos en el dominio de la frecuencia	12
El ancho de banda es la anchura del espectro	12
Relación entre la velocidad de transmisión y el ancho de banda	12
Transmisión de datos analógicos y digitales	13
Perturbaciones en las transmisiones	13
Atenuación	13

	Distorsión de retardo	14
	Ruido	14
	Capacidad del canal	14
	Medios de transmisión	15
	Medios de transmisión guiados	15
	Medios de transmisión no guiados	16
	Redes de comunicación de banda ancha	16
	Tipos de banda ancha	17
	DSL	
18	ADSL	18
	SDSL	18
	Cable modem	18
	Fibra	19
	Inalámbricas	20
	Satélite	20
	Banda ancha por las líneas eléctricas (BPL)	21
	Espectro ensanchado	21
	Sistemas de control	23
	La comunicación PLC	24
	Sistema SCADA	25
	Tipos de enlaces	25
	Niveles del sistema SCADA	26
	Nivel de instrumentación	26
	Nivel RTU's	26
	Nivel de comunicaciones	26
	Centro de control	27
	Software de integración y comunicación	27
	Las ventajas del sistema SCADA	27
2.4	Determinación de Variables	28
	2.4.1 Variable independiente	28
	2.4.2 Variable dependiente	28

2.5 Hipótesis	28
CAPÍTULO III	
METODOLOGÍA	
3.1 Modalidad básica de investigación	29
3.2 Tipos de investigación	29
3.3 Población y muestra	29
3.4 Técnicas e instrumentos de investigación	30
3.5 Recolección de información	30
3.6 Procesamiento de la información	30
CAPÍTULO IV	
DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIÓN DE BANDA ANCHA PARA EL SISTEMA SCADA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.	
4.1 Ubicación geográfica y alturas	31
4.2 Perfil del terreno	31
4.3 Cálculo de la longitud de cada trayecto	32
4.4 Mapas de perfiles	32
4.5 Pérdidas en el espacio libre	33
4.6 Margen de desvanecimiento	34
4.7 Atenuación por vegetación	36
4.8 Primera zona del elipsoide de Fresnel	36
4.9 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Tena	37
4.9.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	37
4.9.2 Perfil del terreno	38
4.9.3 Mapa de perfiles	41
4.9.4 Cálculo de la distancia	44
4.9.5 Pérdidas en el espacio libre	44
4.9.6 Margen de desvanecimiento	45
4.9.7 Pérdidas por vegetación	45
4.9.8 Primera zona de Fresnel	45
4.10 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Puyo	50

4.10.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	50
4.10.2 Perfil del terreno	50
4.10.3 Mapa de perfiles	52
4.10.4 Cálculo de la distancia	54
4.10.5 Pérdidas en el espacio libre	55
4.10.6 Margen de desvanecimiento	55
4.10.7 Pérdidas por vegetación	55
4.10.8 Primera zona de Fresnel	56
4.11 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Palora	59
4.11.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	59
4.11.2 Perfil del terreno	59
4.11.3 Mapa de perfiles	62
4.11.4 Cálculo de la distancia	64
4.11.5 Pérdidas en el espacio libre	64
4.11.6 Margen de desvanecimiento	64
4.11.7 Pérdidas por vegetación	65
4.11.8 Primera zona de Fresnel	65
4.12 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Baños	69
4.12.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	69
4.12.2 Perfil del terreno	69
4.12.3 Mapa de perfiles	70
4.12.4 Cálculo de la distancia	71
4.12.5 Pérdidas en el espacio libre	72
4.12.6 Margen de desvanecimiento	72
4.12.7 Pérdidas por vegetación	72
4.12.8 Primera zona de Fresnel	72
4.13 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Huachi	74
4.13.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	74
4.13.2 Perfil del terreno	74
4.13.3 Mapa de perfiles	75
4.13.4 Cálculo de la distancia	76
4.13.5 Pérdidas en el espacio libre	76

4.13.6 Margen de desvanecimiento	76
4.13.7 Primera zona de Fresnel	76
4.14 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Oriente	78
4.14.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	78
4.14.2 Perfil del terreno	78
4.14.3 Mapa de perfiles	79
4.14.4 Cálculo de la distancia	79
4.14.5 Pérdidas en el espacio libre	80
4.14.6 Margen de desvanecimiento	80
4.14.7 Primera zona de Fresnel	80
4.15 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Loreto	81
4.15.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	81
4.15.2 Perfil del terreno	81
4.15.3 Mapa de perfiles	82
4.15.4 Cálculo de la distancia	83
4.15.5 Pérdidas en el espacio libre	83
4.15.6 Margen de desvanecimiento	83
4.15.7 Primera zona de Fresnel	83
4.16 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Atocha	85
4.16.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	85
4.16.2 Perfil del terreno	85
4.16.3 Mapa de perfiles	86
4.16.4 Cálculo de la distancia	86
4.16.5 Pérdidas en el espacio libre	87
4.16.6 Margen de desvanecimiento	87
4.16.7 Primera zona de Fresnel	87
4.17 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Samanga	88
4.17.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	88
4.17.2 Perfil del terreno	88
4.17.3 Mapa de perfiles	89
4.17.4 Cálculo de la distancia	90
4.17.5 Pérdidas en el espacio libre	90

4.17.6 Margen de desvanecimiento	90
4.17.7 Primera zona de Fresnel	90
4.18 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Batán	92
4.18.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	92
4.18.2 Perfil del terreno	92
4.18.3 Mapa de perfiles	93
4.18.4 Cálculo de la distancia	94
4.18.5 Pérdidas en el espacio libre	95
4.18.6 Margen de desvanecimiento	95
4.18.7 Primera zona de Fresnel	95
4.19 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Montalvo	96
4.19.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	97
4.19.2 Perfil del terreno	97
4.19.3 Mapa de perfiles	98
4.19.4 Cálculo de la distancia	98
4.19.5 Pérdidas en el espacio libre	99
4.19.6 Margen de desvanecimiento	99
4.19.7 Primera zona de Fresnel	99
4.20 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Pelileo	100
4.20.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	100
4.20.2 Perfil del terreno	100
4.20.3 Mapa de perfiles	101
4.20.4 Cálculo de la distancia	102
4.20.5 Pérdidas en el espacio libre	102
4.20.6 Margen de desvanecimiento	102
4.20.7 Primera zona de Fresnel	102
4.21 Cálculo del enlace Ambato CECON-Subestación Píllaro	103
4.21.1 Ubicación geográfica de los puntos de enlace	104
4.21.2 Perfil del terreno	104
4.21.3 Mapa de perfiles	105
4.21.4 Cálculo de la distancia	105
4.21.5 Pérdidas en el espacio libre	106

4.21.6 Margen de desvanecimiento	106
4.21.7 Primera zona de Fresnel	106
4.22 Selección de los equipos de comunicación	107
4.22.1 Especificaciones de la antena integrada	109
4.22.2 Antena parabólica	111
4.23 Realización del Diseño	113
4.23.1 Potencia transmitida	113
4.23.2 Ganancias de las antenas transmisora y receptora	114
4.23.3 Sensibilidad del receptor	114
4.23.4 Nivel de señal recibida	115
4.23.5 Cálculos individuales	115
CAPÍTULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	124
5.2 Recomendaciones	124
BIBLIOGRAFÍA	126

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 CONTEXTUALIZACIÓN

La redes de Banda Ancha a nivel mundial presenta las alternativas necesarias para un desarrollo de las comunicaciones entre cualquier parte del mundo.

El reto de la comunicación conlleva a que la humanidad obtenga un arma que identifique su fortaleza evolutiva entre sí, la comunicación no tiene limites, la distancia no importa, la cantidad y tipo de información se han aumentado, los tiempos de transmisión son cada vez más cortos y su acceso se a vuelto más sencillo.

La banda ancha en el mundo ofrece el servicio de alta velocidad, ininterrumpido y que no hace uso del marcado del teléfono. Dentro de algunos países entre uno de ellos México, existen varias opciones, desde el servicio de ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), pasando por el módem cable, Wimax (Worldwide Interoperability for Microwave Access), satelital y por el cable de energía eléctrica. Aunque las grandes organizaciones contratan para sus instalaciones los servicios de acceso directo.

En nuestro país existen empresas como Orenses.com que presta servicios de acceso a internet de banda ancha y ofrece una serie de alternativas como: acceso inalámbrico, instalación de antenas satelitales, etc. Otra de las empresas que provee el servicio de banda ancha es Alegro PCS que ofrece una cobertura de

Banda Ancha en zonas específicas de Quito y Guayaquil. Algunas empresas que prestan su servicio de Banda Ancha en nuestro país lo hacen como proveedores de internet

La EMPRESA ELECTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A., necesita tener una comunicación confiable con sus diferentes sub-estaciones ubicadas en las cercanías de la ciudad de Ambato, en el cantón Píllaro, Pelileo y Baños y otras mas lejanas que están ubicadas en la ciudad del Puyo, en el cantón Palora perteneciente a la provincia de Pastaza y en la ciudad de el Tena, teniendo un total de 12 sub-estaciones que necesitan estar comunicadas con la central ubicada en la ciudad de Ambato. Esta comunicación es de sumo interés técnico para la empresa.

Actualmente se tiene una comunicación con las 12 sub-estaciones, lamentablemente esta comunicación no ofrece las garantías necesarias para realizar los controles respectivos a cada una de las sub-estaciones. Este monitoreo es de mucha importancia para la Empresa Eléctrica ya que presta este servicio a diferentes lugares del centro del país.

Al presentarse este problema se hace necesario un DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES DE BANDA ANCHA PARA EL SISTEMA SCADA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.

Este diseño permitirá tener como beneficiados a todos los pobladores de la región central del país.

1.1.1 FORMULACION DEL PROBLEMA

¿Por qué el diseño de una Red de Comunicaciones de banda ancha para el sistema Scada de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A. incide en un mejor servicio?

1.1.2 DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

El presente trabajo se realizará principalmente en el Departamento de Operación y Mantenimiento de la Empresa Eléctrica Ambato. Para esto se utilizarán Cartas Topográficas, en las cuales se ubicarán los lugares con sus respectivas coordenadas y alturas las cuales nos indicarán como es el terreno y si tenemos línea de vista, para de esta manera realizar los enlaces que servirán para llegar a los diferentes puntos de comunicación.

El desarrollo de proyecto se lo realizara en el periodo comprendido entre octubre del 2006 y febrero del 2007.

1.2 JUSTIFICACIÓN

El trabajo investigativo a realizarse es de sumo interés técnico para la Empresa Eléctrica para el desarrollo de la electrificación en la en la Región Centro Norte del país, pues permitirá tener como beneficiados principales a todos los pobladores que pertenecen a la región central

Este proyecto se lo considera de interés nacional, pues es de suma importancia mantener una comunicación segura con la central que en este caso es la ciudad de Ambato y el resto de la región central.

Los beneficiarios directos serán los clientes que ocupan el servicio de energía eléctrica que es de gran importancia no solo en la parte doméstica sino en la industria que se alojan en la región central.

El beneficiado también será la empresa proveedora del servicio de energía eléctrica, pues contará con un diseño adecuado.

Para la elaboración del presente trabajo investigativo se cuenta con una bibliografía elemental, los conocimientos apropiados y de igual forma la

EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A. estará dispuesta a brindar todos los recursos y la ayuda necesaria que permitan un diseño adecuado de la red de comunicación.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETVO GENERAL:

- Diseñar una Red de Comunicaciones de Banda Ancha para el Sistema Scada de la Empresa Eléctrica Ambato Regional Centro Norte S.A.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Realizar un estudio planimétrico de la zona de cobertura y catastros del lugar.
- Determinar cuales son los mejores lugares para que exista línea de vista entre las antenas y repetidoras.
- Estudiar las mejores alternativas para ofrecer confiabilidad en la información que se obtendrá de las diferentes sub-estaciones.
- Diseñar una Red de Banda Ancha.

CAPITULO II

2. MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Una vez revisados los archivos de la Facultad de Ingeniería en Sistemas de la Universidad Técnica de Ambato no se detectaron tesis que tengan relación con el tema en estudio a realizarse en la Empresa Eléctrica Ambato Centro Norte, sin embargo es importante mencionar que existe la bibliografía básica necesaria para la realización de un diseño de Red de Banda Ancha para un Sistema SCADA.

2.2 FUNDAMENTO LEGAL

Las normativas que rigen las telecomunicaciones en el Ecuador son emitidas por los Organismos de Control de Telecomunicaciones. Cabe mencionar que los reglamentos técnicos en lo referente a redes inalámbricas son sumamente restrictivos.

Organismos de Control de Telecomunicaciones

El CONATEL (Consejo Nacional de Telecomunicaciones) es el ente público encargado de establecer, en representación del Estado, las políticas y normas de regulación de los servicios de telecomunicaciones en el Ecuador. Su organización, estructura y competencias se regirán por la ley.

La Secretaría Nacional de Telecomunicaciones es el ente responsable de ejecutar las políticas y decisiones dictadas por el CONATEL. Su organización, estructura y competencias se regirán por la ley.

La Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPERTEL) es el organismo técnico responsable de ejercer la función de supervisión y control de las personas naturales o jurídicas, públicas o privadas del sector de las telecomunicaciones a fin de que sus actividades se sujeten a las obligaciones legales reglamentarias y las contenidas en los títulos habilitantes.

La información de requerimientos legales y técnicos referentes al tema de estudio se encuentra en los siguientes registros oficiales:

La Ley Especial de Telecomunicaciones, vigente desde agosto de 1992, reformada en 1995, 1997, 2000 y 2002, separó por primera vez en el país, el Control y la Regulación, de la Operación de los servicios de telecomunicaciones. Para el Control y la Regulación se creó la Superintendencia de Telecomunicación. Debido a los problemas generados en la Superintendencia de Telecomunicaciones por su propia conformación y por la carencia de un manejo ético durante el transcurso del tiempo, se la fraccionó en cuatro entidades: el Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL), el Consejo Nacional de Radiodifusión y Televisión (CONARTEL), la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones (SNT) y la Superintendencia de Telecomunicaciones (SUPTEL)

CONATEL

Representa al Estado para ejercer, a su nombre, las funciones de administración y regulación de los servicios de telecomunicaciones, y es la Administración de Telecomunicaciones del Ecuador ante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).

SENATEL

Secretaria Nacional de Telecomunicaciones, dependencia del CONATEL

SUPERTEL

La Constitución Política de la República del Ecuador en el artículo 222 establece que: "Las superintendencias serán organismos técnicos con autonomía administrativa, económica y financiera y personería jurídica de derecho público, encargados de controlar instituciones públicas y privadas, a fin de que las actividades económicas y los servicios que presten, se sujeten a la Ley y atiendan el interés general. La Ley determinará las áreas de actividad que requieran de control y vigilancia, y el ámbito de acción de cada **Superintendencia**."

El estado ecuatoriano es el encargado de proveer los servicios públicos indispensables al pueblo, utilizando todos los recursos necesarios para su cumplimiento.

Al hablar de servicios públicos la constitución en su art. 249 dice: "será responsabilidad del Estado la provisión de servicios públicos de agua potable y de riego, saneamiento, fuerza eléctrica, telecomunicaciones, vialidad, facilidades portuarias y otros de esa naturaleza similar podrá prestarlos directamente o por delegación a empresas mixtas o privadas mediante concesión, asociación, capitalización, traspaso de la propiedad accionaria o cualquier otra forma contractual de acuerdo con la ley y las condiciones contractuales acordadas no podrán modificarse unilateralmente por leyes u otras disposiciones."

Registro Oficial No. 192 emitido por el CONATEL el 26 de Octubre del 2000 Plan Nacional de Frecuencias para la atribución de las bandas a los distintos servicios, su uso y control.

De conformidad con lo previsto en el Art. 11 del Reglamento General a la Ley Especial de Telecomunicaciones Reformada, Art. 4 del Reglamento para la Prestación de Servicios de Valor Agregado y sobre la base de la Resolución No.207-07-CONATEL-2002 del Consejo Nacional de Telecomunicaciones (CONATEL) expedida el 4 de abril del 2002, la Secretaría Nacional de Telecomunicaciones confiere el permiso para la instalación, operación y

explotación de un Servicio de Valor Agregado de proveedor de servicios de INTERNET.

Registro Oficial No. 527 emitido por el CONATEL el Viernes 18 de Febrero del 2005 - Regulación de los centros de acceso a Internet y cyber cafés (No 073-02CONA TEL-2005).

2.3 CATEGORIAS FUNDAMENTALES

SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

Las tareas en los sistemas de comunicación son:

- ❖ Utilización del sistema de transmisión
- ❖ Implementación de la interfaz
- ❖ Generación de la señal
- ❖ Sincronización
- ❖ Gestión del intercambio
- ❖ Detección y corrección de errores
- ❖ Control de flujo

COMUNICACIONES DE DATOS

Comunicación de datos a través de redes

Redes de área amplia (Wan): Son todas aquellas que cubren una extensa área geográfica .Son generalmente una serie de dispositivos de conmutación interconectados . Se desarrollan o bien utilizando tecnología de conmutación de circuitos o conmutación de paquetes.

Conmutación de circuitos: en estas redes se establece un camino a través de los nodos de la red dedicado a la interconexión de dos estaciones. En cada enlace, se dedica un canal lógico a cada conexión. Los datos se transmiten tan rápido como se pueda. En cada nodo, los datos de entrada se encaminan por el canal dedicado sin sufrir retardos.

Conmutación de paquetes: no es necesario reservar canal lógico. En cada nodo, el paquete se recibe totalmente, se almacena y seguidamente se transmite al siguiente nodo.

Retransmisión de tramas: al conseguir con la nueva tecnología una tasa de errores muy pequeña y una velocidad de transmisión elevada, no es necesario adjuntar mucha información de cabecera a cada paquete y por tanto las velocidades de transmisión son elevadísimas comparadas con el sistema de conmutación de paquetes.

ATM: en retransmisión de tramas se usan paquetes de tamaño variable y en ATM se usan paquetes de tamaño fijo, con lo que se ahorra información de control de cada trama y por tanto se aumenta la velocidad de transmisión (cada paquete se llama aquí "celda"). En este sistema, se dedican canales virtuales de velocidades de transmisión adaptables a las características de la transmisión (es parecido a la conmutación de circuitos).

RDSI y RDSI de banda ancha: es un sistema de transmisión de enfoque universal y de velocidad de transmisión muy rápida. Está basado en conmutación de circuitos (banda estrecha) y en conmutación de paquetes (banda ancha).

Redes de área local (LAN): son de cobertura pequeña, velocidades de transmisión muy elevadas, utilizan redes de difusión en vez de conmutación, no hay nodos intermedios.

PROTOCOLOS Y ARQUITECTURA DE PROTOCOLOS

Al intercambio de información entre computadores se le llama comunicación entre computadores. Al conjunto de computadores que se interconectan se le llama red de computadores. Para la comunicación entre dos entidades situadas en sistemas diferentes, se necesita definir y utilizar un protocolo.

Los puntos que definen un protocolo son:

La sintaxis: formato de los datos y niveles de señal.

La semántica: incluye información de control para la coordinación y manejo de errores.

La temporización: incluye la sincronización de velocidades y secuenciación.

Todas estas tareas se subdividen en sub-tareas y a todo se le llama arquitectura del protocolo.

UN MODELO DE TRES CAPAS

En la comunicación intervienen tres agentes: aplicaciones, computadores y redes. Por lo tanto, es lógico organizar la tarea en tres capas.

Capa de acceso a la red: Trata del intercambio de datos entre el computador y la red a que está conectado.

Capa de transporte: consiste en una serie de procedimientos comunes a todas las aplicaciones que controlen y sincronicen el acceso a la capa de acceso a la red.

Capa de aplicación: permite la utilización a la vez de varias aplicaciones de usuario.

El protocolo debe definir las reglas, convenios, funciones utilizadas, etc. para la comunicación por medio de red.

Cada capa del protocolo le pasa datos a la siguiente capa y ésta le añade datos propios de control y luego pasa el conjunto a la siguiente capa. Por tanto, cada capa forma unidades de datos que contienen los datos tomados de la capa anterior junto a datos propios de esta capa, y al conjunto obtenido se le llama PDU(unidad de datos del protocolo).

ARQUITECTURA DE PROTOCOLOS TCP/IP

No hay un estándar para este modelo (al contrario del OSI), pero generalmente hay estas cinco capas:

Capa física: es la encargada de utilizar el medio de transmisión de datos. Se encarga también de la naturaleza de las señales, velocidad de datos, etc.

Capa de acceso a la red: es responsable del intercambio de datos entre el sistema final y la red a la cual se está conectado.

Capa internet (IP): se encarga del encaminamiento a través de varias redes.

Capa de Transp. orte o capa origen-destino (TCP): se encarga de controlar que los datos emanados de las aplicaciones lleguen correctamente y en orden a su destino.

Capa de aplicación: contiene la lógica necesaria para llevar a cabo las aplicaciones de usuario.

EL MODELO OSI

Este modelo considera 7 capas:

- ❖ Aplicación
- ❖ Presentación
- ❖ Sesión
- ❖ Transporte
- ❖ Red
- ❖ Enlace de datos
- ❖ Física

TRANSMISIÓN DE DATOS

CONCEPTOS Y TERMINOLOGÍA

Terminología utilizada en transmisión de datos Los medios de transmisión pueden ser:

Guiados: si las ondas electromagnéticas van encaminadas a lo largo de un camino físico; no guiados si el medio es sin encauzar (aire, agua, etc.).

Simplex: si la señal es unidireccional.

Half-duplex: si ambas estaciones pueden transmitir pero no a la vez;

Full-duplex si ambas estaciones pueden transmitir a la vez.

Frecuencia, espectro y ancho de banda

Conceptos en el dominio temporal. Una señal, en el ámbito temporal, puede ser continua o discreta. Puede ser periódica o no periódica. Una señal es periódica si se repite en intervalos de tiempo fijos llamados periodo. La onda seno es la más conocida y utilizada de las señales periódicas. En el ámbito del tiempo, la onda seno se caracteriza por la amplitud, la frecuencia y la fase.

$$S(t) = A \times \text{Sen} (2 \times \pi \times f \times t + \text{fase})$$

La longitud de onda se define como el producto de la velocidad de propagación de la onda por su fase.

Conceptos del dominio de la frecuencia. En la práctica, una señal electromagnética está compuesta por muchas frecuencias. Si todas las frecuencias son múltiplos de una dada, esa frecuencia se llama frecuencia fundamental. El periodo (o inversa de la frecuencia) de la señal suma de componentes es el periodo de la frecuencia fundamental. Se puede demostrar que cualquier señal está constituida por diversas frecuencias de una señal seno.

El espectro de una señal es el conjunto de frecuencias que constituyen la señal.

El ancho de banda es la anchura del espectro. Muchas señales tienen un ancho de banda infinito, pero la mayoría de la energía está concentrada en un ancho de banda pequeño.

Si una señal tiene una componente de frecuencia 0, es una componente continua.

Relación entre la velocidad de transmisión y el ancho de banda. El medio de transmisión de las señales limita mucho las componentes de frecuencia a las que puede ir la señal, por lo que el medio sólo permite la transmisión de cierto ancho de banda.

En el caso de ondas cuadradas (binarias), estas se pueden simular con ondas senoidales en las que la señal sólo contenga múltiplos impares de la frecuencia fundamental. Cuanto más ancho de banda, más se asemeja la función seno (multifrecuencia) a la onda cuadrada. Pero generalmente es suficiente con las tres primeras componentes.

Se puede demostrar que al duplicar el ancho de banda, se duplica la velocidad de transmisión a la que puede ir la señal.

Al considerar que el ancho de banda de una señal está concentrado sobre una frecuencia central, al aumentar esta, aumenta la velocidad potencial de transmitir la señal. Pero al aumentar el ancho de banda, aumenta el coste de transmisión de la señal aunque disminuye la distorsión y la posibilidad de ocurrencia de errores.

TRANSMISIÓN DE DATOS ANALÓGICOS Y DIGITALES

Los datos analógicos toman valores continuos y los digitales, valores discretos. Una señal analógica es una señal continua que se propaga por ciertos medios. Una señal digital es una serie de pulsos que se transmiten a través de un cable ya que son pulsos eléctricos.

Los datos analógicos se pueden representar por una señal electromagnética con el mismo espectro que los datos. Los datos digitales se suelen representar por una serie de pulsos de tensión que representan los valores binarios de la señal.

La transmisión analógica es una forma de transmitir señales analógicas (que pueden contener datos analógicos o datos digitales). El problema de la transmisión analógica es que la señal se debilita con la distancia, por lo que hay que utilizar amplificadores de señal cada cierta distancia.

La transmisión digital tiene el problema de que la señal se atenúa y distorsiona con la distancia, por lo que cada cierta distancia hay que introducir repetidores de señal.

Últimamente se utiliza mucho la transmisión digital debido a que:

- ❖ La tecnología digital se ha abaratado mucho.
- ❖ Al usar repetidores en vez de amplificadores, el ruido y otras distorsiones no es acumulativo.
- ❖ La utilización de banda ancha es más aprovechada por la tecnología digital.
- ❖ Los datos transportados se pueden encriptar y por tanto hay más seguridad en la información.
- ❖ Al tratar digitalmente todas las señales, se pueden integrar servicios de datos analógicos (voz vídeo, etc.) con digitales como texto y otros.

PERTURBACIONES EN LA TRANSMISIÓN

Atenuación

La energía de una señal decae con la distancia, por lo que hay que asegurarse que llegue con la suficiente energía como para ser captada por la circuitería del

receptor y además, el ruido debe ser sensiblemente menor que la señal original (para mantener la energía de la señal se utilizan amplificadores o repetidores).

Debido a que la atenuación varía en función de la frecuencia, las señales analógicas llegan distorsionadas, por lo que hay que utilizar sistemas que le devuelvan a la señal sus características iniciales (usando bobinas que cambian las características eléctricas o amplificando más las frecuencias más altas).

Distorsión de retardo

Debido a que en medios guiados, la velocidad de propagación de una señal varía con la frecuencia, hay frecuencias que llegan antes que otras dentro de la misma señal y por tanto las diferentes componentes en frecuencia de la señal llegan en instantes diferentes al receptor. Para atenuar este problema se usan técnicas de equalización.

Ruido

El ruido es toda aquella señal que se inserta entre el emisor y el receptor de una señal dada. Hay diferentes tipos de ruido: ruido térmico debido a la agitación térmica de electrones dentro del conductor, ruido de intermodulación cuando distintas frecuencias comparten el mismo medio de transmisión, diafonía se produce cuando hay un acoplamiento entre las líneas que transportan las señales y el ruido impulsivo se trata de pulsos discontinuos de poca duración y de gran amplitud que afectan a la señal.

Capacidad del canal

Se llama capacidad del canal a la velocidad a la que se pueden transmitir los datos en un canal de comunicación de datos.

La velocidad de los datos es la velocidad expresada en bits por segundo a la que se pueden transmitir los datos. El ancho de banda es aquel ancho de banda de la señal transmitida y que está limitado por el transmisor y por la naturaleza del medio de transmisión (en hertzios). La tasa de errores es la razón a la que ocurren errores.

Para un ancho de banda determinado es aconsejable la mayor velocidad de transmisión posible pero de forma que no se supere la tasa de errores aconsejable.

Para conseguir esto, el mayor inconveniente es el ruido. Para un ancho de banda dado W , la mayor velocidad de transmisión posible es $2W$, pero si se permite (con señales digitales) codificar más de un bit en cada ciclo, es posible transmitir más cantidad de información.

La formulación de Nyquist nos dice que aumentado los niveles de tensión diferenciables en la señal, es posible incrementar la cantidad de información transmitida.

$$C = 2W \log_2 M$$

El problema de esta técnica es que el receptor debe de ser capaz de diferenciar más niveles de tensión en la señal recibida, cosa que es dificultada por el ruido.

Cuanto mayor es la velocidad de transmisión, mayor es el daño que puede ocasionar el ruido.

Shannon propuso la fórmula que relaciona la potencia de la señal (S), la potencia del ruido (N), la capacidad del canal (C) y el ancho de banda (W).

$$C = W \log_2 (1+S/N)$$

Esta capacidad es la capacidad máxima teórica de cantidad de transmisión, pero en la realidad, es menor debido a que no se ha tenido en cuenta nada más que el ruido térmico

MEDIOS DE TRANSMISION

Es un elemento físico que une el generador con la carga, en otras palabras es el encargado de llevar la señal del generador a la carga.

Existen dos tipos:

- ❖ Guiados
- ❖ No Guiados

MEDIOS DE TRANSMISIÓN GUIADOS

Existen diferentes tipos

- ❖ Par trenzado
- ❖ Pares trenzados apantallados y sin apantallar
- ❖ Cable coaxial
- ❖ Fibra óptica
- ❖ Guías de Onda

MEDIOS DE TRANSMISIÓN NO GUIADOS

Son aquellos en los cuales el medio físico que las une puede ser el agua, aire, etc.

- ❖ Micro-ondas
- ❖ Satelital

REDES DE COMUNICACIÓN DE BANDA ANCHA

El acceso a Internet de alta velocidad o “banda ancha” permite a los usuarios el acceso a Internet y a los servicios relacionados con éste a velocidades significativamente mayores a las disponibles por los servicios de Internet por red telefónica básica. La Comisión Federal de Comunicaciones (FCC, por sus siglas en inglés) define generalmente el servicio de banda ancha como la transmisión de datos a velocidades que exceden los 200 kilobits por segundo (Kbps), o 200,000 bits por segundo, en por lo menos una dirección: descendente (del Internet a su computadora) o ascendente (de su computadora al Internet).

La banda ancha permite a los usuarios el acceso a información vía Internet usando una de las varias tecnologías de transmisión de alta velocidad. La transmisión es digital, lo que significa que el texto, las imágenes y el sonido son transmitidos como “bits” de datos. Las tecnologías de transmisión que hacen posible el acceso a la banda ancha transportan estos bits mucho más rápido que el teléfono tradicional o las conexiones inalámbricas, incluyendo el acceso tradicional al Internet mediante la red telefónica básica.

Una vez que tenga la conexión de banda ancha en su casa o negocio, los aparatos como las computadoras pueden unirse a esta conexión mediante el alambrado eléctrico o telefónico existente, el cable coaxial o en forma inalámbrica.

La banda ancha le permite tomar ventaja de los nuevos servicios que no están disponibles con la conexión a Internet por red telefónica básica. Uno de dichos

servicios es la telefonía por Internet (VoIP, por sus siglas en inglés), una alternativa al servicio telefónico tradicional de voz que puede ser menos costoso para usted dependiendo de su patrón de llamadas. Algunos servicios de VoIP sólo le permiten llamar a otras personas que usan el mismo servicio, pero los otros le permiten llamar a cualquier persona que tenga un número telefónico – incluyendo los números locales, de larga distancia, celulares e internacionales.

La banda ancha permite nuevos desarrollos en telemedicina, donde pacientes en áreas rurales pueden comunicarse en línea con médicos especializados en más áreas urbanas.

La banda ancha le ayuda a tener acceso y usar eficientemente muchas referencias y fuentes culturales como bases de datos y colecciones de bibliotecas y museos. Es también necesaria para aprovechar mejor las muchas oportunidades de aprendizaje a distancia, como cursos en línea de universidades y colegios y programas educativos para personas mayores. La banda ancha es una herramienta importante para tener más oportunidades educativas y económicas para los consumidores en localidades remotas.

Además de estos servicios nuevos, la banda ancha le permite usar los servicios existentes como compras en línea y navegar en la web más rápida y eficientemente. Descargar y ver videos y fotografías en su computadora es más rápido y fácil. Con la banda ancha puede entrar al Internet encendiendo su computadora sin tener que marcar a su proveedor de servicio de Internet (ISP, por sus siglas en inglés) por la línea telefónica, lo cual le permite usar el Internet sin tener que usar la línea telefónica. Para finales del 2004, 35.3 millones de suscriptores residenciales y pequeñas empresas habían optado ya por la banda ancha.

TIPOS DE BANDA ANCHA

La banda ancha incluye varias tecnologías de transmisión de alta velocidad, tales como:

- ❖ Línea Digital de Suscriptor (DSL)
- ❖ Cable módem
- ❖ Fibra
- ❖ Inalámbrica

- ❖ Satélite
- ❖ Banda ancha por líneas eléctricas (BPL)

La tecnología de banda ancha que seleccione dependerá de varios factores, incluyendo si se localiza en un área urbana o rural, cómo se ofrece el acceso de Internet de banda ancha junto con otros servicios (como teléfono de voz y entretenimiento en casa), y por supuesto, el precio y disponibilidad.

Línea digital de suscriptor (DSL)

DSL es una tecnología de transmisión por cable que transmite los datos más rápido que las líneas telefónicas tradicionales de cobre ya instaladas en casas o negocios. La banda ancha que usa DSL provee velocidades de transmisión que van desde algunos cientos de Kpbs hasta millones de bits por segundo (Mbps). La disponibilidad y velocidad de su servicio DSL puede depender de la distancia de su casa o negocio a las instalaciones más cercanas de la compañía de teléfonos.

Algunos tipos de tecnologías de transmisión DSL son:

Línea digital asimétrica de suscriptor (ADSL, por sus siglas en inglés) – usada principalmente por clientes residenciales, como los que navegan por Internet, que reciben muchos datos pero no envían tantos. ADSL típicamente provee mayores velocidades de transmisión en la dirección descendente que en la ascendente. ADSL permite la transmisión más rápida de datos en flujo descendente por la misma línea usada para dar el servicio de voz, sin interrumpir las llamadas telefónicas regulares en esa línea.

Línea digital simétrica de suscriptor (SDSL, por sus siglas en inglés) – usada típicamente por negocios que usan servicios como video conferencias. La velocidad de transmisión en dirección descendente o ascendente es igual.

Algunas formas más rápidas de DSL típicamente disponibles para negocios son: Línea digital de alta velocidad de suscriptor (HDSL, por sus siglas en inglés); y Línea digital de muy alta velocidad de suscriptor (VDSL, por sus siglas en inglés).

Cable Módem

El servicio de cable módem permite a los operadores de cable proporcionar la banda ancha usando los mismos cables coaxiales que envían las imágenes y sonido a su aparato de televisión.

La mayoría de los cables módem son dispositivos externos que tienen dos conexiones, una a la salida del cable en la pared y la otra a una computadora. Proveen velocidades de transmisión de 1.5 Mbps o más.

Los suscriptores pueden tener acceso al servicio del cable módem simplemente encendiendo sus computadoras sin marcar a su ISP, y pueden ver la televisión por cable mientras está en uso. Las velocidades de transmisión varían dependiendo del tipo de cable módem, red de cable y carga de tráfico. Las velocidades son comparables con las de DSL.

Fibra

La fibra o fibra óptica es la tecnología más reciente disponible para la banda ancha. Esta tecnología convierte en luz las señales eléctricas que llevan los datos, y envía la luz a través de fibras de vidrio transparentes de un diámetro cercano al del cabello humano. La fibra transmite los datos a velocidades que exceden las del actual DSL o cable módem, típicamente por decenas o aún cientos de Mbps. Sin embargo, la velocidad real que experimenta variará dependiendo de varios factores como qué tan cerca de su computadora, el proveedor de servicio lleva la fibra, y cómo el proveedor configura el servicio, incluyendo el ancho de banda usado. La misma fibra que provee su banda ancha puede también enviar en forma simultánea la voz (VoIP) y servicios de video, incluyendo el video en demanda.

Los proveedores de servicios de telecomunicación (en su mayoría compañías telefónicas) están ofreciendo banda ancha por fibra en áreas limitadas y han anunciado expandir sus redes de fibra y ofrecer servicios de voz en paquete, acceso a Internet y video.

La variación de tecnologías lleva a la fibra por todo el camino hacia la casa o negocio del cliente, hasta la orilla de la acera, o a un lugar entre las instalaciones del proveedor y el cliente.

Inalámbrica

La banda ancha inalámbrica conecta una casa o negocio al Internet usando un enlace de radio entre la localidad del cliente y las instalaciones del proveedor del servicio. La banda ancha inalámbrica puede ser móvil o fija.

Las tecnologías inalámbricas que usan un equipo direccional de mayor rango proporcionan el servicio de banda ancha en áreas remotas o muy poco pobladas, donde el servicio DSL o por cable módem sería costoso. Las velocidades generalmente son comparables con las de DSL o cable módem. Normalmente se requiere de una antena externa. Con los servicios más recientes disponibles (WiMax), normalmente una pequeña antena en el interior de la casa cerca de una ventana es adecuada, pudiendo obtener velocidades mayores.

El servicio de banda ancha inalámbrico fijo cada vez está siendo más disponible en aeropuertos, parques, librerías y otros lugares públicos llamadas "hotspots". Los "hotspots" o puntos de acceso generalmente usan una tecnología de rango corto que provee velocidades de hasta 54 Mbps. La tecnología de fidelidad inalámbrica (Wi-Fi) se usa también con frecuencia junto con el servicio DSL o cable módem para conectar los aparatos de una casa o negocio al Internet vía una conexión de banda ancha.

Los servicios de banda ancha inalámbricos móviles (3G) están volviéndose también más disponibles de los proveedores de telefonía celular y otros. Estos servicios generalmente son adecuados para clientes que se mueven mucho y requieren una tarjeta especial PC con una antena integrada que se conecta en la computadora portátil del usuario. Generalmente proveen velocidades menores, en el rango de varios cientos de Kpbs.

Satélite

Así como los satélites que giran alrededor de la tierra proveen los enlaces necesarios para los servicios telefónicos y de la televisión, también pueden proveer enlaces para la banda ancha. La banda ancha vía satélite es otra forma de banda ancha inalámbrica, útil también para dar servicio en áreas remotas o muy poco pobladas.

La velocidad del flujo de datos descendente o ascendente para la banda ancha por satélite depende de varios factores, incluyendo el proveedor y el paquete de servicio que se compra, la línea visual del consumidor con el satélite y el clima. Típicamente un consumidor puede esperar recibir (bajar datos) a una velocidad de cerca de 500 Kbps y enviar (subir datos) a una velocidad de aproximadamente 80 Kbps. Estas velocidades pueden ser menores que las del DSL y cable módem, pero la velocidad para bajar datos es casi 10 veces más rápida que la velocidad que se obtiene con un acceso de Internet por red telefónica básica. Los servicios pueden interrumpirse durante condiciones climáticas extremas.

El obtener la banda ancha por satélite puede ser más costoso y difícil que por DSL o cable módem. El usuario debe tener:

Una antena parabólica o estación base de dos o tres pies – el artículo más costoso;

Un módem para Internet por satélite; y

Una línea visual libre al satélite del proveedor

Banda ancha por líneas eléctricas (BPL)

BPL es el envío de la banda ancha por la actual red de distribución de líneas eléctricas de bajo y medio voltaje. Las velocidades de BPL son comparables con las del DSL o cable módem. BPL puede proveerse a las casas usando las conexiones eléctricas y salidas existentes de las casas.

BPL es una tecnología emergente, actualmente disponible en áreas muy limitadas. Tiene un potencial significativo ya que las líneas de corriente eléctrica se encuentran instaladas prácticamente en todos los lugares, aliviando la necesidad de construir nuevas instalaciones para el servicio de banda ancha para cada consumidor.

ESPECTRO ENSANCHADO

El espectro ensanchado (también llamado espectro esparcido, espectro disperso, spread spectrum o SS) es una técnica por la cual la señal transmitida se ensancha a lo largo de una banda muy ancha de frecuencias, mucho más amplia, de hecho, que el ancho de banda mínimo requerido para transmitir la información que se quiere enviar. No se puede decir que las comunicaciones mediante espectro

ensanchado son medios eficientes de utilización del ancho de banda. Sin embargo, ensanchado son medios e rinden al máximo cuando se los combina con sistemas existentes que hacen uso de la frecuencia. La señal de espectro ensanchado, una vez ensanchada puede coexistir con señales en banda estrecha, ya que sólo les aportan un pequeño incremento en el ruido. En lo que se refiere al receptor de espectro ensanchado, él no ve las señales de banda estrecha, ya que está escuchando un ancho de banda mucho más amplio gracias a una secuencia de código preestablecido.

El espectro ensanchado (SS, Spread Spectrum) es una técnica de transmisión en la cual un código pseudoaleatorio, independiente de los datos de información, es empleado como forma de onda modulante para “desparramar” la energía de la señal sobre un ancho de banda mucho mayor que el ancho de banda de información de la señal original.

Podemos concluir diciendo que todos los sistemas de espectro ensanchado satisfacen dos criterios:

- El ancho de banda de la señal que se va a transmitir es mucho mayor que el ancho de banda de la señal original.
- El ancho de banda transmitido se determina mediante alguna función independiente del mensaje y conocida por el receptor.

La señal producida por el ensanchamiento del espectro tiene una serie de características especiales e interesantes:

- La transmisión de señales con espectro ensanchado es mucho más resistente a las interferencias de banda estrecha que otros tipos de transmisión.
- La señal es difícilmente detectable, ya que su nivel de potencia queda muy reducido por su dispersión espectral. Sólo después de la transformación de desensanchado, ésta recupera la relación señal a ruido suficiente para su demodulación.
- En el caso de que se detecte la señal, la transmisión es ininteligible para el que no conozca la señal pseudoaleatoria utilizada para el ensanchado del espectro. Esto es lo que le sucede a un usuario no autorizado con el código P.

- La transmisión es resistente a las interferencias por multicamino (*multipath*), porque aunque se trate de una interferencia de la señal sobre sí misma, tiene consecuencias parecidas a cualquier otra interferencia de banda estrecha.
- Es posible la transmisión simultánea de varias señales de espectro ensanchado por el mismo medio, ya que siempre que se cumplan ciertas condiciones, como es que las señales pseudoaleatorias generadas sean aproximadamente incorreladas unas respecto de otras, la transmisión es resistente a las interferencias de unos canales sobre otros. Esto es posible gracias a que los códigos pseudoaleatorios empleados en G.P.S. son ortogonales entre sí. Esto da lugar a una técnica de acceso múltiple al medio conocida como CDMA (acceso múltiple por división de códigos).

Existen dos técnicas principales de espectro ensanchado: espectro ensanchado por secuencia directa (*direct sequence*), que es la que emplea el sistema G.P.S., y espectro ensanchado por saltos de frecuencia (*frequency hopping*).

SISTEMAS DE CONTROL

La enseñanza clásica de los sistemas de control se centra en el estudio de los algoritmos necesarios para llevar al sistema a un estado deseado tomando como información de entrada el estado actual y la historia. Generalmente se supone que el conocimiento del estado actual es perfecto. Este conocimiento, sin embargo, se adquiere a través de un sistema de instrumentación, que puede ser muy simple, en el caso de controlar, por ejemplo, la velocidad de un motor, o muy complejo en el caso de controlar una refinería. Es el núcleo central del sistema de instrumentación, se encarga de controlar el funcionamiento general y de gestionar los datos adquiridos. Actualmente están basados en sistemas con microprocesador y con todos los periféricos típicos de sistemas tipo ordenador personal.

En algunos casos el controlador es un ordenador personal o una estación de trabajo (*workstation*), pero en otros, orientados a aplicaciones industriales, el controlador puede estar constituido por una sola tarjeta conectable a un bastidor (*rack*).

En el caso de ordenadores personales existen multitud de placas de entradas y salidas, tanto analógicas como digitales. Las líneas digitales de I/O también pueden utilizarse para controlar partes del sistema o del SBP.

En el caso de los PC, para controlar el bus de control, normalmente se utilizan tarjetas específicas para cada uno de los buses normalizados. De este modo se puede tener más de un bus de control.

Al igual que en la selección de los instrumentos, para seleccionar el controlador hay que tener en cuenta aspectos como: fácil desarrollo del software de control y procesado, facilidad de mantenimiento, requerimientos de velocidad, etc. Otro de los aspectos más importantes a considerar es la adaptabilidad del sistema a cambios de requerimientos.

En la mayoría de las aplicaciones se usan tarjetas de adquisición conectadas a un ordenador de propósito general o bien a controladores especialmente diseñados (PLC: *Progammable Logia Controllers*). A estas tarjetas se conectan directamente sensores con salidas estándar (0-5 V o 4-20mA) y los programas de control son especiales para el PLC. Algunos entornos de Instrumentación virtual basados en ordenadores de propósito general incluyen algoritmos de control, como por ejemplo LabView de National Instruments.

Las Comunicaciones PLC (Power Line Communications) es una tecnología innovadora que permite transmitir voz y datos (telefonía e Internet) a través de la red eléctrica existente y por consiguiente por los enchufes eléctricos convencionales. Con esta tecnología es posible conectarse a Internet a velocidades similares e incluso superiores a lo que hoy se conoce como “Internet Banda Ancha”.

Posibilitan la transmisión de voz y datos a través de una infraestructura ya desplegada, los cables eléctricos, permitiendo convertir los enchufes convencionales en conexiones a los servicios de telecomunicaciones más avanzados (Telefonía, Internet de Alta Velocidad, Domótica). La tecnología PLC

constituye una alternativa real a las actuales tecnologías de acceso local (*Ultima Milla*).

Adicionalmente, al utilizar los cables eléctricos, como medio de transmisión, la instalación eléctrica domiciliaria se comporta como una red de datos en donde cada enchufe es un potencial punto de conexión al mundo de la Internet

SISTEMA SCADA

SCADA viene de las siglas de "Supervisory Control And Data Acquisition", es decir: adquisición de datos y control de supervisión. Se trata de una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores en el control de producción, proporcionando comunicación con los dispositivos de campo (controladores autónomos, autómatas programables, etc.) y controlando el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador. Además, provee de toda la información que se genera en el proceso productivo a diversos usuarios, tanto del mismo nivel como de otros supervisores dentro de la empresa: control de calidad, supervisión, mantenimiento, etc.

En este tipo de sistemas usualmente existe un ordenador, que efectúa tareas de supervisión y gestión de alarmas, así como tratamiento de datos y control de procesos. La comunicación se realiza mediante buses especiales o redes LAN. Todo esto se ejecuta normalmente en tiempo real, y están diseñados para dar al operador de planta la posibilidad de supervisar y controlar dichos procesos.

Los programas necesarios, y en su caso el hardware adicional que se necesite, se denomina en general sistema SCADA.

Es un sistema que permite controlar monitorear y supervisar, desde un centro de control, los procesos que se están desarrollando en estaciones remotas distantes, o en el océano mismo (SCADA OCEANICO), empleando enlaces de comunicaciones avanzadas.

TIPOS DE ENLACES

Los enlaces tradicionales de comunicaciones utilizados por un sistema SCADA, son sistemas satelitales, redes de microondas, radiocomunicaciones de VHF /

UHF, líneas conmutadas o dedicadas, fibra óptica, sistema trunking, telefonía celular y la tecnología del spread - spectrum.

NIVELES DEL SISTEMA SCADA

Los niveles del Sistemas son los siguientes:

- ❖ Nivel de instrumentación.
- ❖ Nivel RTU's.
- ❖ Centro de control.
- ❖ Software de integración y operación.

NIVEL DE INSTRUMENTACIÓN

Este nivel toma las variables físicas (temperatura, presión, flujo, etc.), las convierte en una señal que pueda ser leída o interpretada por el operador. El sistema SCADA, maneja instrumentación eléctrica o electrónica, donde la variable física se convierte en una señal eléctrica.

NIVEL RTU's

El RTU es la unidad terminal remota que básicamente es un dispositivo inteligente microprocesador, que recoge, almacena y procesa la información que viene de la instrumentación del campo.

Consta de 3 sub-unidades que son:

- ❖ La sub-unidad de ENTRADAS y SALIDAS.
- ❖ La sub-unidad procesadora o CPU.
- ❖ La sub-unidad de puertos de comunicaciones.

NIVEL DE COMUNICACIONES

Es el encargado de tomar la información de la RTU, y transmitirla por el medio escogido hasta el centro de control. Dependiendo del costo, la disponibilidad requerida la velocidad de transmisión y la confiabilidad requerida, se selecciona el medio de comunicación mas apropiado, estos pueden ser:

- ❖ Línea telefónica.
- ❖ Radio de comunicaciones.
- ❖ Microondas.
- ❖ Sistemas satélites u otros de envergadura similar.

CENTRO DE CONTROL

Esta compuesto por un conjunto de poderosos computadores con toda la variedad de periféricos, que realizan el procesamiento de las señales. Usualmente, existe también, un equipo de interfase de comunicaciones, cuya función es la de recibir la información de diferentes canales de comunicación y procesarla, agrupándolas para enviarlas a los computadores servidores mediante networking LAN, MAN o WAN.

SOFTWARE DE INTEGRACION Y COMUNICACIÓN

Son las instrucciones de control a las computadoras para que puedan interaccionar y procesar debidamente las señales enviadas desde los RTU's.

LAS VENTAJAS DEL SISTEMA SCADA

- ❖ Reporte en tiempo real de las variables físicas del sistema.
- ❖ Control de contingencias.
- ❖ Almacenamiento de datos históricos.
- ❖ Planeamiento de la operación.
- ❖ Análisis de instrumentos.
- ❖ Eficiencia y seguridad de la operación.
- ❖ Confiabilidad en la medición.
- ❖ Facilidad de mantenimiento.

Como se puede apreciar, un sistema SCADA, permite evaluar procesos continuos o discretos, los que se presentan en toda la naturaleza.

2.4 DETERMINACIÓN DE VARIABLES

2.4.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Red de Comunicación de Banda Ancha

2.4.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Sistema SCADA

2.5 HIPÓTESIS

El diseño de una Red de Comunicación de Banda Ancha para el Sistema SCADA permitirá la transmisión a mayor velocidad de Medidas Eléctricas, señales digitales, video, voz, supervisión y control de elementos, control de pérdidas de Energía y Potencia en las diferentes sub-estaciones.

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD BÁSICA DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo investigativo se contextualiza en la modalidad de investigación de campo y bibliográfica, debido a que los hechos serán estudiados en primera instancia en base a la inspección del terreno por medio de Cartas topográficas.

Además se tendrá la ayuda por parte del personal técnico de la Empresa Eléctrica Ambato, lo cual será de gran ayuda para obtener elementos de juicio necesarios para la conclusión de esta investigación.

3.2 TIPOS DE INVESTIGACIÓN

La investigación abarcará el nivel exploratorio pues a través de ella se reconocerá las variables que nos competen, el nivel descriptivo permitirá caracterizar la realidad investigada, el nivel correlacional dilucidará el grado de relación entre las variables en estudio y finalmente el nivel explicativo detectará las causas de determinados comportamientos y canalizará la estructuración de propuestas de solución a la problemática a ser analizada.

3.3 POBLACIÓN Y MUESTRA

Para el diseño de toda la red de Banda Ancha para el sistema SCADA se debe tomar en cuenta que en la actualidad existe una comunicación entre las diferentes sub-estaciones de las cuales de debe tomar en cuenta para realizar este diseño.

3.4 TECNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas que serán empleadas en la presente investigación serán: la observación en las cartas topográficas.

La técnica de la observación en las cartas topográficas será de gran valor en la apreciación directa de línea de vista entre los diferentes puntos de enlace. Esta técnica nos permitirá desarrollar todos y cada uno de los pasos a seguir en el diseño de este proyecto.

3.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

Para la recolección eficaz de la información de campo, se recurrirá a la siguiente estrategia:

- Recolección de información a partir de cartas topográficas en cada uno de los enlaces.

3.6 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Una vez recopilados todos los datos necesarios se procederá a su respectiva tabulación, que permitirá un diseño eficaz y bien planificado de la red antes mencionada.

El procesamiento de la Información se realizará a través del Volumen de la Obra y la Memoria Técnica, estos documentos se irán desarrollando a la par con el diseño de la red y la planimetría necesaria.

CAPITULO IV

DISEÑO DE RED DE COMUNICACIÓN DE BANDA ANCHA PARA EL SISTEMA SCADA DE LA EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO REGIONAL CENTRO NORTE S.A.

Para realizar el diseño de una red de banda ancha se deben seguir una secuencia de pasos los cuales nos ayudarán para escoger la mejor alternativa para conseguir el objetivo trazado.

4.1 Ubicación Geográfica y Altura

Cada uno de los puntos de enlaces es de suma importancia, ya que estos datos nos ayudan a ubicarlos en las cartas topográficas para realizar el perfil del terreno con el menor error posible y verificar si existe línea de vista entre los diferentes puntos.

En cada enlace se indicarán las coordenadas y la altura en las cuales están ubicadas las subestaciones y cerros, estos datos son proporcionados por la Empresa Eléctrica Ambato RCN S.A. La ubicación de estos puntos es importante ya que nos ayuda para realizar el cálculo de la distancia en forma teórica y compararla con el que se obtiene de la carta topográfica.

4.2 Perfil del Terreno

La base principal sobre la que se van a fundamentar todos los cálculos efectuados para evaluar las pérdidas que afectan a un radioenlace, es el perfil levantado entre los dos extremos del mismo, es decir, entre el transmisor y el receptor.

En un mapa con curvas de nivel, se traza una recta entre transmisor y receptor. Se procede a leer en cada intersección de la recta con las curvas de nivel la altura del

punto y la distancia desde el transmisor. Estos datos son tabulados para luego utilizarlos en los cálculos.

4.3 Cálculo de la longitud de cada trayecto

Este cálculo es necesario ya que nos ayuda para tomar en cuenta que tan distante está el Transmisor del Receptor, y para el cálculo de las pérdidas por el Espacio Libre, Margen de Desvanecimiento y Pérdidas por Vegetación.

La fórmula que utilizaremos es la siguiente, y se explicará con un ejemplo:

$$D = \sqrt{(\Delta Long * 111.32)^2 + (\Delta Lat * 111.32)^2 + (\Delta h)^2}$$

Δh en Km, entonces **D** nos dará en Km.

➤ Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande

$$\Delta Long = Long(\text{Cerro Loma Paloma}) - Long(\text{Cerro Loma Grande})$$

$$\Delta Long = 78.55 - 78.465$$

$$\Delta Long = 0.085 = 0^\circ 5' 6''$$

$$\Delta Lat = Lat(\text{Cerro Loma Paloma}) - Lat(\text{Cerro Loma Grande})$$

$$\Delta Lat = 1.294 - 1.385$$

$$\Delta Lat = -0.091 = 0^\circ 5' 27.6''$$

$$\Delta h = h(\text{Cerro Loma Paloma}) - h(\text{Cerro Loma Grande})$$

$$\Delta h = 2.944 \text{Km} - 2.6 \text{Km}$$

$$\Delta h = 0.344 \text{Km}.$$

$$D = \sqrt{(0.085 * 111.32)^2 + (-0.091 * 111.32)^2 + (0.344)^2}$$

$$D = 14.1 \text{Km}.$$

4.4 Mapas de Perfiles

Estos mapas de perfiles nos ayudan para visualizar si existe línea de vista entre cada punto de enlaces, este mapa se lo realiza con los datos que se obtienen de las cartas topográficas, también se debe realizar la corrección del perfil, para este diseño los mapas de perfiles se han obtenido utilizando el Software Herald.

4.5 Pérdidas en el Espacio Libre

La pérdida en trayectoria por el espacio libre se suele definir como la pérdida sufrida por una onda electromagnética al propagarse en línea recta por un vacío, sin absorción ni reflexión de energía en objetos cercanos. Es una definición mala y con frecuencia engañosa. La pérdida en trayectoria por el espacio libre es una cantidad técnica artificial que se originó debido a la manipulación de las ecuaciones de presupuesto de un enlace de comunicaciones, que deben tener determinado formato en el que se incluye la ganancia de la antena transmisora, la pérdida en trayectoria por el espacio libre y el área efectiva de la antena receptora.

En realidad no se pierde energía alguna; tan sólo se reparte al propagarse alejándose de la fuente, y se produce una menor densidad de potencia en determinado punto a determinada distancia de la fuente. En consecuencia, un término más adecuado para definir el fenómeno es ***pérdida por dispersión***. La pérdida de propagación es la cantidad de señal necesaria para llegar de un extremo de la conexión wireless al otro. Es decir la cantidad de señal que se pierde al atravesar un espacio. Las señales electromagnéticas se propagan por el medio a la velocidad de la luz. Incluso tienen la capacidad y habilidad de poder traspasar paredes, techos puerta o cualquier obstáculo (teóricamente claro).

La fórmula que utilizaremos es la que indicamos a continuación:

$$L_e(dB) = 92.45 + 20 \log d(km) + 20 \log f(Ghz)$$

Las distancias que utilizaremos son las que hemos obtenido de las cartas topográficas con una escala de 1:50000.

Para realizar un ejemplo utilizaremos el tramo: **Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.**

La distancia de acuerdo a las cartas topográficas es de 9.725Km. y trabajaremos a una frecuencia de 2.4Ghz.

$$Le(dB) = 92.45 + 20\log(9.725) + 20\log f(2.4Ghz)$$

$$Le(dB) = 119.812dB.$$

4.6 Margen de Desvanecimiento

Las radiocomunicaciones entre lugares remotos, sean de tierra a tierra o de tierra a satélite, requieren la propagación de señales electromagnéticas por el espacio libre. Al propagarse una onda electromagnética por la atmósfera terrestre, la señal puede tener pérdidas intermitentes de intensidad, además de la pérdida normal en la trayectoria. Esas pérdidas se pueden atribuir a diversos fenómenos, que incluyen efectos de corto y de largo plazo. Esta variación en la pérdida de la señal se llama **desvanecimiento** y se puede atribuir a perturbaciones meteorológicas como lluvia, nieve, granizo, etc.; a trayectorias múltiples de transmisión y a una superficie terrestre irregular. Para tener en cuenta el desvanecimiento temporal, se agrega una pérdida adicional de transmisión a la pérdida en trayectoria normal. A esta pérdida se le llama **margen de desvanecimiento**.

En esencia, el margen de desvanecimiento es un “factor espurio” que se incluye en la ecuación de ganancia del sistema para considerar las características no ideales y menos predecibles de la propagación de las ondas de radio, como por ejemplo la **propagación por trayectorias múltiples** (pérdida por trayectoria múltiple) y la **sensibilidad del terreno**. Estas características causan condiciones atmosféricas temporales y anormales que alteran la pérdida por trayectoria en el espacio libre, y suelen ser perjudiciales para la eficiencia general del sistema. El margen de desvanecimiento también tiene en cuenta los objetivos de confiabilidad del sistema. Así, el margen de desvanecimiento se incluye en la ecuación de ganancia de un sistema como una pérdida.

$$Fm(dB) = 30\log d(km) + 10\log(6 * A * B * f(Ghz)) - 10\log(1 - R) * -70$$

Donde:

- ❖ $30 \log d(km)$ representa el **Efecto de Trayectoria Múltiple**
- ❖ $10 \log(6 * A * B * f(Ghz))$ representa la **Sensibilidad del Terreno**
- ❖ $10 \log(1 - R)$ representa el **Objetivo de Confiabilidad**
- ❖ 70 constante

A = Factor de Rugosidad = 4 – Agua, terreno liso

1 – Terreno promedio

0.25 – Áspero o Montañoso

B = Factor de Probabilidad Anual = 1 – Peor probabilidad

0.5 – Áreas calientes y húmedas

0.25 – Continentales promedio

0.125 – Secas o Montañosas

R = Confiabilidad (99%)

1 - R = Objetivo de confiabilidad

En este estudio tomaremos el **Factor de Rugosidad(A)** de 1 para la Región Sierra y de 0.25 para la región del Oriente por las condiciones del terreno.

Así mismo el factor de **Confiabilidad Anual(B)** de 0.25 para la Región Sierra y de 0.5 para la región del Oriente.

Subestación Huachi – Cerro Loma Paloma Ambato CECON

$d = 19.875 \text{ Km.}$

$f = 2.4 \text{ Ghz.}$

$A = 1$

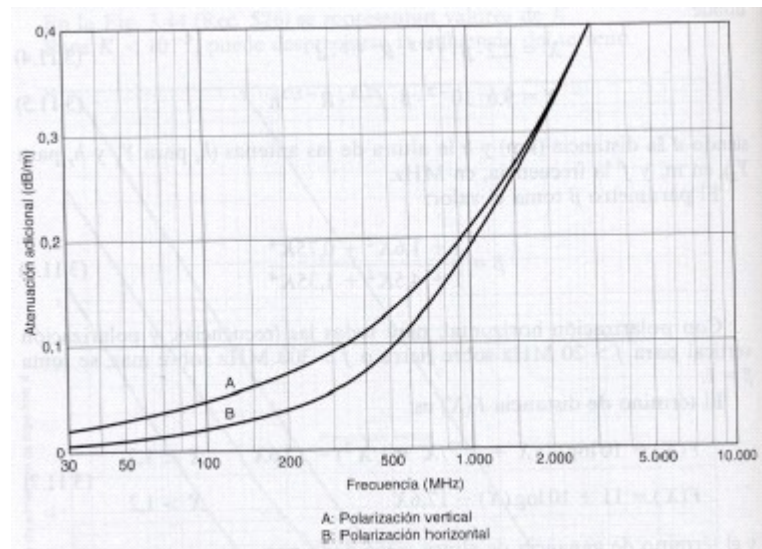
$B = 0.25$

$$Fm(dB) = 30 \log(19.875) + 10 \log(6 * 1 * 0.25 * 2.4) - 10 \log(1 - 0.9999) - 70$$

$$Fm(dB) = 14.51dB.$$

4.7 Atenuación por Vegetación

Cuando el receptor de un sistema de radiocomunicación se encuentra en el interior de un terreno boscoso, hay una pérdida adicional por penetración de las ondas a través de él. La recomendación UIT R PN 833 facilita las curvas que proporcionan la atenuación por unidad de longitud, en función de la frecuencia y de la polarización. Las curvas representan un promedio aproximado para todos los tipos de bosque, en frecuencias de hasta 3.000 Mhz. Cuando la atenuación adicional es alta (por ejemplo, superior a 30 dB), debe considerarse la posibilidad de difracción, en obstáculo agudo o el modelo de tierra esférica.



4.8 Primera Zona del Elipsoide de Fresnel

Una explicación rápida y simple del rol de la primera zona del elipsoide de Fresnel en propagación de radio es ver la cosa como un "tubo" virtual donde la mayoría de la energía viaja entre un sitio transmisor y receptor. Por lo que para evitar pérdidas no debería haber obstáculos dentro de esta zona (región prohibida) porque un obstáculo alterará "el flujo de energía".

Para calcular la primera zona del elipsoide de Fresnel aplicamos la siguiente fórmula:

$$rf_n = 31.623 \sqrt{\frac{n * \lambda * d1 * d2}{d}}$$

Donde: rf_n = en metros y n representa el número de la Zona de Fresnel en este caso como es la primera zona tomamos como 1.

n = número de la zona de Fresnel en este caso 1.

λ = longitud de onda en (m).

$d1$ = Distancia desde el transmisor al primer obstáculo en (km).

$d2$ = Distancia desde el primer obstáculo al receptor en (km).

d = Distancia total entre el transmisor y receptor en (km).

31.623 = Constante.

4.9 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Tena

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande.
- 3.- Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua.
- 4.- Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa.
- 5.- Cerro Santa Rosa – Cerro Santa Clara.
- 6.- Cerro Santa Clara – Cerro Mirador.
- 7.- Cerro Mirador – Subestación Tena.

4.9.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Cerro Loma Grande	01°23'08.4'' S	78°27'55.2'' O	2600
Cordillera Abitagua	01°25'22.8'' S	78°08'52.8'' O	2200
Cerro Santa Rosa	01°29'17.394'' S	78°2'27.931'' O	1267
Cerro Santa Clara	01°17'18.6'' S	77°52'34.8'' O	1090
Cerro Mirador	01°00'12'' S	77°47'52'' O	650
Subestación Tena	01°00'26'' S	77°48'43'' O	534

4.9.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande

Altura(m)	Distancia(Km)
2944	0
2800	0,45
2600	1
2600	2,8
2629	3
2600	3,75
2400	5,4
2238	10,5
2200	11,25
2200	11,35
2200	11,95
2200	12,25
2200	12,9
2600	13,2

Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua

Altura (m)	Distancia (Km)
2600	0
2400	1,45
2200	1,8
2000	3,6
1800	5,75
1800	13,75
1800	14,85
2000	22,35
1600	23,25
1600	25,25
1400	26,65
1400	28,95
1400	31,85
1600	33,825
1800	34,35
2000	34,6
2200	36,15

Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa

Altura(m)	Distancia(Km)
2200	0
1800	0,55
1600	0,9
1600	1,15
1600	1,45
1600	1,85
1180	4,7
1152	7,1
1140	8,2
1100	9,2
1077	11,35
1200	12,7
1200	13,25
1200	13,85
1267	14,1

Cerro Santa Rosa – Cerro Santa Clara

Altura(m)	Distancia(Km)
1267	0
1200	0,85
1048	4,25
1045	5,3
1000	6,35
1000	6,95
1000	8,05
1020	9,15
1020	9,6
1020	10,05
1043	10,5
1083	12,65
1080	15,8
1080	18,35
1060	19,8
1067	21,55
1000	24,25
1000	25,05
800	25,45
800	25,65
1000	26,5
1000	26,7
1000	27,95
1000	28,15
1090	29

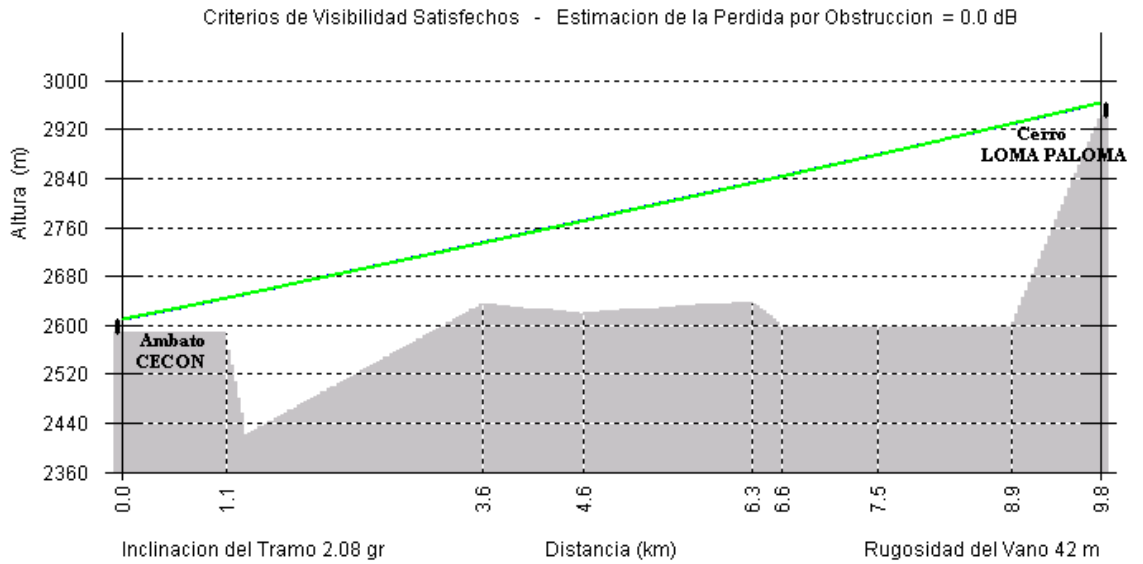
Cerro Santa Clara – Cerro Mirador

Altura(m)	Distancia(Km)
1090	0
1000	0,55
800	1,25
800	3
800	6,4

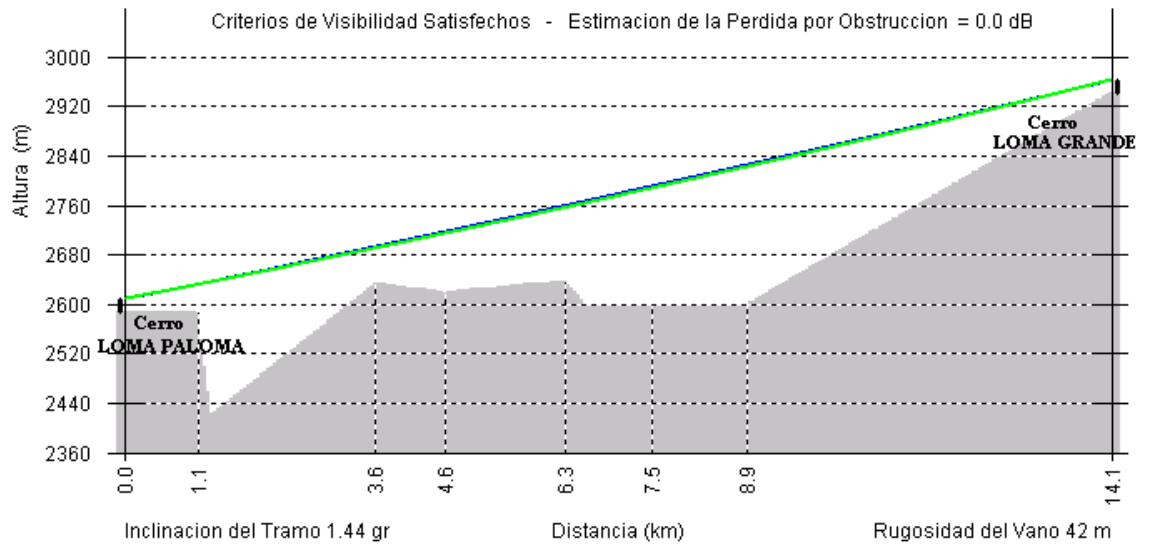
800	6,6
800	8,9
600	9,85
600	10,5
600	10,8
600	11,3
600	11,8
600	12,55
532	20,35
464	23,15
455	24,75
455	26,5
454	27,45
600	32,35
600	32,75
600	33,25
680	33,9

4.9.3 Mapa de Perfiles

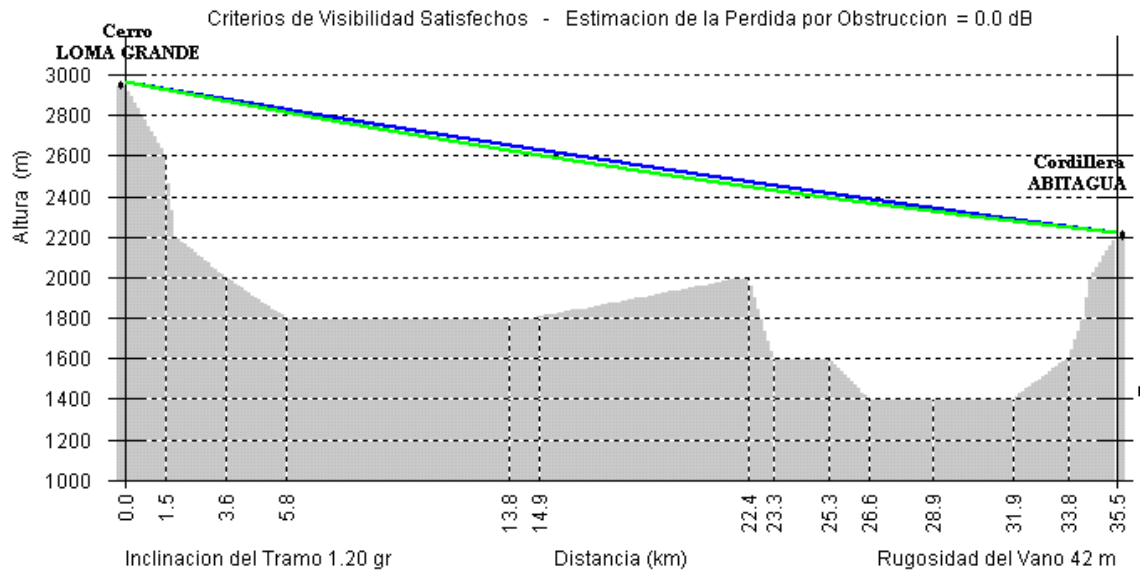
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



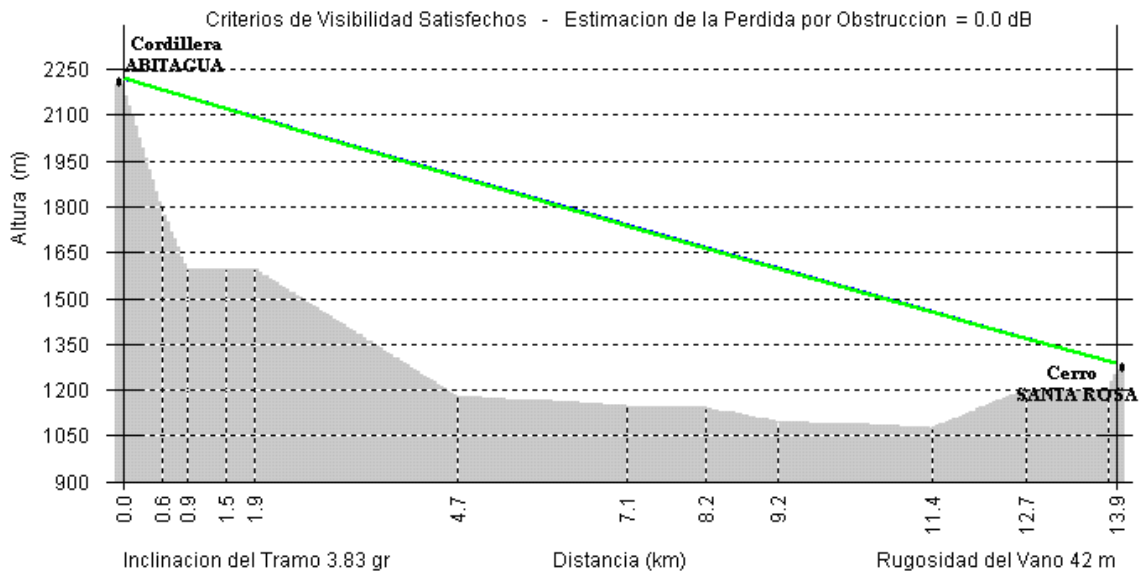
TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE



TRAMO CERRO LOMA GRANDE – CORDILLERA ABITAGUA

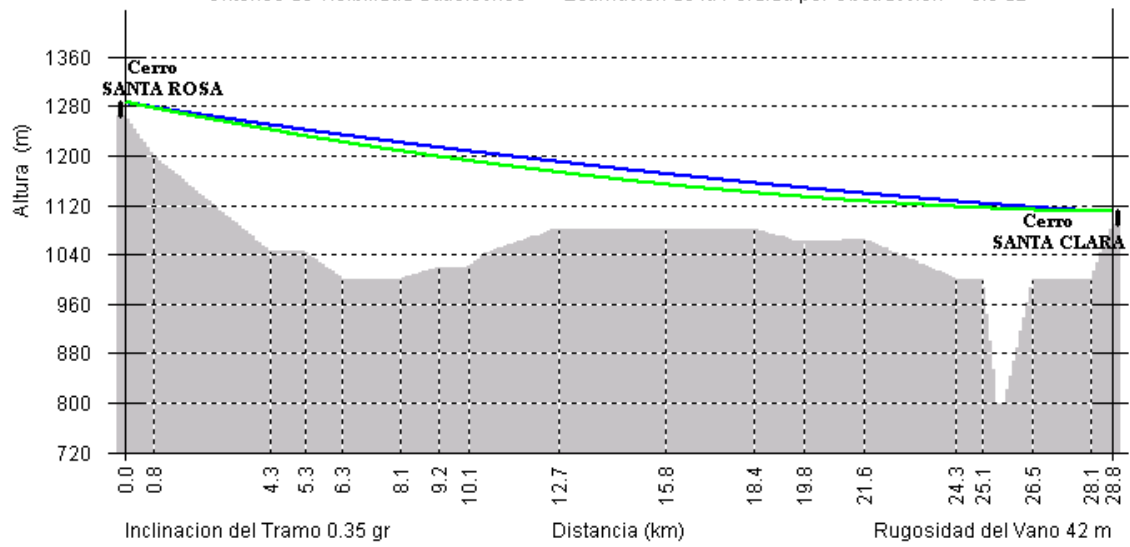


TRAMO CORDILLERA ABITAGUA – CERRO SANTA ROSA

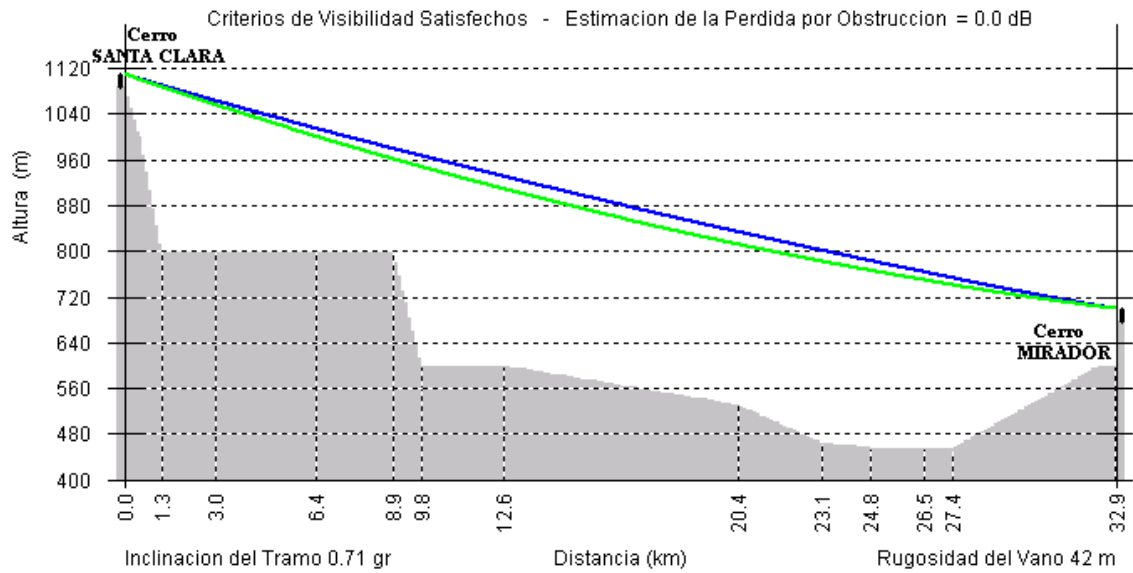


TRAMO CERRO SANTA ROSA – CERRO SANTA CLARA

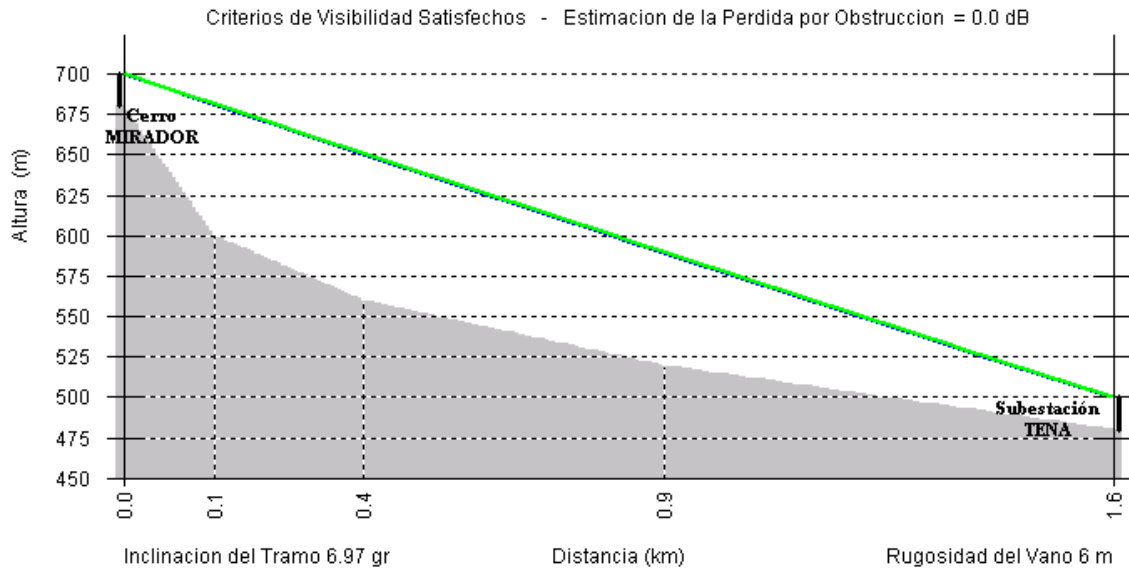
Criterios de Visibilidad Satisfechos - Estimacion de la Perdida por Obstruccion = 0.0 dB



TRAMO CERRO SANTA CLARA – CERRO MIRADOR



TRAMO CERRO MIRADOR -- SUBESTACIÓN TENA



4.9.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	14.1 Km.
3- Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	35.5 Km.
4- Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa	13.9 Km.
5- Cerro Santa Rosa – Cerro Santa Clara	28.8 Km.
6- Cerro Santa Clara – Cerro Mirador	32.9 Km.
7- Cerro Mirador – Subestación Tena	1.6 Km.

4.9.5 Pérdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	122,465703
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	2,4	131,204369
Cordillera Abitagua- Cerro Santa Rosa	14,1	2,4	123,038607
Cerro Santa Rosa – Cerro Santa Clara	28,8	2,4	129,242075
Cerro Santa Clara – Cerro Mirador	32,9	2,4	130,398143
Cerro Mirador – Subestación Tena	1,6	2,4	104,136624

4.9.6 Margen de Desvanecimiento

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
9,7	2,4	1	0,25	5,16617704

En esta ocasión la variables A tomará la cantidad de 0.25 y B tomará 0.5 debido al las condiciones del clima, de acuerdo como se indicó anteriormente.

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	0,25	0,5	6,16994299
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	2,4	0,25	0,5	19,2779411
Cordillera Abitagua- Cerro Santa Rosa	14,1	2,4	0,25	0,5	7,02929843
Cerro Santa Rosa – Cerro Santa Clara	28,8	2,4	0,25	0,5	16,3344997
Cerro Santa Clara – Cerro Mirador	32,9	2,4	0,25	0,5	18,068602
Cerro Mirador – Subestación Tena	1,6	2,4	0,25	0,5	-21,3236755

4.9.7 Pérdidas por Vegetación

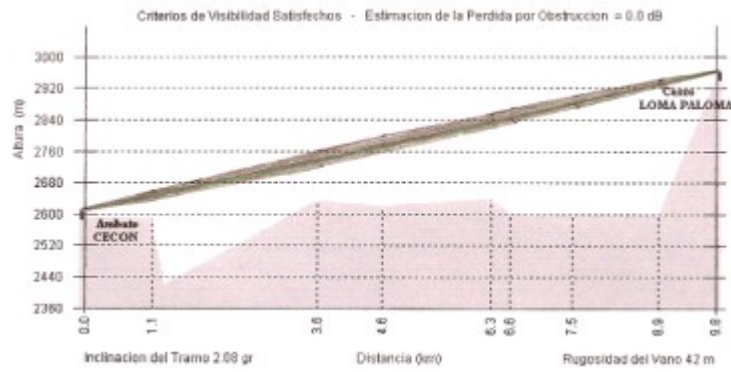
Según el gráfico anterior las pérdidas son de **0.32dB/m.**, o lo que es lo mismo **0.00032dB/Km**, las pérdidas por vegetación las tomaremos en cuenta a partir de el cerro Loma Paloma.

TRAMO	Distancia(Km)	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	4,224
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	11,552
Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa	14,1	4,512
Cerro Santa Rosa – Cerro Santa Clara	28,8	9,216
Cerro Santa Clara – Cerro Mirador	32,9	10,528
Cerro Mirador – Subestación Tena	1,6	0,512

4.9.8 Primera Zona de Fresnel

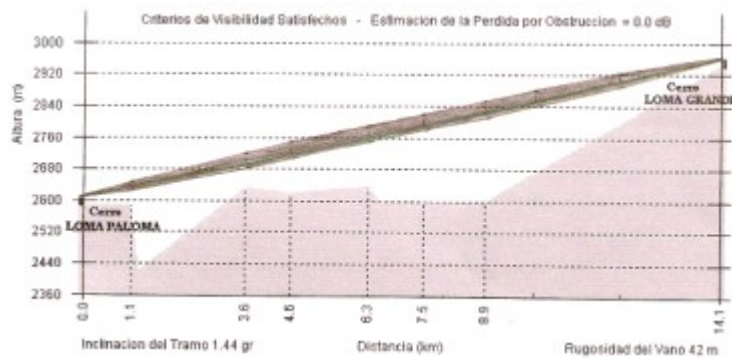
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE

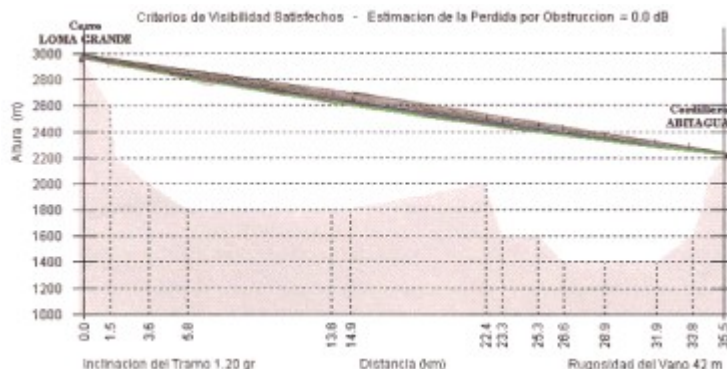
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	14,1	0
1,1	13	11,2594334
3,6	10,5	18,3060405
4,6	9,5	19,6829068
6,3	7,8	20,8720975
7,5	6,6	20,9484125
8,9	5,2	20,2556038
10	4,1	19,0651597
12	2,1	14,9468195
14,1	0	0



TRAMO CERRO LOMA GRANDE – CORDILLERA ABITAGUA

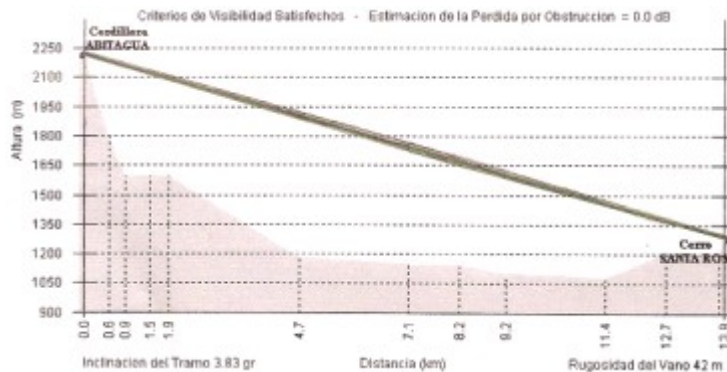
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	35,5	0
1,5	34	13,4007463
3,6	31,9	20,1090007
5,8	29,7	24,6283955
13,8	21,7	32,4723193
14,9	20,6	32,8753695
22,4	13,1	32,1442691
23,3	12,2	31,637472
25,3	10,2	30,1442335
26,6	8,9	28,8721895
28,9	6,6	25,91581
31,9	3,6	20,1090007
33,8	1,7	14,2241626

35,5	0	0
------	---	---



TRAMO CORDILLERA ABITAGUA – CERRO SANTA ROSA

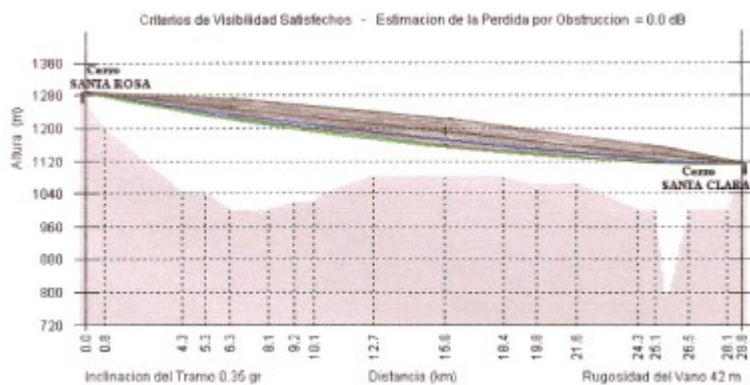
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	13,9	0
0,6	13,3	8,471340146
0,9	13	10,25754912
1,5	12,4	12,93323433
1,9	12	14,31917833
4,7	9,2	19,71939185
7,1	6,8	20,83695746
8,2	5,7	20,50194332
9,2	4,7	19,71939185
11,4	2,5	16,00932807
12,7	1,2	11,70693368
13,9	0	0



TRAMO CERRO SANTA ROSA – CERRO SANTA CLARA

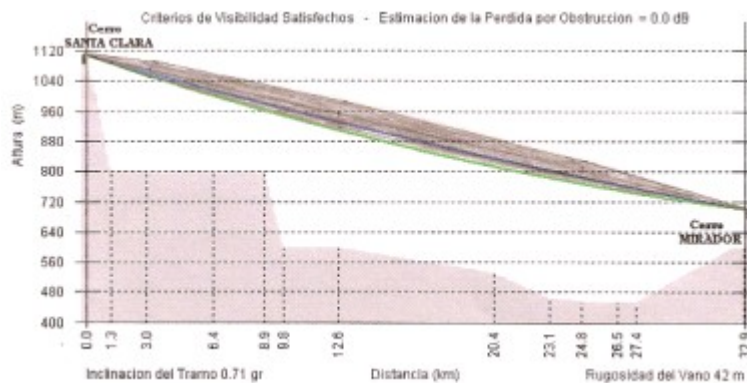
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	28,8	0
0,8	28	9,8602
4,3	24,5	21,384
5,3	23,5	23,251
6,3	22,5	24,804
8,1	20,7	26,977
9,2	19,6	27,976

10,1	18,7	28,631
12,7	16,1	29,79
15,8	13	29,858
18,4	10,4	28,82
19,8	9	27,811
21,6	7,2	25,981
24,3	4,5	21,786
25,1	3,7	20,077
26,5	2,3	16,265
28,1	0,7	9,2398
28,8	0	0



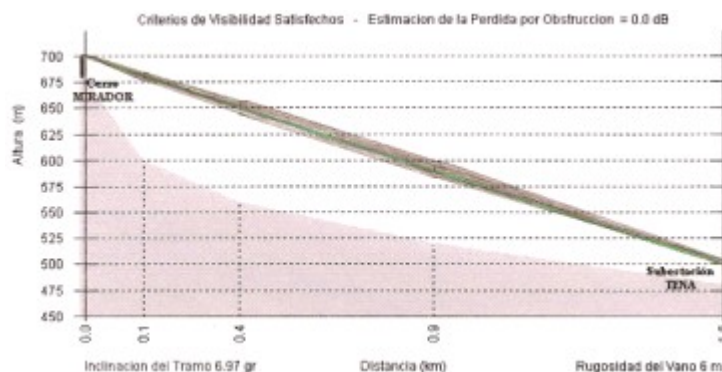
TRAMO CERRO SANTA CLARA – CERRO MIRADOR

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	32,9	0
1,3	31,6	12,4932475
3	29,9	18,4610478
6,4	26,5	25,3847593
8,9	24	28,4879206
9,8	23,1	29,3277775
12,6	20,3	31,1740636
20,4	12,5	31,1264947
23,1	9,8	29,3277775
24,8	8,1	27,6266659
26,5	6,4	25,3847593
27,4	5,5	23,9285703
32,9	0	0



TRAMO CERRO MIRADOR – SUBESTACIÓN TENA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	1,6	0
0,1	1,5	3,42329017
0,4	1,2	6,12376762
0,9	0,7	7,01565716
1,6	0	0



4.10 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Puyo

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande.
- 3.- Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua.
- 4.- Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa.
- 5.- Cerro Santa Rosa – Subestación Puyo

4.10.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944

Cerro Loma Grande	01°23'08.4'' S	78°27'55.2'' O	2600
Cordillera Abitagua	01°25'22.8'' S	78°08'52.8'' O	2200
Cerro Santa Rosa	01°29'17.394'' S	78°2'27.931'' O	1267
Subestación Puyo	01°29'22'' S	78°00'52'' O	920

4.10.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande

Altura(m)	Distancia(Km)
2944	0
2800	0,45
2600	1
2600	2,8
2629	3
2600	3,75
2400	5,4
2238	10,5
2200	11,25
2200	11,35
2200	11,95
2200	12,25
2200	12,9
2600	13,2

Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua

Altura (m)	Distancia (Km)
2600	0
2400	1,45
2200	1,8
2000	3,6
1800	5,75
1800	13,75
1800	14,85
2000	22,35
1600	23,25
1600	25,25
1400	26,65

1400	28,95
1400	31,85
1600	33,825
1800	34,35
2000	34,6
2200	36,15

Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa

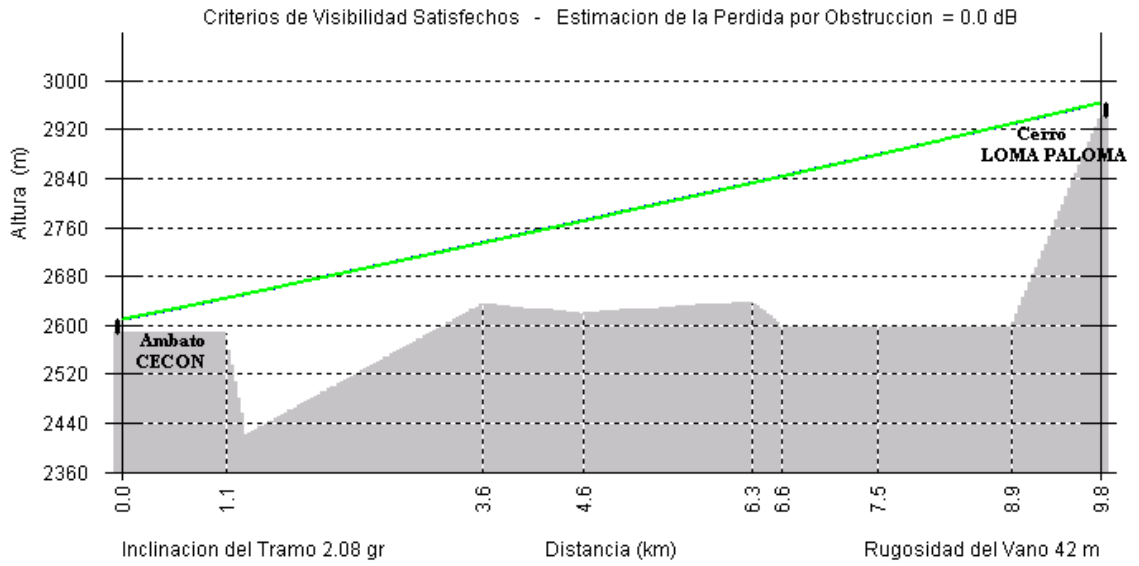
Altura(m)	Distancia(Km)
2200	0
1800	0,55
1600	0,9
1600	1,15
1600	1,45
1600	1,85
1180	4,7
1152	7,1
1140	8,2
1100	9,2
1077	11,35
1200	12,7
1200	13,25
1200	13,85
1267	14,1

Cerro Santa Rosa – Subestación Puyo

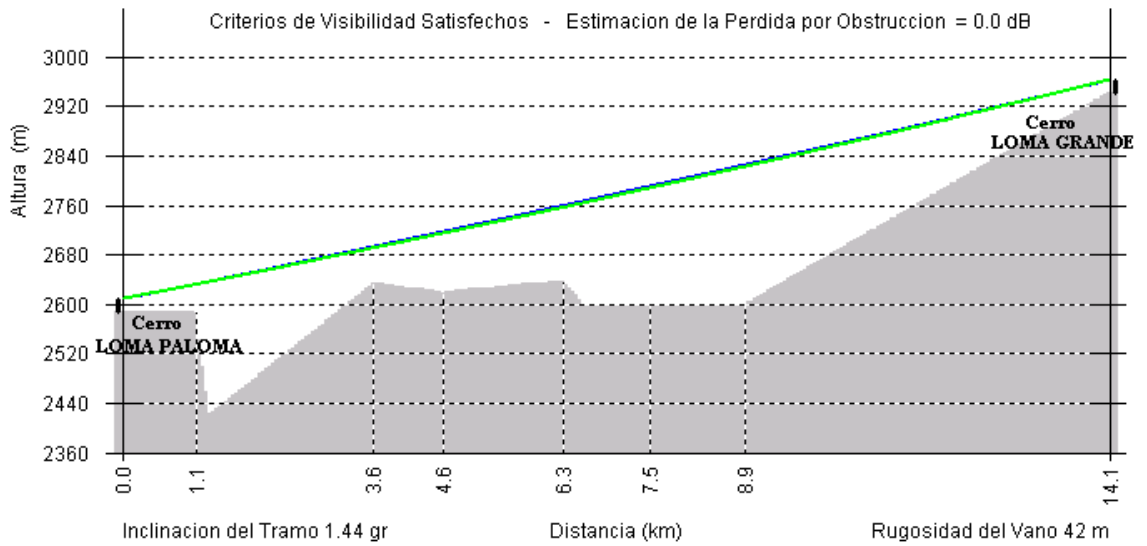
Altura(m)	Distancia(Km)
1267	0
1200	0,35
1060	1,5
1000	2,8
930	3,05

4.10.3 Mapa de Perfiles

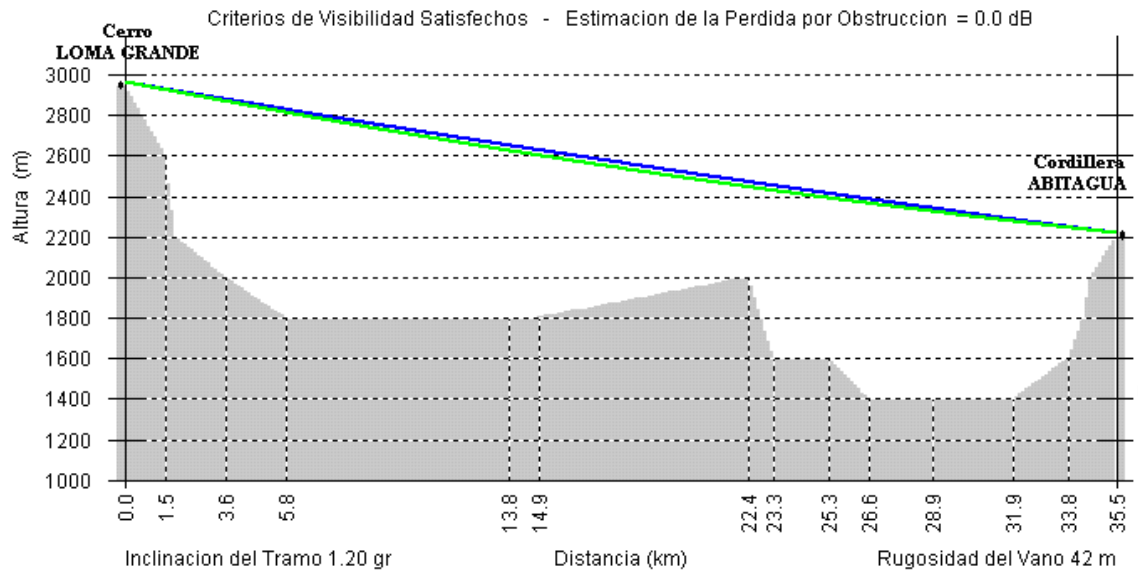
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



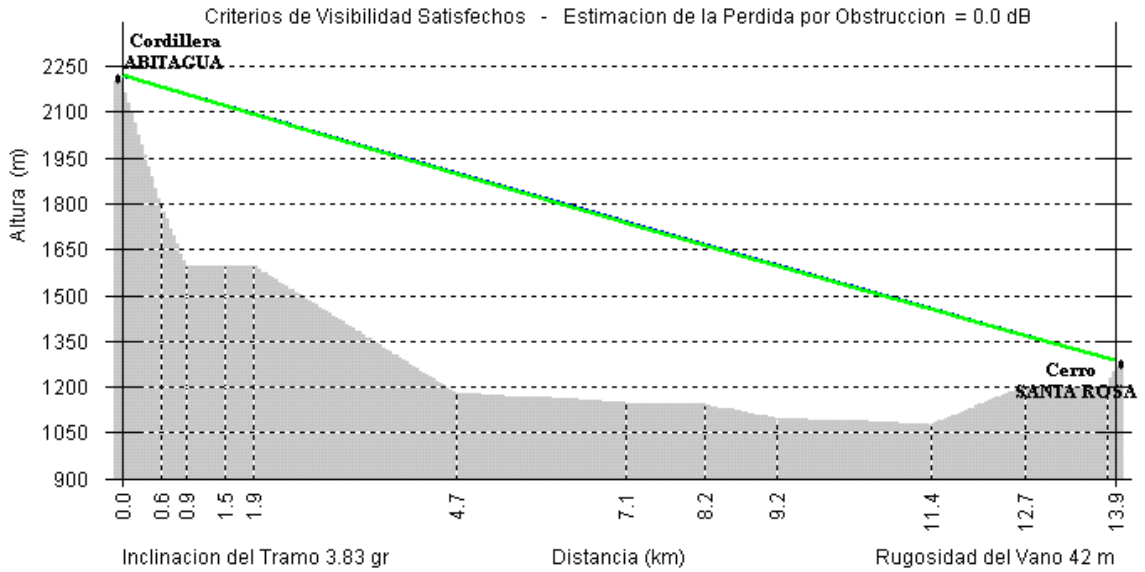
TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE



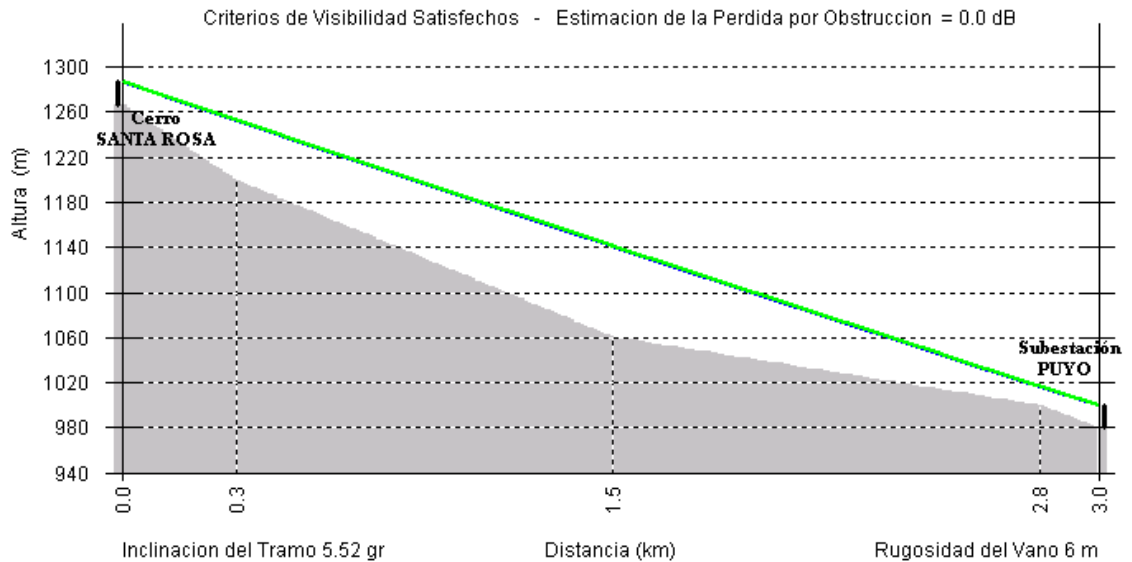
TRAMO CERRO LOMA GRANDE – CORDILLERA ABITAGUA



TRAMO CORDILLERA ABITAGUA – CERRO SANTA ROSA



TRAMO CERRO SANTA ROSA – SUBESTACIÓN PUYO



4.10.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
-------	-----------

1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	14.1 Km.
3- Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	35.5 Km.
4- Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa	13.9 Km.
5- Cerro Santa Rosa – Subestación Puyo	3 Km.

4.10.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	122,465703
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	2,4	131,204369
Cordillera Abitagua- Cerro Santa Rosa	14,1	2,4	123,038607
Cerro Santa Rosa – Subestación Puyo	3	2,4	109,59665

4.10.6 Margen de Desvanecimiento

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
9,7	2,4	1	0,25	5,16617704

En esta ocasión la variables A tomará la cantidad de 0.25 y B tomará 0.5 debido al las condiciones del clima, de acuerdo como se indicó anteriormente.

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	0,25	0,5	6,16994299
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	2,4	0,25	0,5	19,2779411
Cordillera Abitagua- Cerro Santa Rosa	14,1	2,4	0,25	0,5	7,02929843
Cerro Santa Rosa – Subestación Puyo	3	2,4	0,25	0,5	-13,1336373

4.10.7 Pérdidas por Vegetación

Según el gráfico anterior las pérdidas son de **0.32dB/m.**, o lo que es lo mismo **0.00032dB/Km**, las pérdidas por vegetación las tomaremos en cuenta a partir de el cerro Loma Paloma.

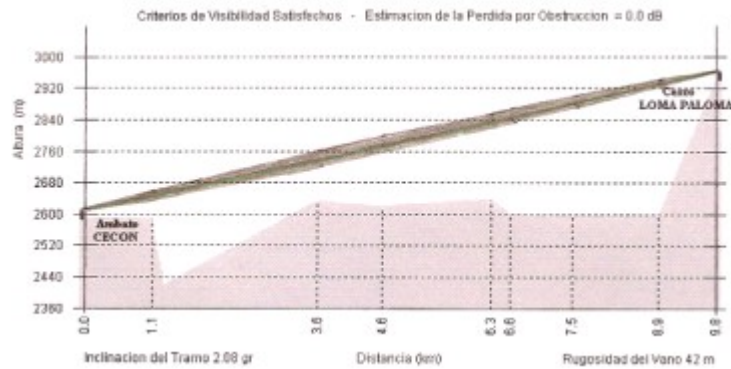
TRAMO	Distancia(Km)	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	4,224
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	11,552
Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa	14,1	4,512
Cerro Santa Rosa – Subestación Puyo	3	0,96

4.10.8 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

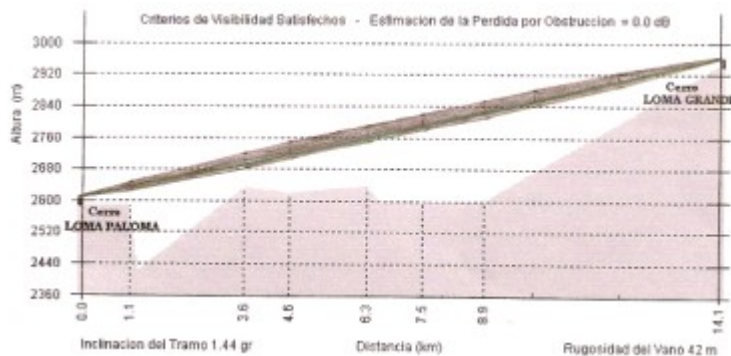
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
--------	--------	--------

0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE

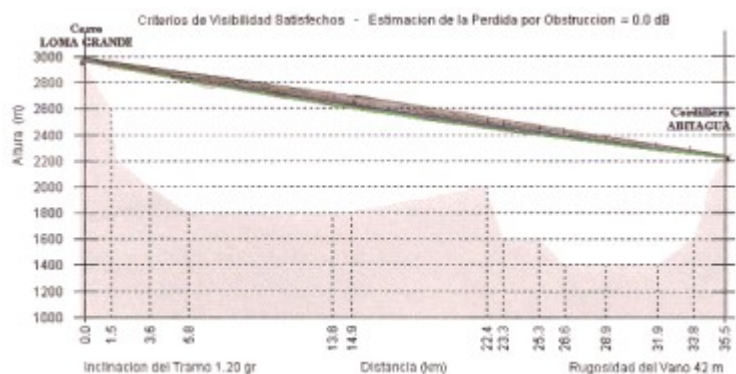
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	14,1	0
1,1	13	11,2594334
3,6	10,5	18,3060405
4,6	9,5	19,6829068
6,3	7,8	20,8720975
7,5	6,6	20,9484125
8,9	5,2	20,2556038
10	4,1	19,0651597
12	2,1	14,9468195
14,1	0	0



TRAMO CERRO LOMA GRANDE – CORDILLERA ABITAGUA

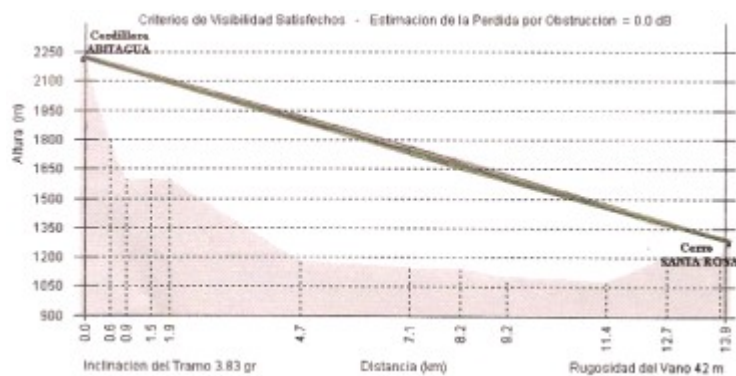
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	35,5	0
1,5	34	13,4007463

3,6	31,9	20,1090007
5,8	29,7	24,6283955
13,8	21,7	32,4723193
14,9	20,6	32,8753695
22,4	13,1	32,1442691
23,3	12,2	31,637472
25,3	10,2	30,1442335
26,6	8,9	28,8721895
28,9	6,6	25,91581
31,9	3,6	20,1090007
33,8	1,7	14,2241626
35,5	0	0



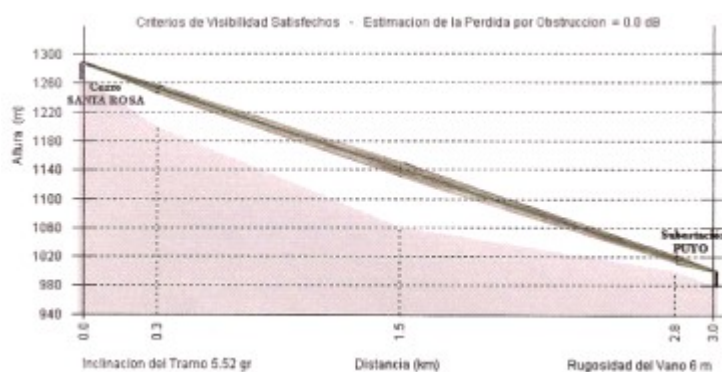
TRAMO CORDILLERA ABITAGUA – CERRO SANTA ROSA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	13,9	0
0,6	13,3	8,471340146
0,9	13	10,25754912
1,5	12,4	12,93323433
1,9	12	14,31917833
4,7	9,2	19,71939185
7,1	6,8	20,83695746
8,2	5,7	20,50194332
9,2	4,7	19,71939185
11,4	2,5	16,00932807
12,7	1,2	11,70693368
13,9	0	0



TRAMO CERRO SANTA ROSA – SUBESTACIÓN PUYO

d1(km)	d2(km)	rft(m)
0	3	0
0,3	2,7	5,80951606
1,5	1,5	9,68252677
2,8	0,2	4,83049304
3	0	0



4.11 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Palora

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande.
- 3.- Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua.
- 4.- Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa.
- 5.- Cerro Santa Rosa – Subestación Palora

4.11.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36" S	78°37'30" O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39" S	78°33'12" O	2944
Cerro Loma Grande	01°23'08.4" S	78°27'55.2" O	2600
Cordillera Abitagua	01°25'22.8" S	78°08'52.8" O	2200

Cerro Santa Rosa	01°29'17.394'' S	78°2'27.931'' O	1267
Subestación Palora	01°41'55'' S	77°57'43'' O	910

4.11.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande

Altura(m)	Distancia(Km)
2944	0
2800	0,45
2600	1
2600	2,8
2629	3
2600	3,75
2400	5,4
2238	10,5
2200	11,25
2200	11,35
2200	11,95
2200	12,25
2200	12,9
2600	13,2

Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua

Altura (m)	Distancia (Km)
2600	0
2400	1,45
2200	1,8
2000	3,6
1800	5,75
1800	13,75
1800	14,85
2000	22,35
1600	23,25
1600	25,25
1400	26,65
1400	28,95
1400	31,85
1600	33,825
1800	34,35

2000	34,6
2200	36,15

Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa

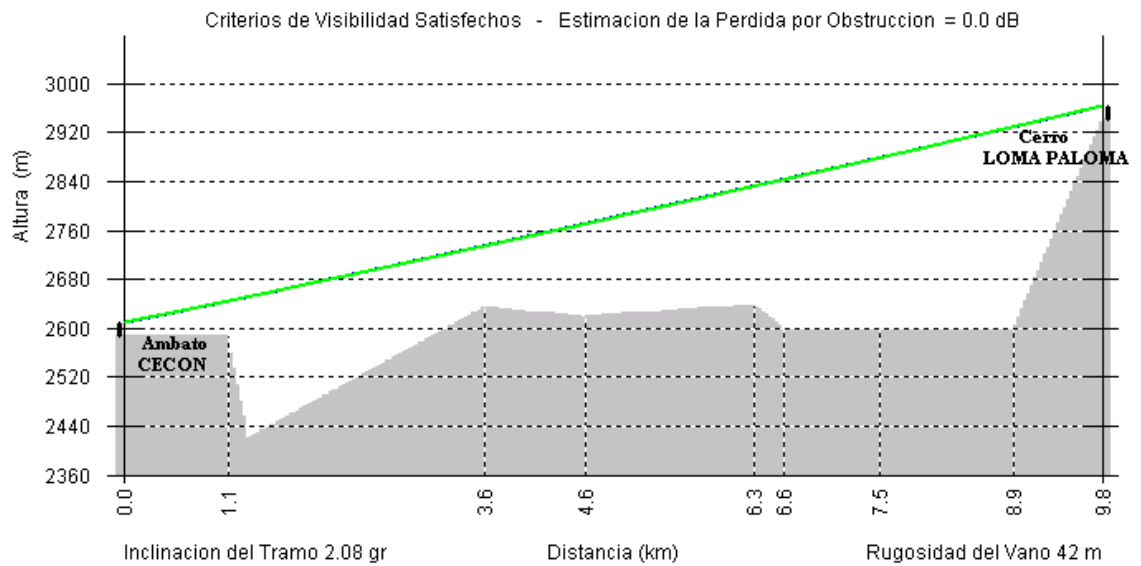
Altura(m)	Distancia(Km)
2200	0
1800	0,55
1600	0,9
1600	1,15
1600	1,45
1600	1,85
1180	4,7
1152	7,1
1140	8,2
1100	9,2
1077	11,35
1200	12,7
1200	13,25
1200	13,85
1267	14,1

Cerro Santa Rosa – Subestación Palora

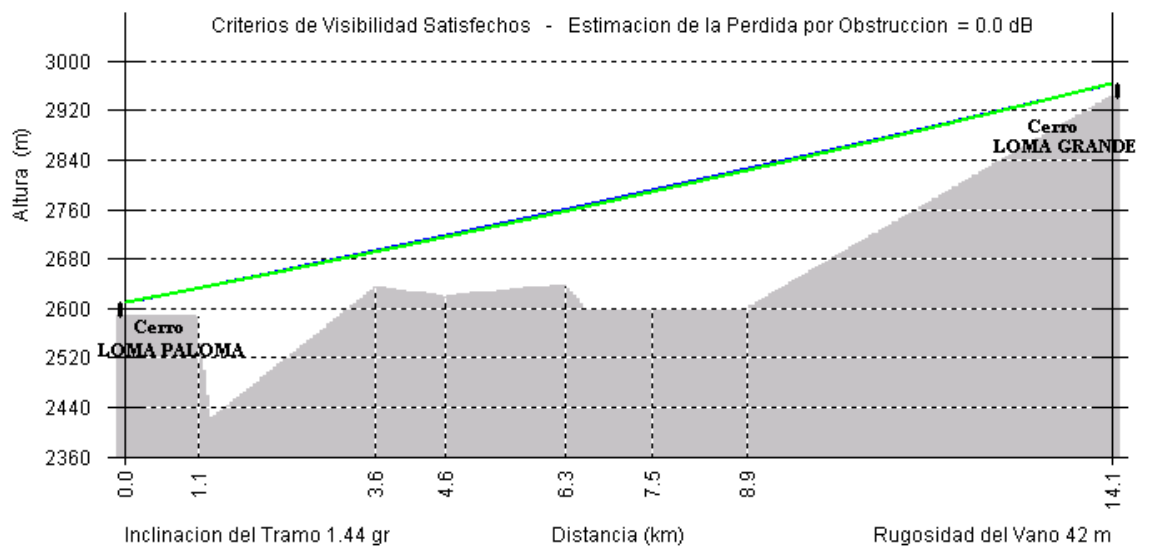
Altura(m)	Distancia(Km)
1267	0
1200	0,15
1114	0,6
1060	1,1
980	2,15
980	4,25
1000	7,6
1000	8,05
1100	8,35
1000	8,75
1000	9,3
1000	10,9
900	11,3
860	12
860	14,2
876	15,25
860	19
840	20,35
850	21,6
900	23,75
900	24,8

4.11.3 Mapa de Perfiles

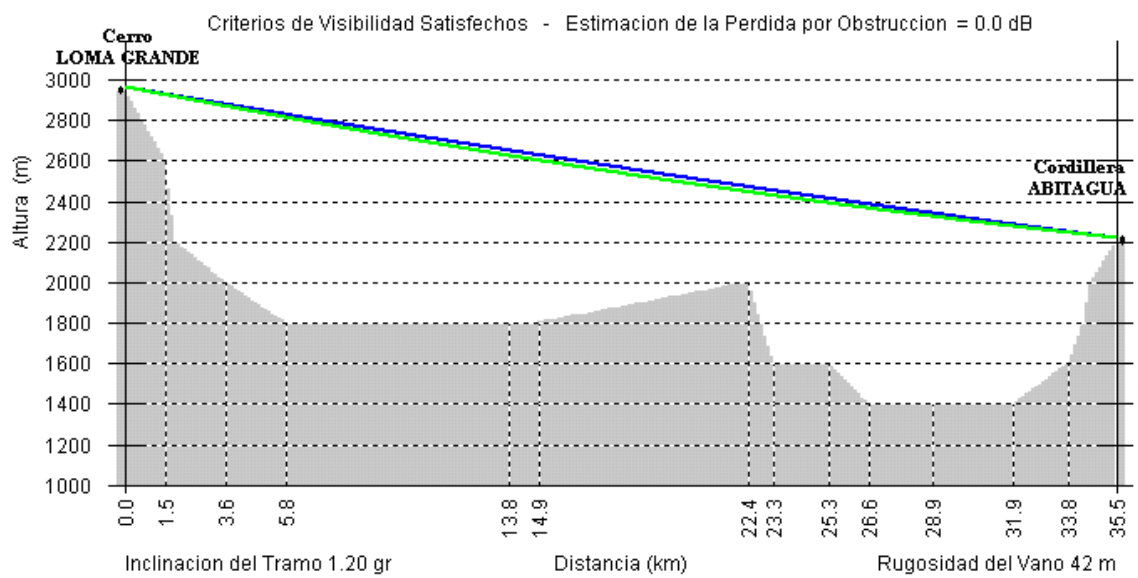
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



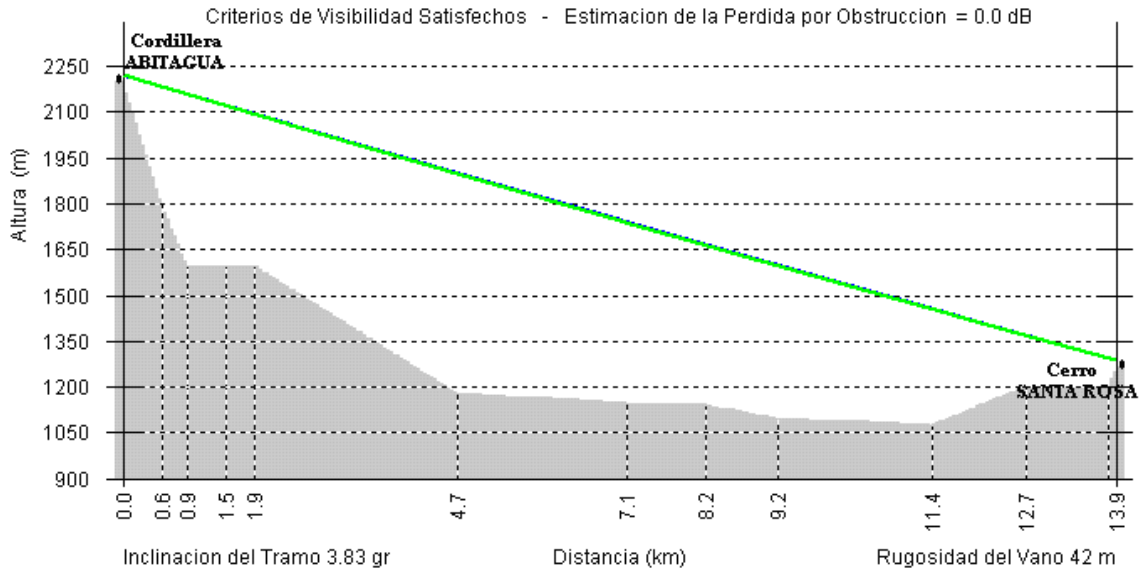
TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE



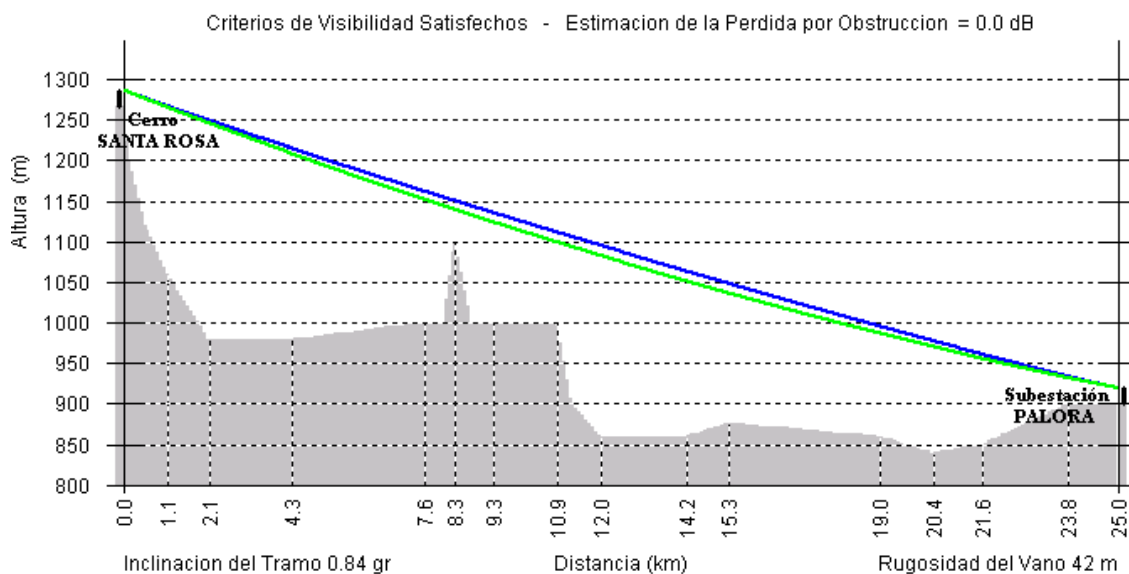
TRAMO CERRO LOMA GRANDE – CORDILLERA ABITAGUA



TRAMO CORDILLERA ABITAGUA – CERRO SANTA ROSA



TRAMO CERRO SANTA ROSA – SUBESTACIÓN PALORA



4.11.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	14.1 Km.
3- Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	35.5 Km.
4- Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa	13.9 Km.
5- Cerro Santa Rosa – Subestación Palora	25 Km.

4.11.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	122,465703
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	2,4	131,204369
Cordillera Abitagua- Cerro Santa Rosa	14,1	2,4	123,038607
Cerro Santa Rosa – Subestación Palora	25	2,4	128,013025

4.11.6 Margen de Desvanecimiento

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
9,7	2,4	1	0,25	5,16617704

En esta ocasión la variables A tomará la cantidad de 0.25 y B tomará 0.5 debido a las condiciones del clima, de acuerdo como se indicó anteriormente.

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	0,25	0,5	6,16994299
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	2,4	0,25	0,5	19,2779411
Cordillera Abitagua- Cerro Santa Rosa	14,1	2,4	0,25	0,5	7,02929843

Cerro Santa Rosa – Subestación Palora	25	2,4	0,25	0,5	14,4909253
---------------------------------------	----	-----	------	-----	------------

4.11.7 Pérdidas por Vegetación

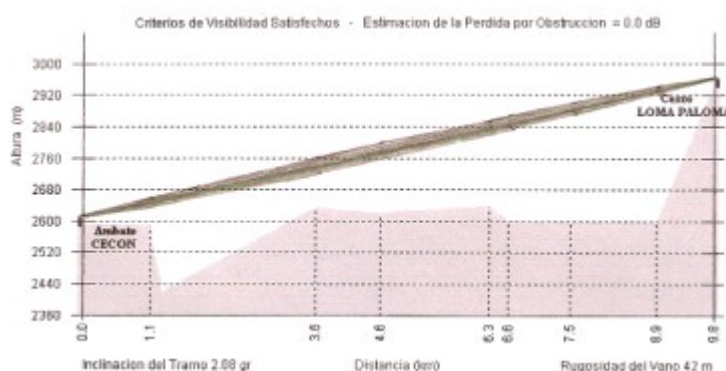
Según el gráfico anterior las pérdidas son de **0.32dB/m.**, o lo que es lo mismo **0.00032dB/Km**, las pérdidas por vegetación las tomaremos en cuenta a partir de el cerro Loma Paloma.

TRAMO	Distancia(Km)	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	4,224
Cerro Loma Grande – Cordillera Abitagua	36,1	11,552
Cordillera Abitagua – Cerro Santa Rosa	14,1	4,512
Cerro Santa Rosa – Subestación Palora	25	8

4.11.8 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

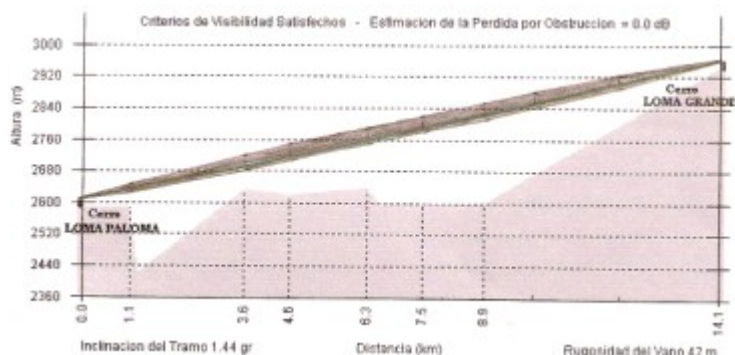
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE

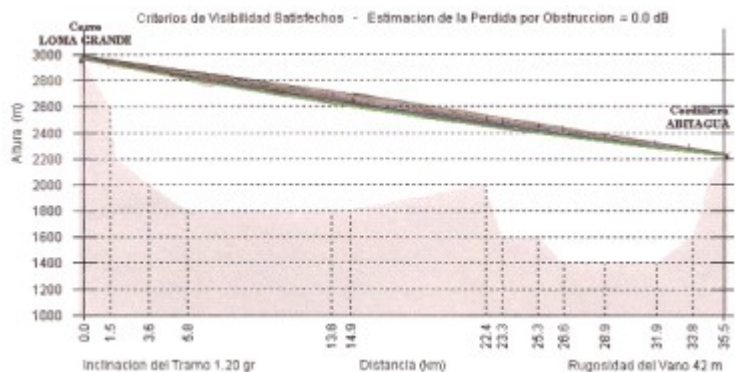
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	14,1	0
1,1	13	11,2594334
3,6	10,5	18,3060405
4,6	9,5	19,6829068
6,3	7,8	20,8720975
7,5	6,6	20,9484125
8,9	5,2	20,2556038

10	4,1	19,0651597
12	2,1	14,9468195
14,1	0	0



TRAMO CERRO LOMA GRANDE – CORDILLERA ABITAGUA

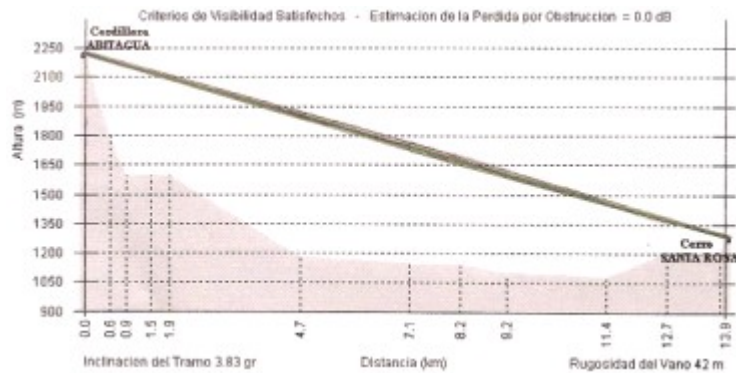
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	35,5	0
1,5	34	13,4007463
3,6	31,9	20,1090007
5,8	29,7	24,6283955
13,8	21,7	32,4723193
14,9	20,6	32,8753695
22,4	13,1	32,1442691
23,3	12,2	31,637472
25,3	10,2	30,1442335
26,6	8,9	28,8721895
28,9	6,6	25,91581
31,9	3,6	20,1090007
33,8	1,7	14,2241626
35,5	0	0



TRAMO CORDILLERA ABITAGUA – CERRO SANTA ROSA

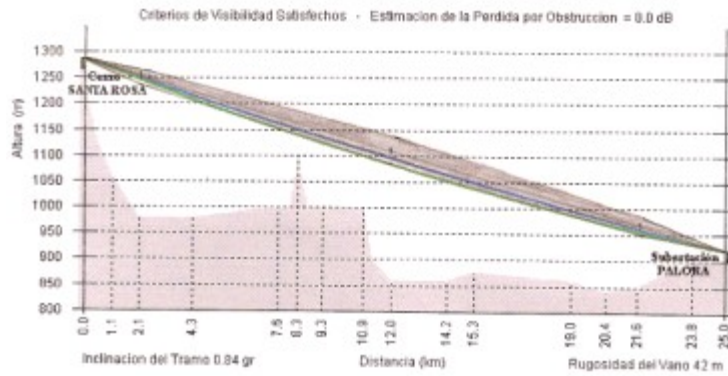
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	13,9	0
0,6	13,3	8,471340146

0,9	13	10,25754912
1,5	12,4	12,93323433
1,9	12	14,31917833
4,7	9,2	19,71939185
7,1	6,8	20,83695746
8,2	5,7	20,50194332
9,2	4,7	19,71939185
11,4	2,5	16,00932807
12,7	1,2	11,70693368
13,9	0	0



TRAMO CERRO SANTA ROSA – SUBESTACIÓN PALORA

d1(km)	d2(km)	rft(m)
0	25	0
1,1	23,9	11,4652456
2,1	22,9	15,5065598
4,3	20,7	21,0963572
7,6	17,4	25,7139912
8,3	16,7	26,3260288
9,3	15,7	27,0196283
10,9	14,1	27,7211266
12	13	27,9286774
14,2	10,8	27,6913494
15,3	9,7	27,2407871
19	6	23,8748414
20,4	4,6	21,6611779
21,6	3,4	19,1625987
23,8	1,2	11,9499798
25	0	0



4.12 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Baños

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande.
- 3.- Cerro Loma Grande – Subestación Baños.

4.12.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Cerro Loma Grande	01°23'08,4'' S	78°27'55,2'' O	2600
Subestación Baños	01°23'43'' S	78°25'45'' O	1854

4.12.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande

Altura(m)	Distancia(Km)
2944	0
2800	0,45
2600	1

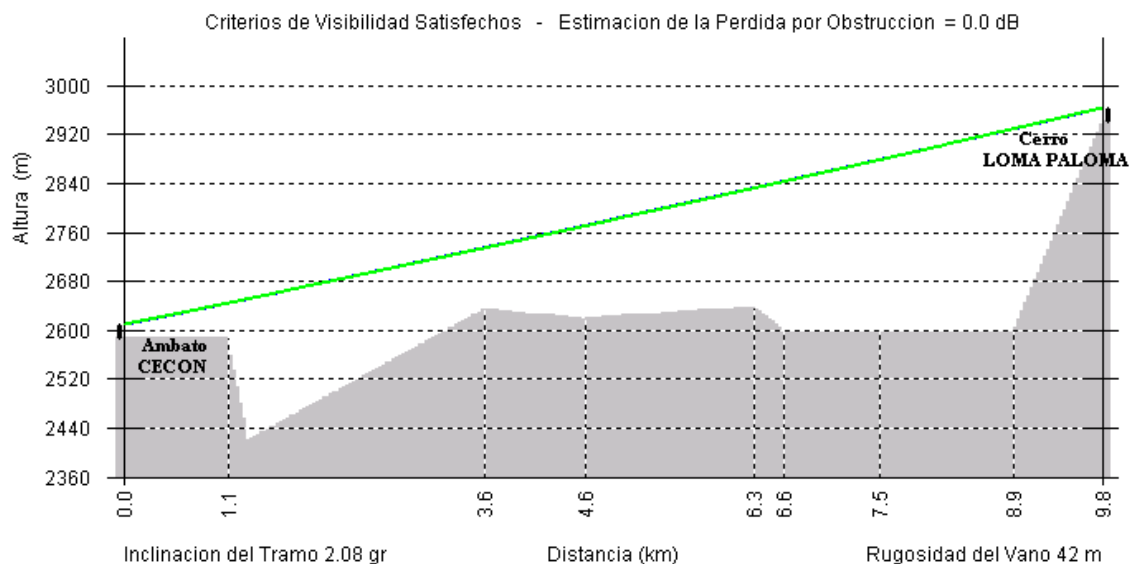
2600	2,8
2629	3
2600	3,75
2400	5,4
2238	10,5
2200	11,25
2200	11,35
2200	11,95
2200	12,25
2200	12,9
2600	13,2

Cerro Loma Grande – Subestación Baños

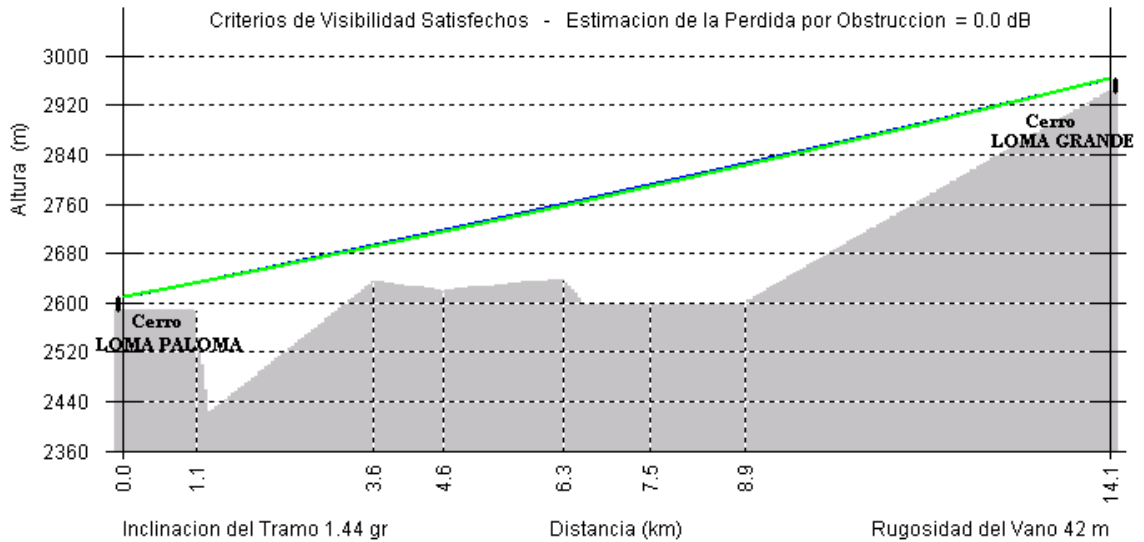
Altura(m)	Distancia(Km)
2600	0
2500	0,35
2400	0,8
2250	1,35
2200	1,85
2000	2,7
2000	2,95
1854	4,9

4.12.3 Mapa de Perfiles

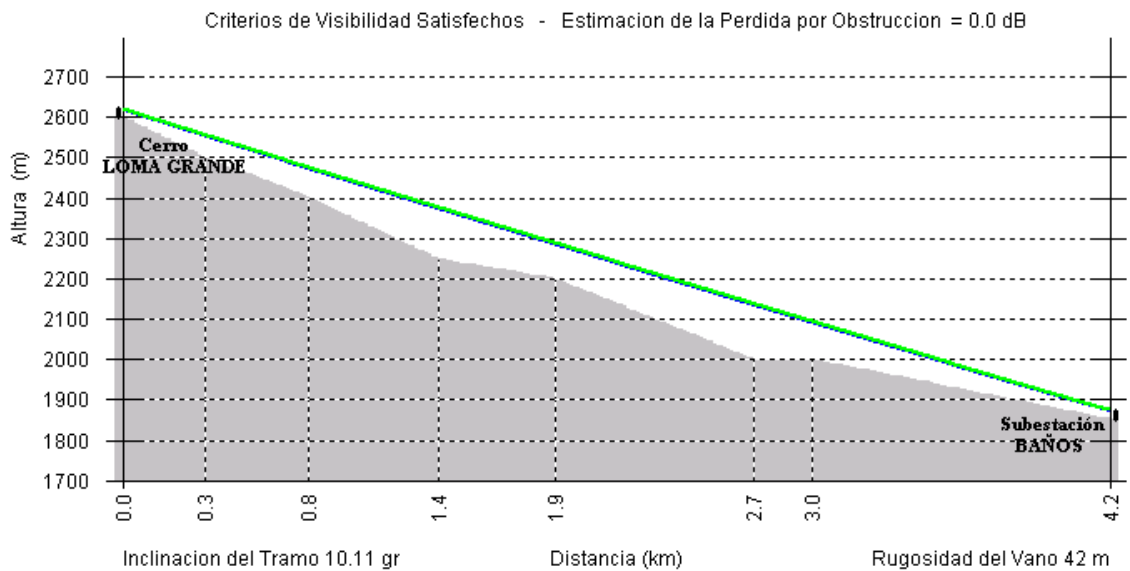
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE



TRAMO CERRO LOMA GRANDE – SUBESTACIÓN BAÑOS



4.12.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.

2- Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	14.1 Km.
3- Cerro Loma Grande – Subestación Baños	4.2 Km.

4.12.5 Pérdidas en el Espacio Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	122,465703
Cerro Loma Grande – Subestación Baños	4,2	2,4	112,519211

4.10.6 Margen de Desvanecimiento

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
9,7	2,4	1	0,25	5,16617704

En esta ocasión la variables A tomará la cantidad de 0.25 y B tomará 0.5 debido al las condiciones del clima, de acuerdo como se indicó anteriormente.

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	2,4	0,25	0,5	6,16994299
Cerro Loma Grande – Subestación Baños	4,2	2,4	0,25	0,5	-8,74979624

4.12.7 Pérdidas por Vegetación

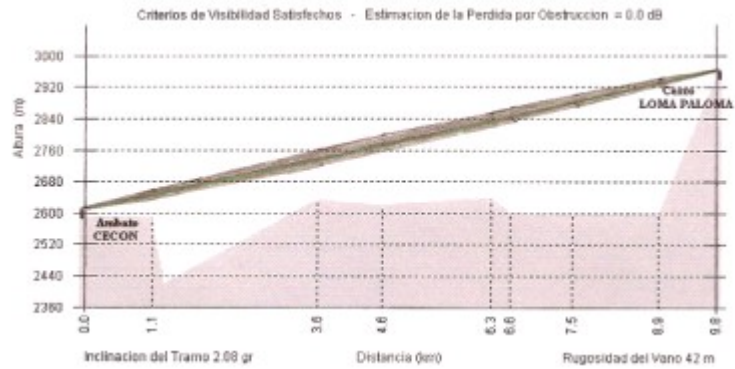
Según el gráfico anterior las pérdidas son de **0.32dB/m.**, o lo que es lo mismo **0.00032dB/Km**, las pérdidas por vegetación las tomaremos en cuenta a partir de el cerro Loma Paloma.

Tramo	Distancia(Km)	Pérdida(dB)
Cerro Loma Paloma – Cerro Loma Grande	13,2	4,224
Cerro Loma Grande – Subestación Baños	4,2	1,344

4.12.8 Primera Zona de Fresnel

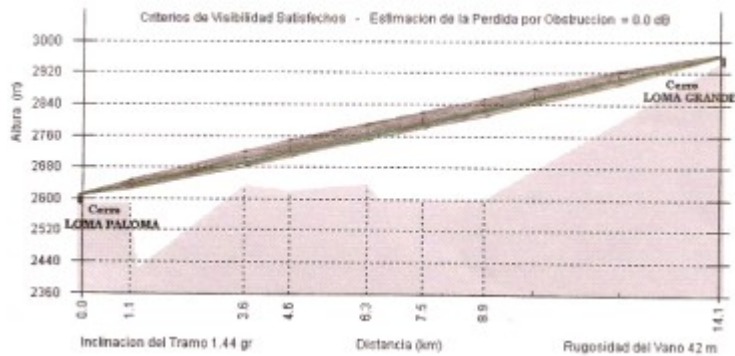
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE

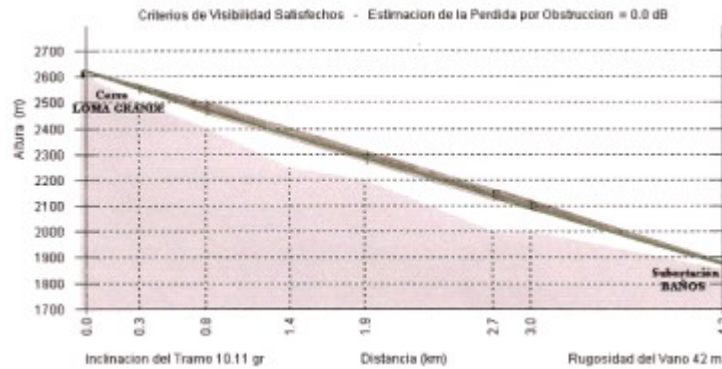
d1(km)	d2(km)	rft(m)
0	14,1	0
1,1	13	11,2594334
3,6	10,5	18,3060405
4,6	9,5	19,6829068
6,3	7,8	20,8720975
7,5	6,6	20,9484125
8,9	5,2	20,2556038
10	4,1	19,0651597
12	2,1	14,9468195
14,1	0	0



TRAMO CERRO LOMA GRANDE – SUBESTACIÓN BAÑOS

d1(km)	d2(km)	rft(m)
0	4,2	0
0,3	3,9	5,90101013
0,8	3,4	8,99741767
1,4	2,8	10,8013108
1,9	2,3	11,4044448
2,7	1,5	10,9789534
3	1,2	10,3510565
3,3	0,9	9,40181398
3,5	0,7	8,53918596
3,7	0,5	7,42026292
4	0,2	4,87953484

4,2	0	0
-----	---	---



4.13 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Huachi

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Huachi.

4.13.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Huachi	01°15'37'' S	78°38'17'' O	2802

4.13.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

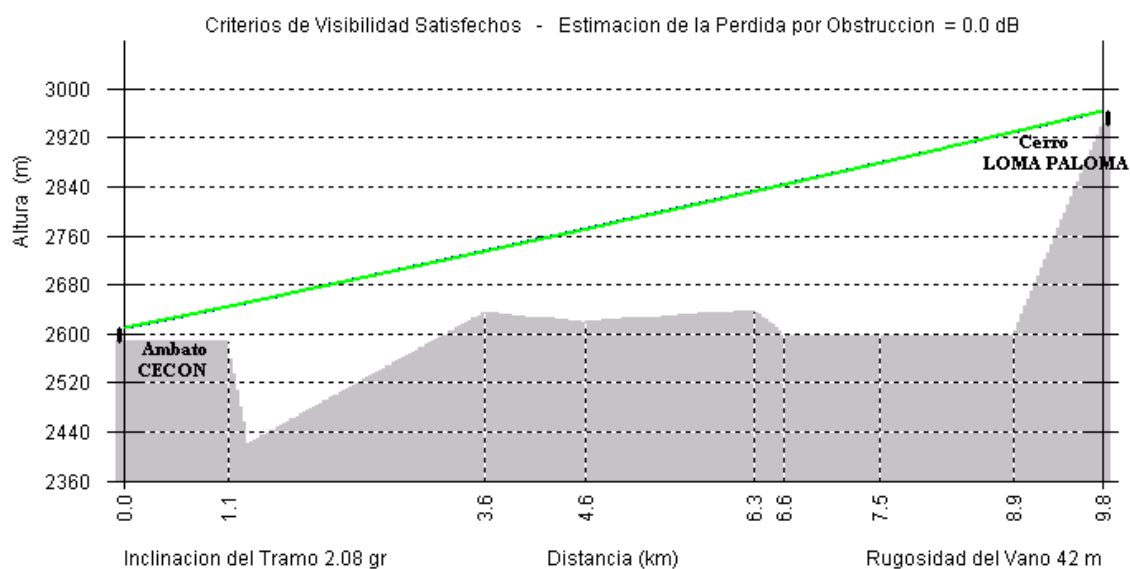
Subestación Huachi – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2699	0
2699	0,75
2728	1,75
2676	3,25

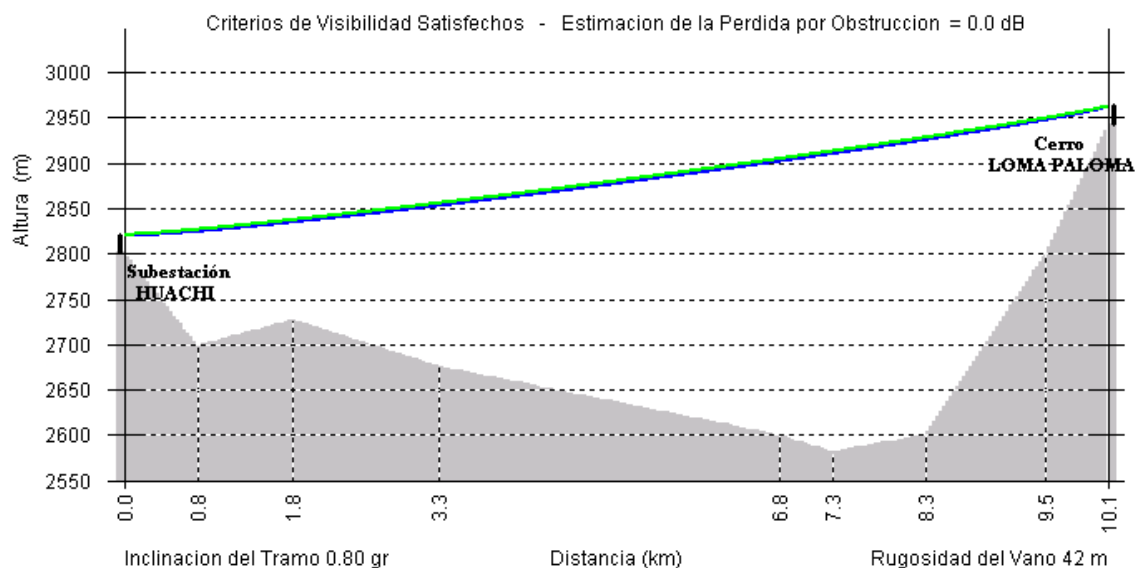
2600	6,75
2582	7,3
2600	8,25
2800	9,5
2944	10,15

4.13.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN HUACHI – CERRO LOMA PALOMA



4.13.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Huachi	10.1 Km.

4.13.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Huachi	10,1	2,4	120,140652

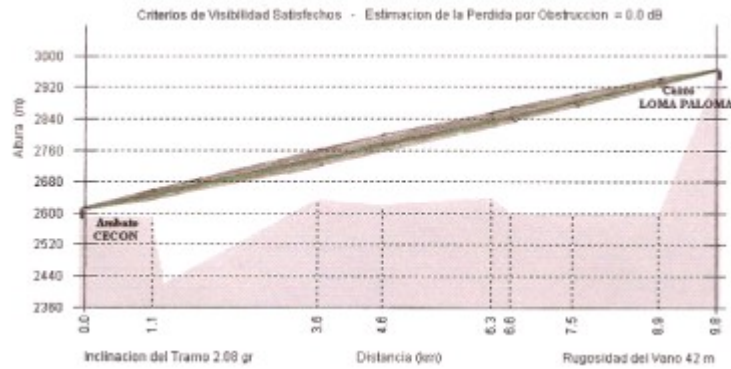
4.13.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Huachi	10,1	2,4	1	0,25	5,69266622

4.13.7 Primera Zona de Fresnel

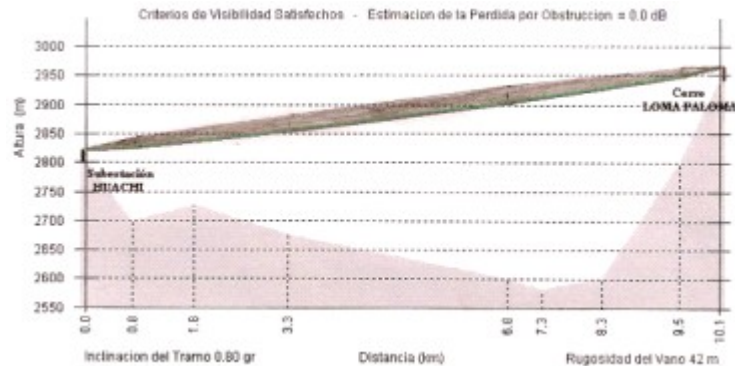
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO SUBESTACIÓN HUACHI – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rftn(m)
0	10,1	0
0,8	9,3	9,59585895
1,8	8,3	13,5979264
3,3	6,8	16,6651341
6,8	3,3	16,6651341
7,3	2,8	15,9051523
8,3	1,8	13,5979264
9,5	0,6	8,39913991
10,1	0	0



4.14 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Oriente

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Oriente.

4.14.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944

Subestación Oriente	01°15'12'' S	78°36'45'' O	2647
---------------------	--------------	--------------	------

4.14.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

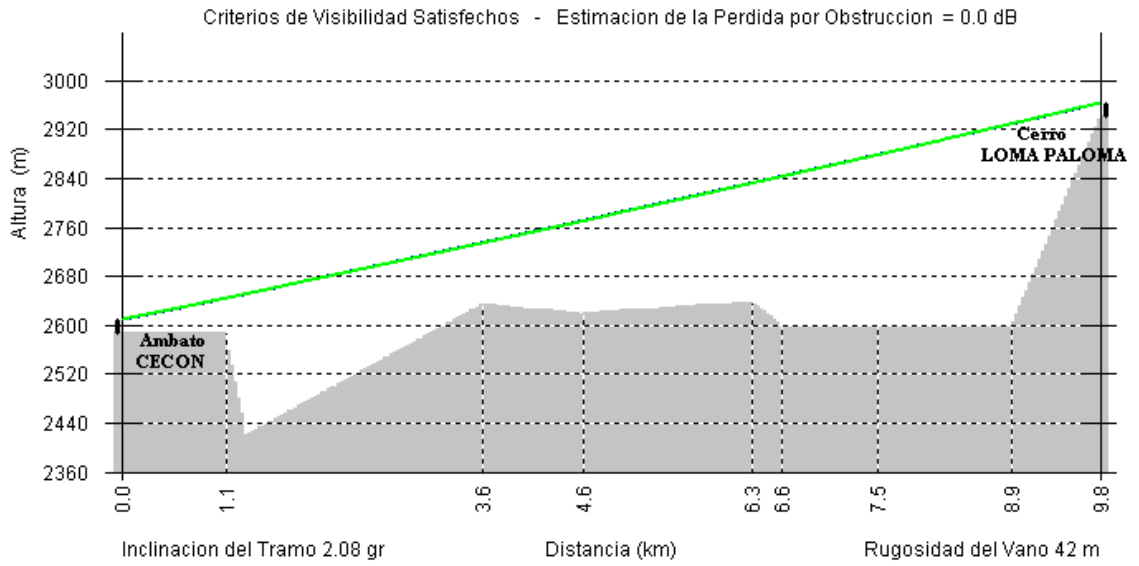
Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Subestación Oriente – Cerro Loma Paloma

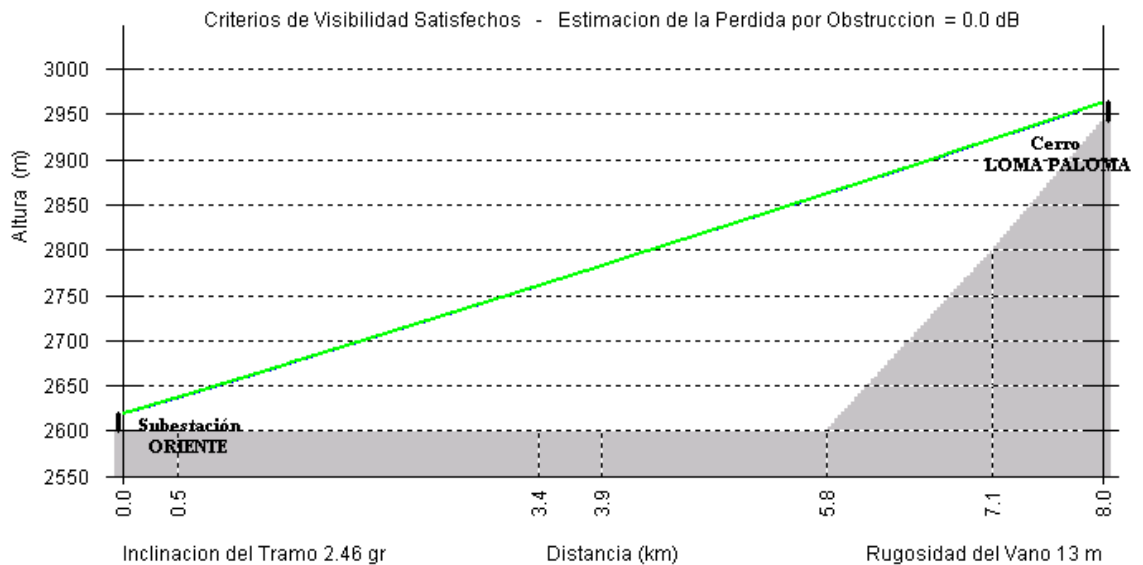
Altura(m)	Distancia(Km)
2600	0
2600	0,45
2600	3,4
2600	3,9
2600	5,75
2800	7,1
2944	7,9

4.14.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN ORIENTE – CERRO LOMA PALOMA



4.14.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Oriente	8 Km.

4.14.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Oriente	8	2,4	118,116025

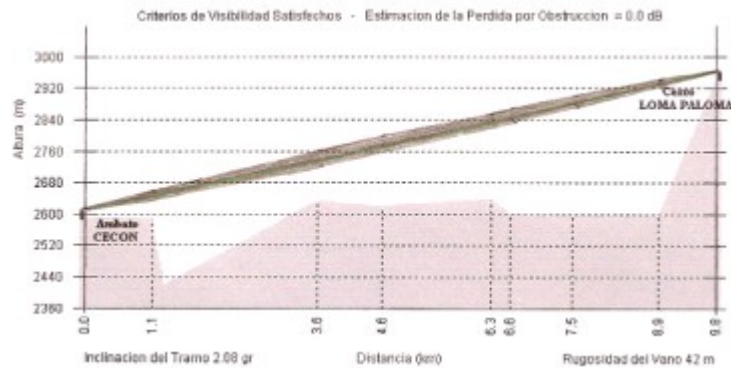
4.14.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Oriente	8	2,4	1	0,25	2,65572462

4.14.7 Primera Zona de Fresnel

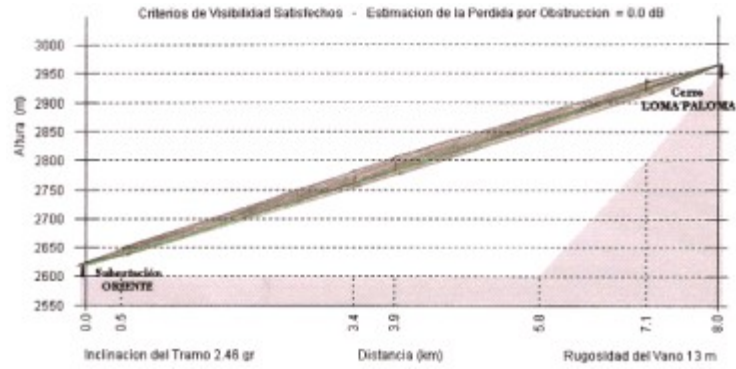
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO SUBESTACIÓN ORIENTE – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	8	0
0,5	7,5	7,65470952
3,4	4,6	15,6326086
3,9	4,1	15,8065581
5,8	2,2	14,120121
7,1	0,9	9,99225504
8	0	0



4.15 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Loreto

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Loreto.

4.15.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Loreto	01°14'19'' S	78°37'09'' O	2690

4.15.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

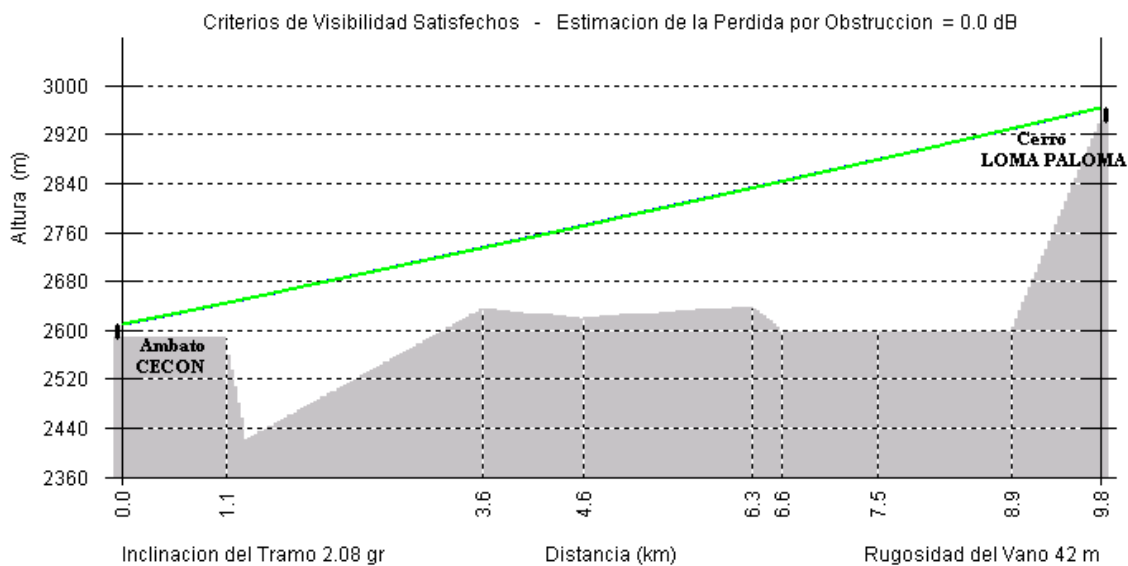
Subestación Loreto – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	0,8
2400	1,85
2400	2,05
2619	4,4
2600	5,2
2600	5,55

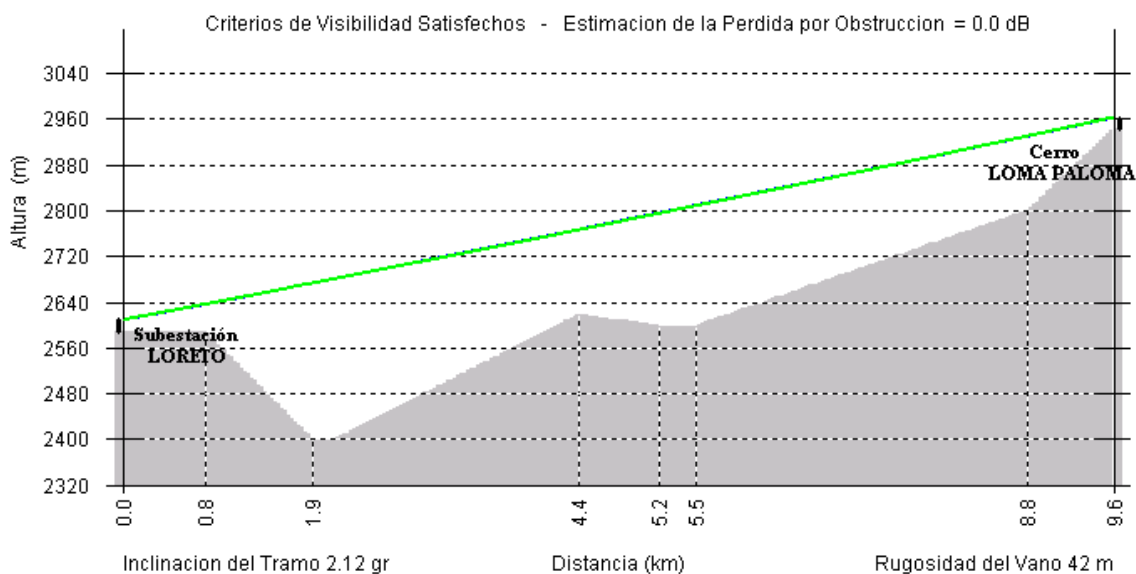
2800	8,75
2944	9,6

4.15.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN LORETO – CERRO LOMA PALOMA



4.15.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Loreto	9.6 Km.

4.15.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Loreto	9,6	2,4	119,699649

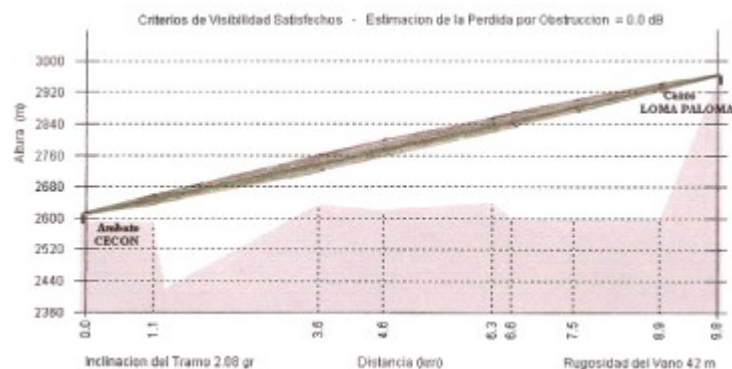
4.15.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Loreto	9,6	2,4	1	0,25	5,031162

4.15.7 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

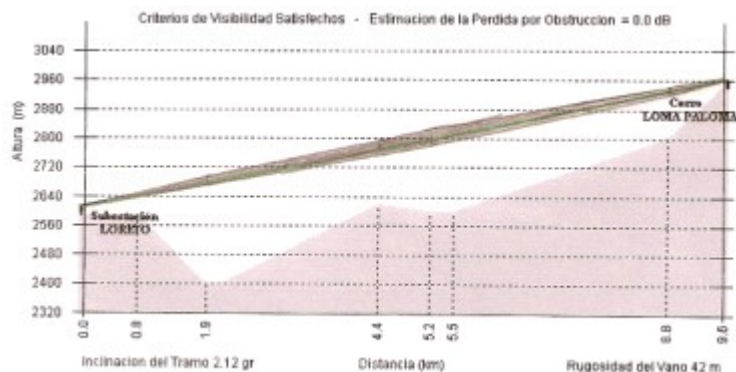
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO SUBESTACIÓN LORETO – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,6	0
0,8	8,8	9,57433871

1,9	7,7	13,8020826
4,4	5,2	17,2603846
5,2	4,4	17,2603846
5,5	4,1	17,1354586
8,8	0,8	9,57433871
9,6	0	0



4.16 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Atocha

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Atocha.

4.16.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Atocha	01°13'30'' S	78°37'42'' O	2673

4.16.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

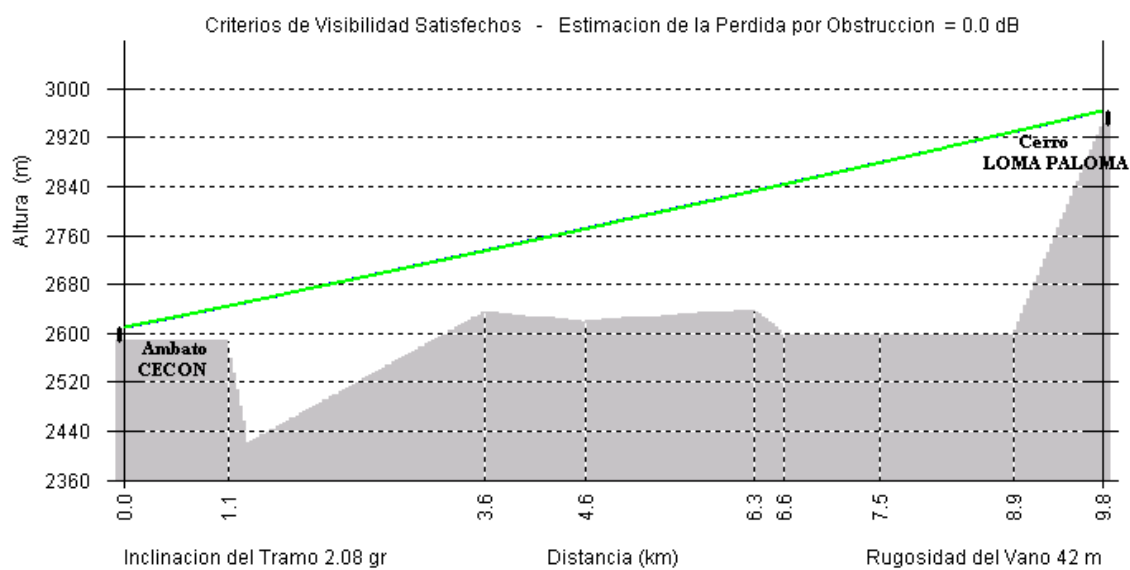
Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Subestación Atocha – Cerro Loma Paloma

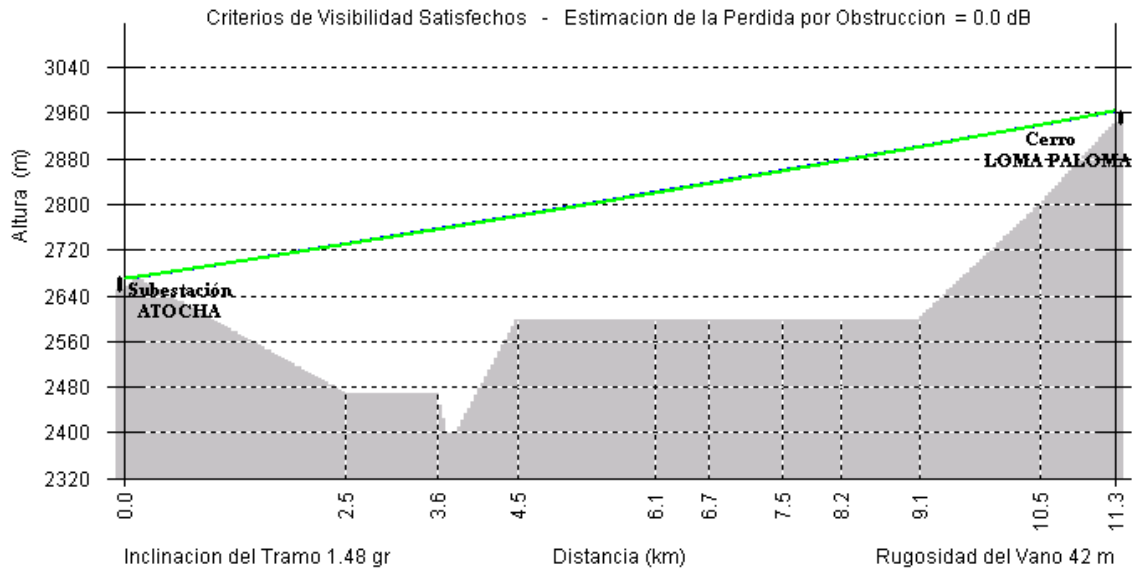
Altura(m)	Distancia(Km)
2650	0
2672	0,15
2470	2,55
2470	2,75
2470	3,6
2400	3,7
2400	3,8
2600	4,5
2600	6,1
2600	6,35
2600	6,7
2600	7,55
2600	9,2
2600	9,1
2800	10,5
2944	11,35

4.16.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN ATOCHA – CERRO LOMA PALOMA



4.16.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Atocha	11.3 Km.

4.16.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Atocha	11,3	2,4	121,115794

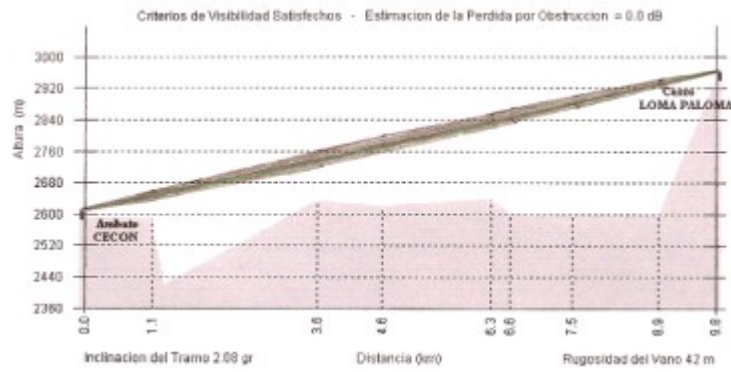
4.16.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Atocha	11,3	2,4	1	0,25	7,15537831

4.16.7 Primera Zona de Fresnel

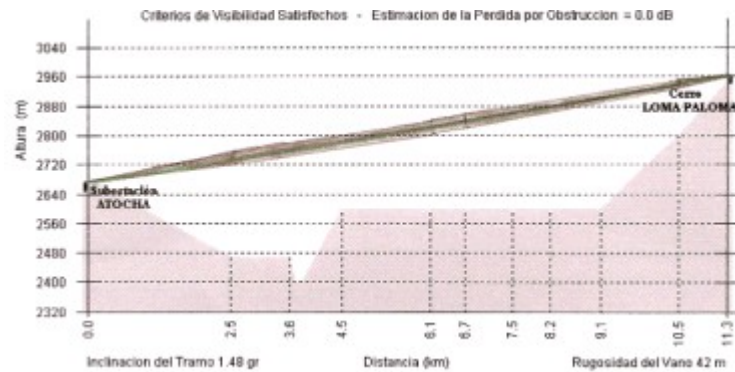
TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO SUBESTACIÓN ATOCHA – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	11,3	0
2,5	8,8	15,600201
3,6	7,7	17,5111822
4,5	6,8	18,3983792
6,1	5,2	18,7320558
6,7	4,6	18,4643987
7,5	3,8	17,7558425
8,2	3,1	16,7689792
9,1	2,2	14,8816433
10,2	1,1	11,1407719
11,3	0	0



4.17 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Samanga

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Samanga.

4.17.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Samanga	01°11'57'' S	78°35'49'' O	2694

4.17.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

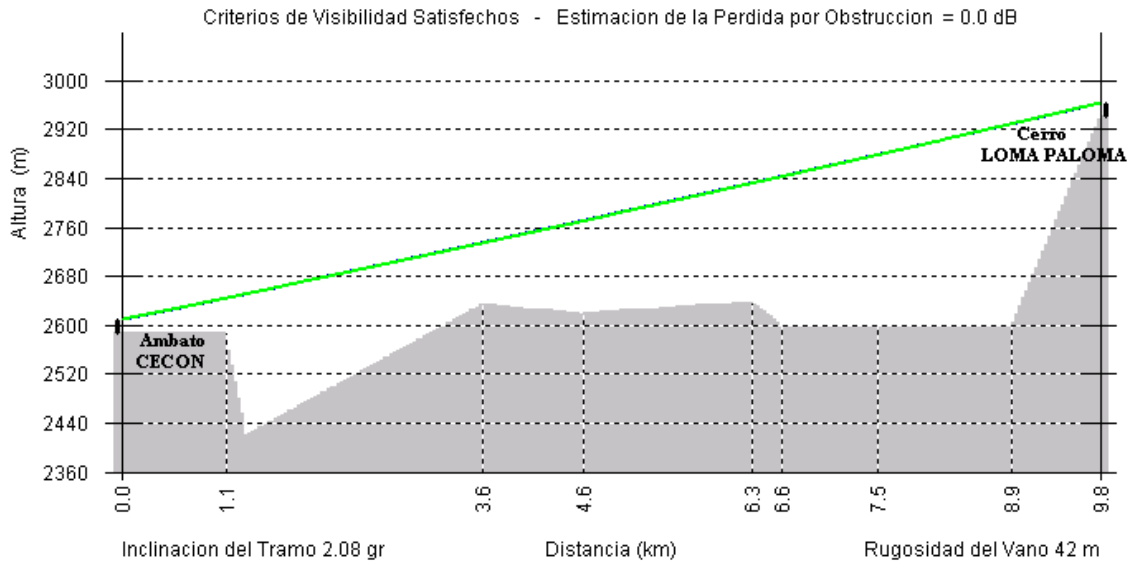
Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Subestación Samanga – Cerro Loma Paloma

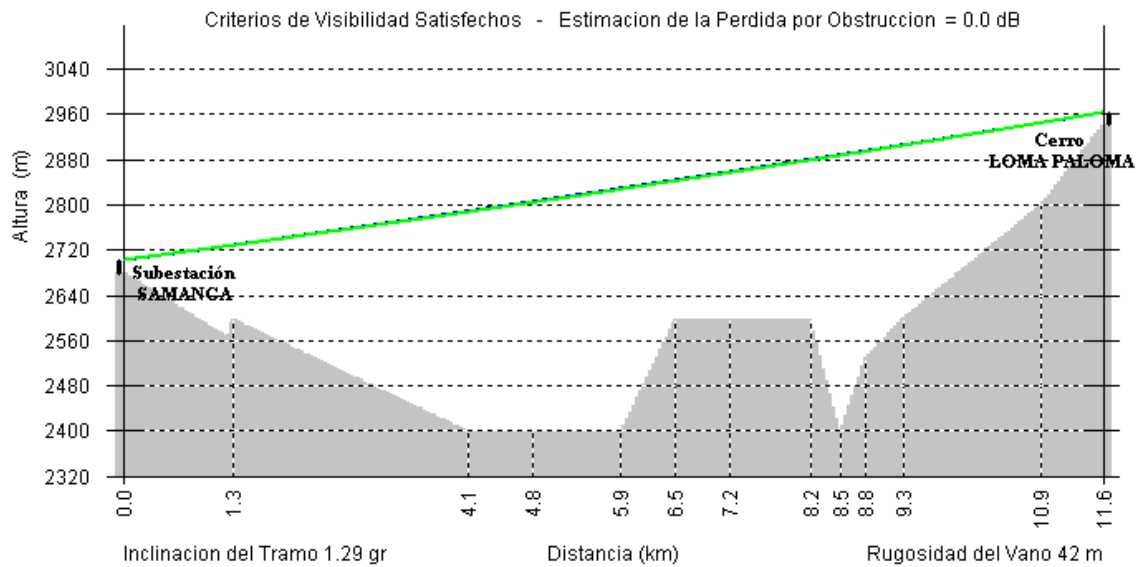
Altura(m)	Distancia(Km)
2683	0
2600	1,3
2567	2,25
2400	4,1
2400	4,85
2400	5,25
2400	5,9
2600	6,55
2600	7,2
2600	8,15
2400	8,5
2528	8,8
2600	9,25
2800	10,9
2944	11,55

4.17.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN SAMANGA – CERRO LOMA PALOMA



4.17.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Atocha	11.6 Km.

4.17.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Samanga	11,6	2,4	121,343385

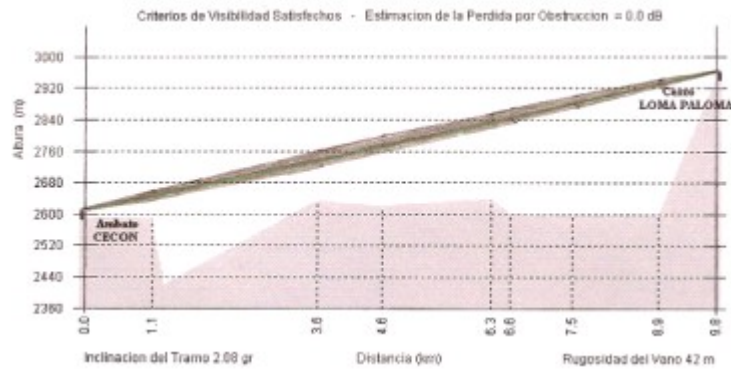
4.17.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Samanga	11,6	2,4	1	0,25	7,49676468

4.17.7 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

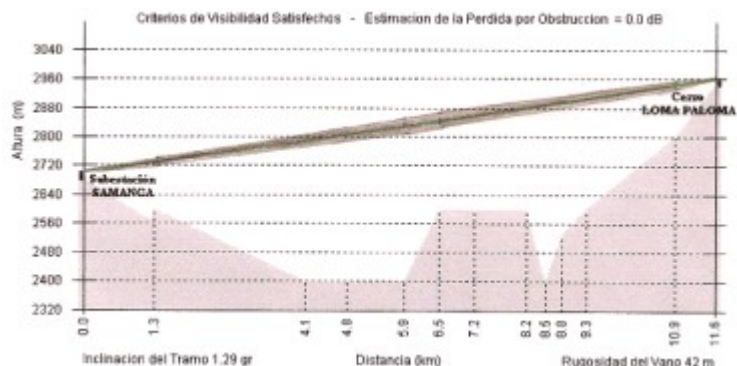
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO SUBESTACIÓN SAMANGA – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	11,6	0
1,3	10,3	12,01211
4,1	7,5	18,20336
4,8	6,8	18,75444
5,9	5,7	19,03674
6,5	5,1	18,90039
7,2	4,4	18,47658
8,2	3,4	17,33307
8,5	3,1	16,85076
8,8	2,8	16,29481

9,3	2,3	15,18219
10,9	0,7	9,067579
11,6	0	0



4.18 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Batán

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Vicentina.
- 3.- Vicentina – Subestación Batán.

4.18.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Batán	01°14'44'' S	78°38'09'' O	2556
Barrio Vicentina	01°14'40.2'' S	78°37'49.8'' O	2645

4.18.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Vicentina – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2645	0

2600	2,65
2600	5,75
2600	6,05
2600	6,7
2600	8,05
2800	9,45
2944	10,15

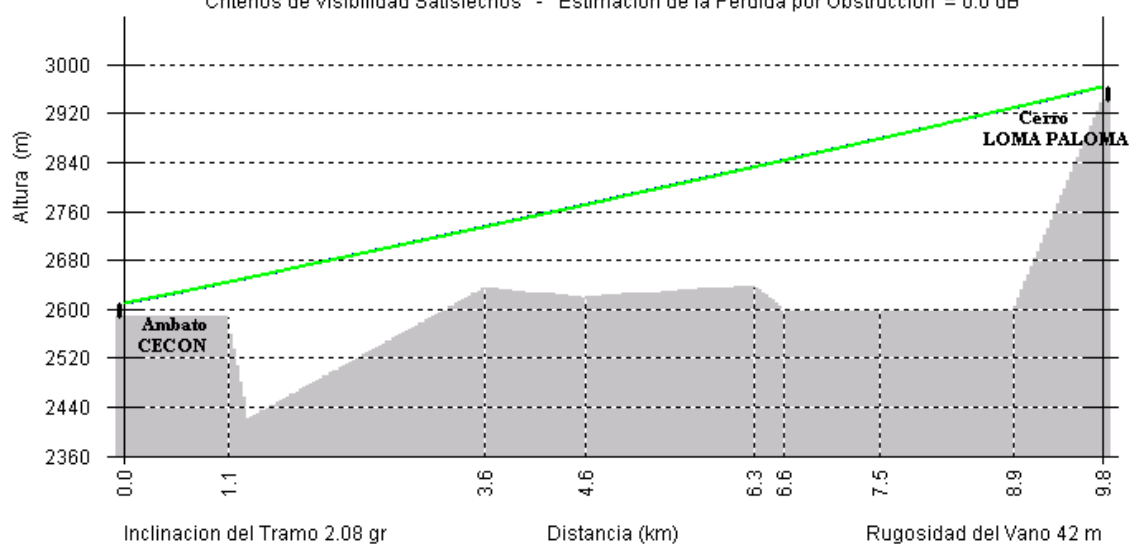
Subestación Batán – Vicentina

Altura(m)	Distancia(Km)
2556	0
2645	0,65

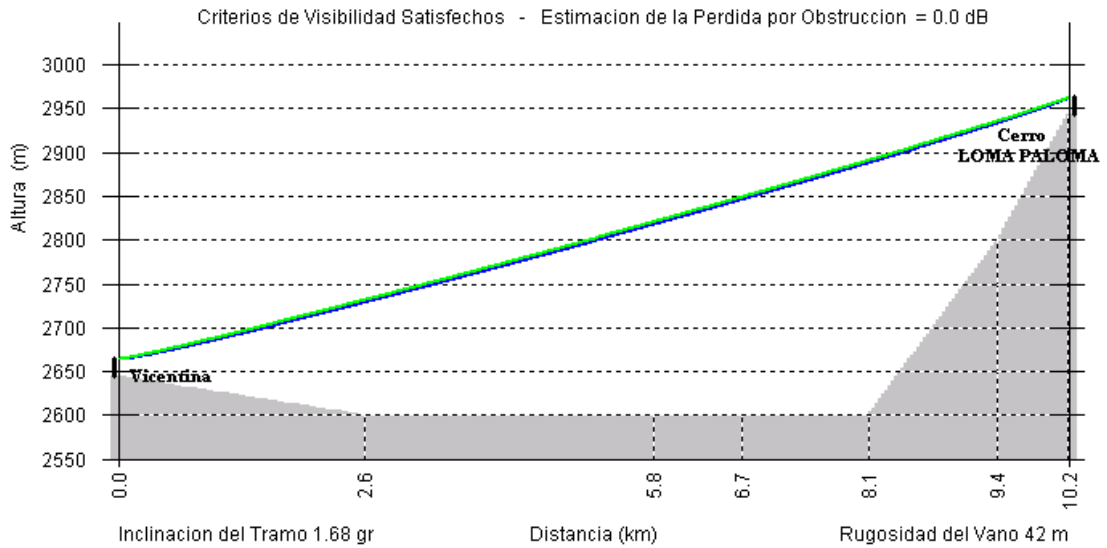
4.18.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

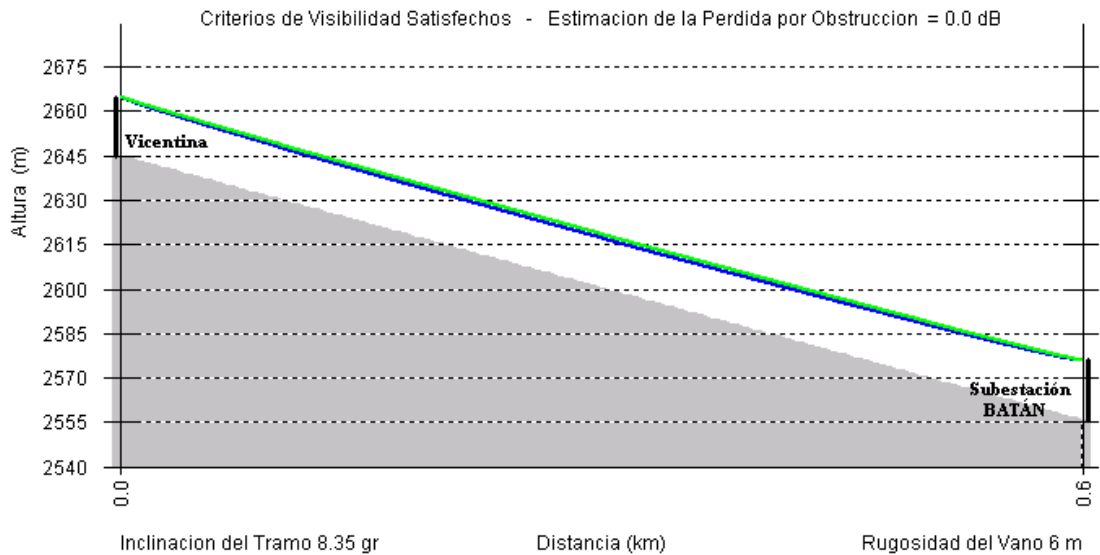
Criterios de Visibilidad Satisfechos - Estimacion de la Perdida por Obstruccion = 0.0 dB



TRAMO VICENTINA – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO VICENTINA – SUBESTACIÓN BATÁN



4.18.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.

2- Cerro Loma Paloma – Barrio Vicentina	10.15 Km.
3- Barrio Vicentina – Subestación Batán	0.65 Km.

4.18.5 Perdidas en el Espació Libre

Tramo	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Barrio Vicentina	10,15	2,4	120,183546
Barrio Vicentina – Subestación Batán	0,65	2,4	96,312492

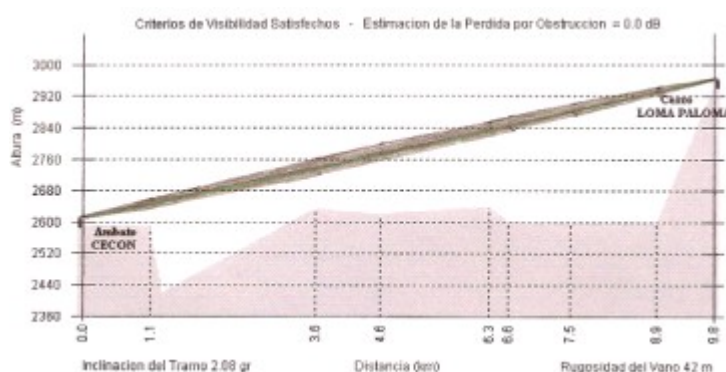
4.18.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Barrio Vicentina	10,15	2,4	1	0,25	5,75700628
Barrio Vicentina – Subestación Batán	0,65	2,4	1	0,25	-30,0495743

4.18.7 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

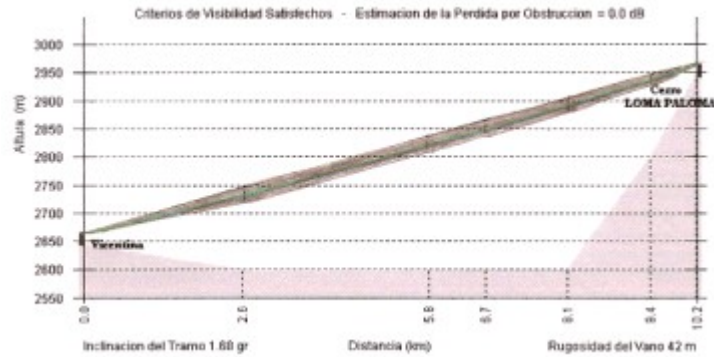
d1(km)	d2(km)	Rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO VICENTINA – CERRO LOMA PALOMA

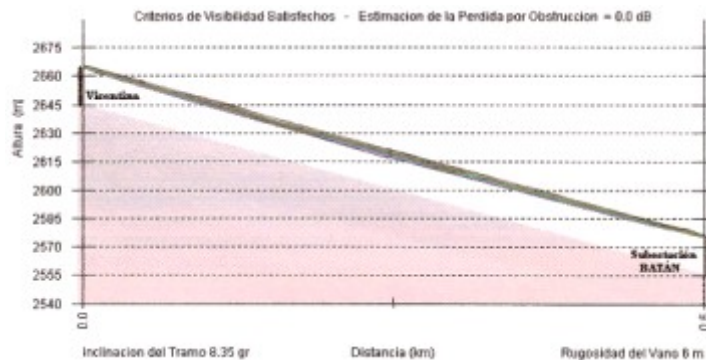
d1(km)	d2(km)	Rfn(m)
0	10,2	0
2,6	7,6	15,56150006
5,8	4,4	17,68472552
6,7	3,5	16,95233056

8,1	2,1	14,43810333
9,4	0,8	9,599904418
10,2	0	0



TRAMO VICENTINA – SUBESTACIÓN BATÁN

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	0,6	0
0,3	0,3	4,33015761
0,6	0	0



4.19 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Montalvo

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Montalvo.

4.19.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Montalvo	01°19'16'' S	78°38'09'' O	2980

4.19.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

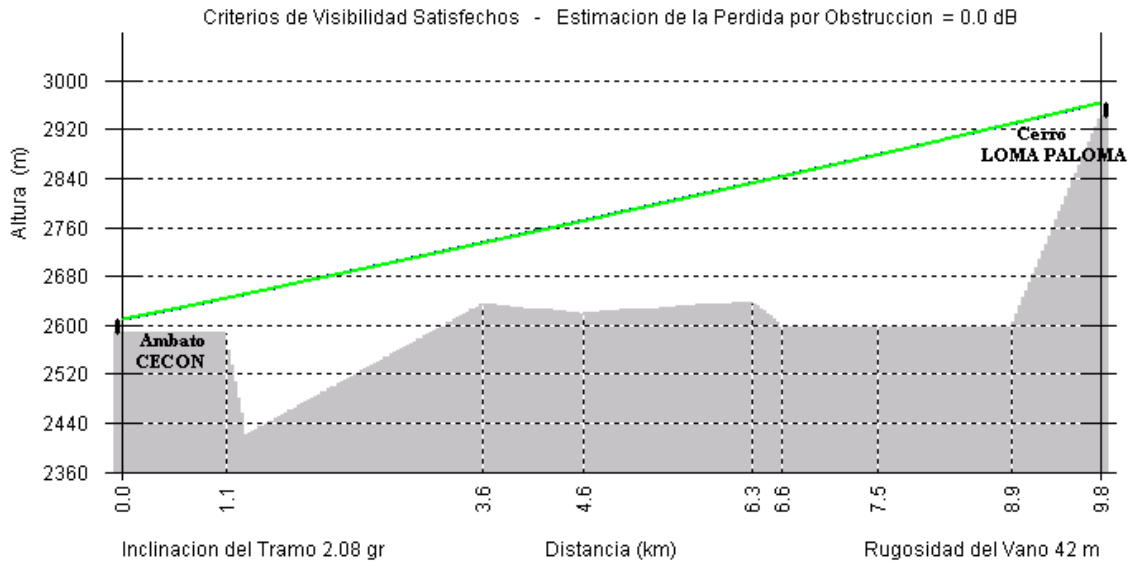
Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

Subestación Montalvo – Cerro Loma Paloma

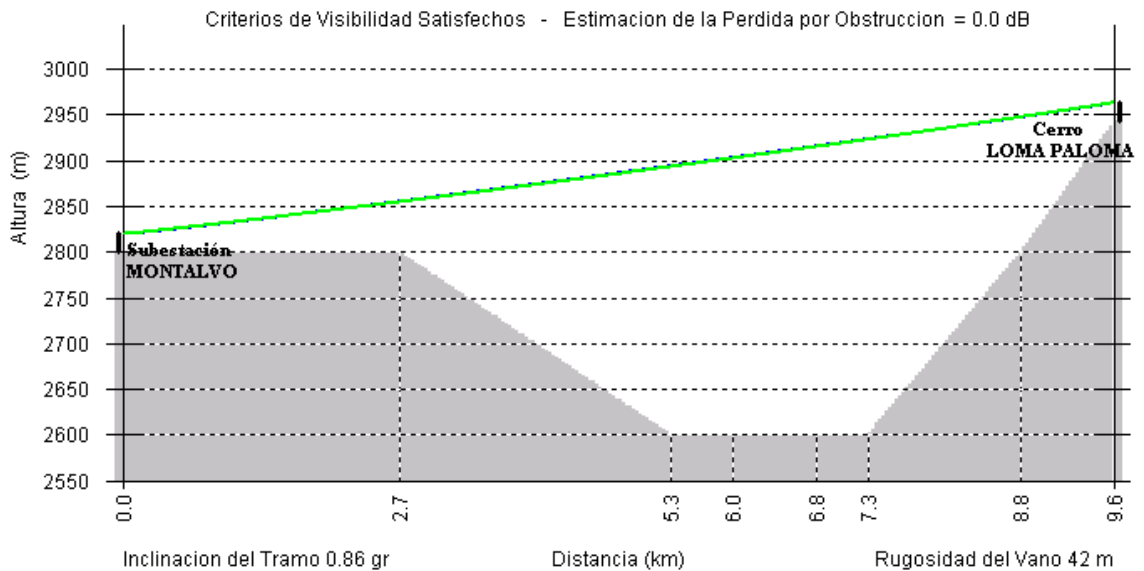
Altura(m)	Distancia(Km)
2800	0
2800	2,7
2600	5,35
2600	5,45
2600	5,95
2600	6,05
2600	6,75
2600	7,05
2600	7,25
2800	8,75
2944	9,65

4.19.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN MONTALVO – CERRO LOMA PALOMA



4.19.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Montalvo	9.6 Km.

4.19.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Montalvo	9,6	2,4	119,699649

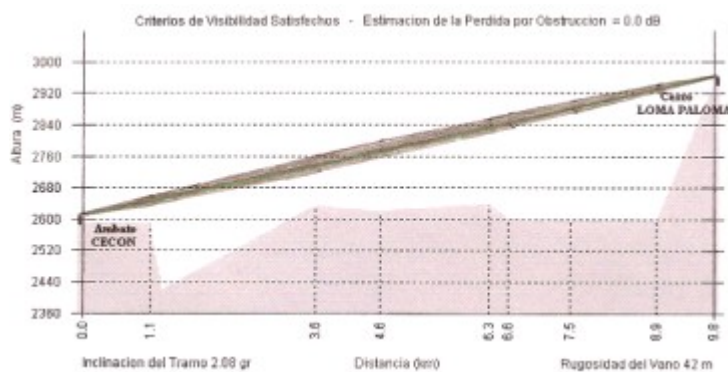
4.19.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Montalvo	9,6	2,4	1	0,25	5,031162

4.19.7 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

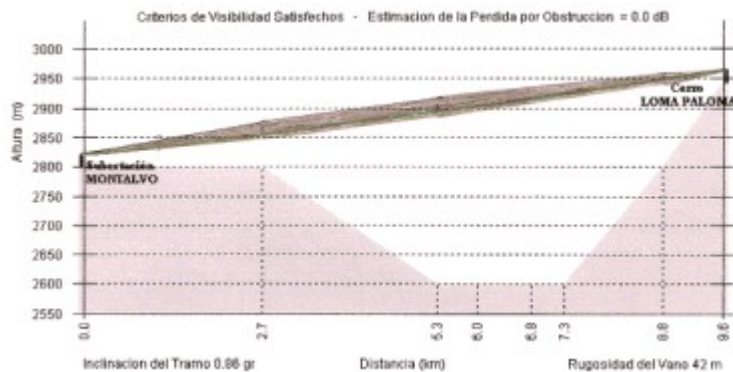
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO SUBESTACIÓN MONTALVO – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,6	0
1,1	8,5	11,0338802
2	7,6	14,0683852
2,7	6,9	15,5750298
3	6,6	16,0566542
5,3	4,3	17,2264037
6	3,6	16,7706283

6,8	2,8	15,7454809
7,3	2,3	14,7859014
8,8	0,8	9,57433871
9,6	0	0



4.20 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Pelileo

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Pelileo.

4.20.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Pelileo	01°19'32'' S	78°32'11'' O	2585

4.20.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

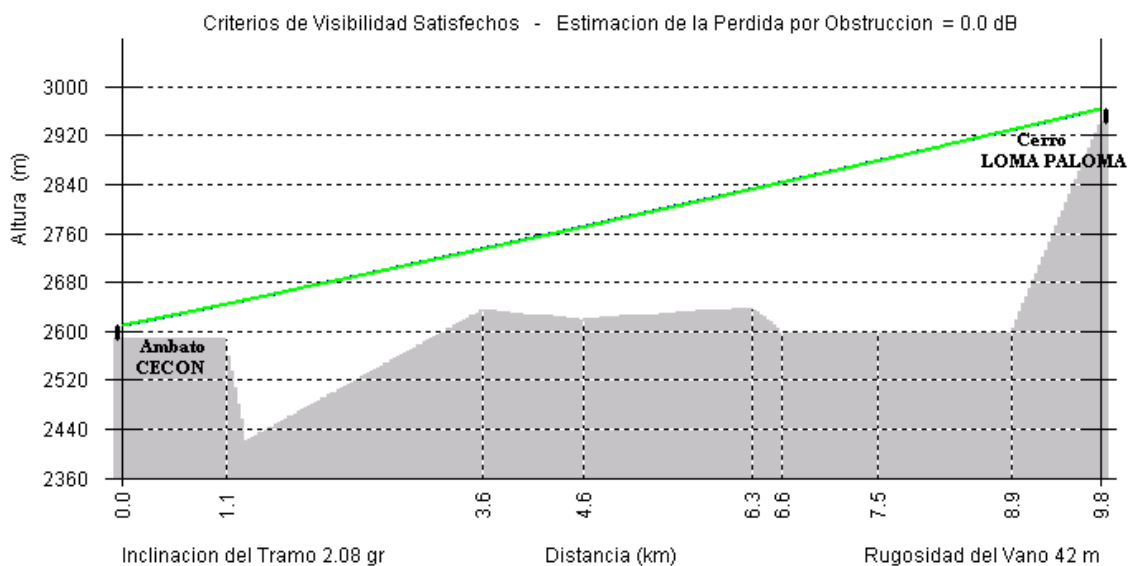
Subestación Pelileo – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2560	0

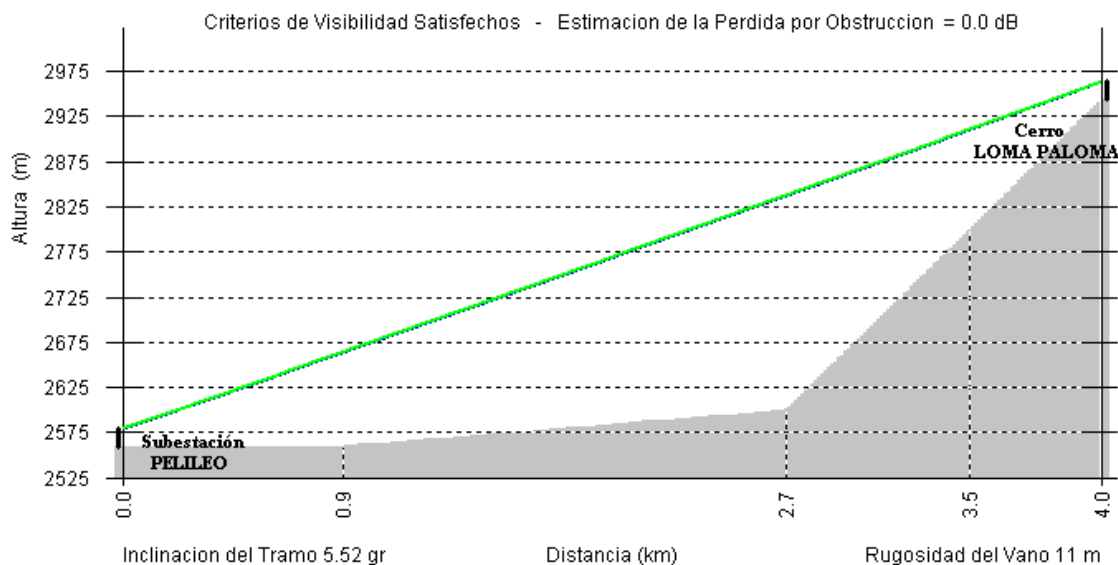
2560	0,9
2600	2,7
2800	3,45
2944	4

4.20.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN PELILEO – CERRO LOMA PALOMA



4.20.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Pelileo	4 Km.

4.20.5 Perdidas en el Espació Libre

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Pelileo	4	2,4	112,095425

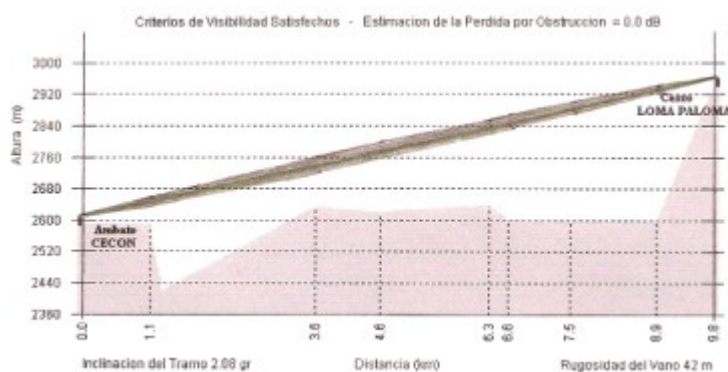
4.20.6 Margen de Desvanecimiento

TRAMO	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Pelileo	4	2,4	1	0,25	-6,37517525

4.20.7 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

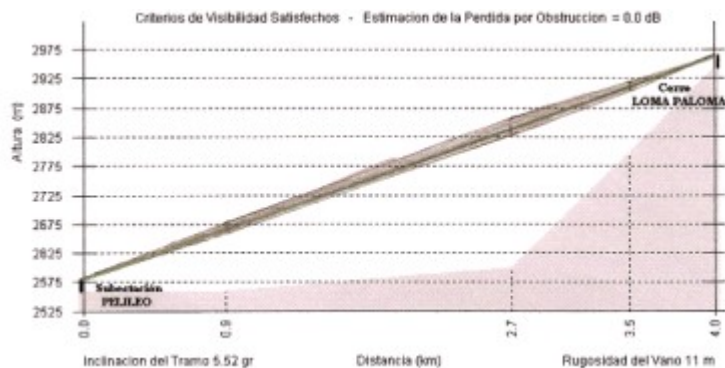
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083
9,8	0	0



TRAMO SUBESTACIÓN PELILEO – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	4	0
0,9	3,1	9,33749066

1,5	2,5	10,825394
2,7	1,3	10,473254
3,5	0,5	7,39515197
4	0	0



4.21 Cálculo del Enlace Ambato CECON – Subestación Píllaro

Este enlace se lo realizará siguiendo el siguiente orden:

- 1.- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma.
- 2.- Cerro Loma Paloma – Subestación Píllaro.

4.21.1 Ubicación Geográfica de los puntos de Enlace.

Lugar	Latitud	Longitud	Altura(m)
Ambato CECON	01°14'36'' S	78°37'30'' O	2595
Cerro Loma Paloma	01°17'39'' S	78°33'12'' O	2944
Subestación Píllaro	01°10'49'' S	78°33'17'' O	2773

4.21.2 Perfil del Terreno

Ambato CECON – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2590	0
2590	1,05
2423	1,25
2634	3,6
2619	4,6
2639	5,3
2600	6,6
2600	7,55
2600	8,9
2944	9,725

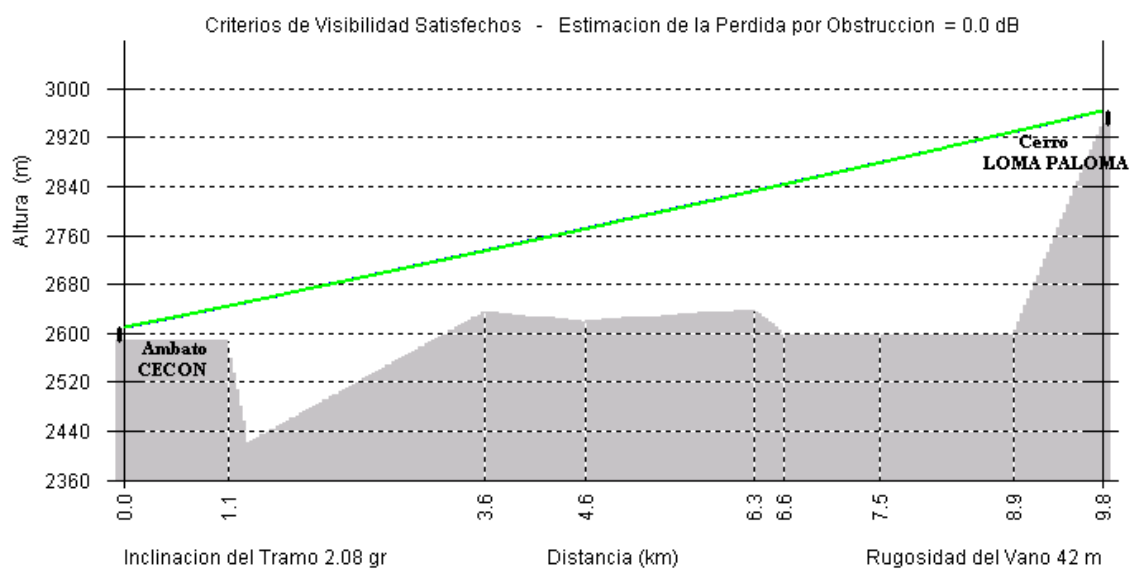
Subestación Píllaro – Cerro Loma Paloma

Altura(m)	Distancia(Km)
2795	0

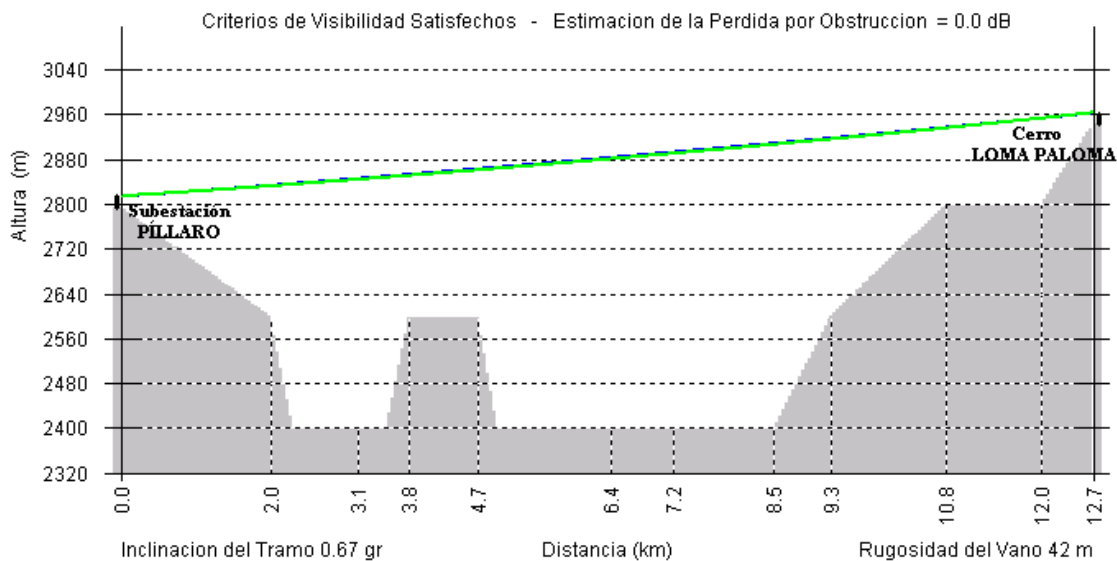
2600	1,95
2400	2,25
2400	2,85
2400	3,1
2400	3,45
2600	3,75
2600	4,65
2400	4,9
2400	6,4
2400	7,2
2400	8,5
2600	9,25
2800	10,75
2800	11
2800	11,25
2800	12
2944	12,7

4.21.3 Mapa de Perfiles

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA



TRAMO SUBESTACIÓN PÍLLARO – CERRO LOMA PALOMA



4.21.4 Cálculo de Distancia

TRAMO	Distancia
1- Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9.7 Km.
2- Cerro Loma Paloma – Subestación Píllaro	12.7 Km.

4.21.5 Perdidas en el Espació Libre

Tramo	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	119,78966
Cerro Loma Paloma – Subestación Píllaro	12,7	2,4	122,130299

4.21.6 Margen de Desvanecimiento

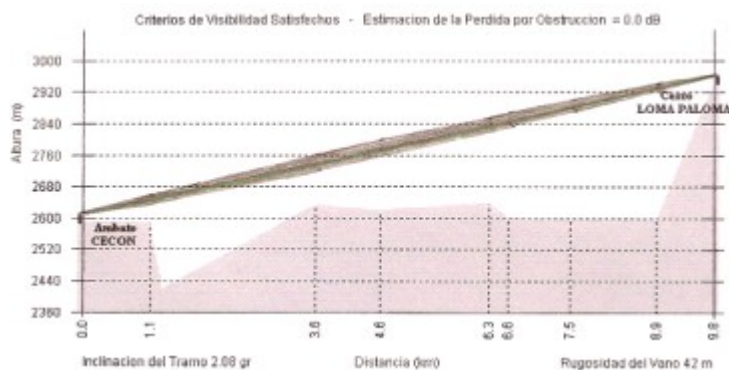
Tramo	Distancia(Km)	Frecuencia(Ghz)	A	B	Pérdida(dB)
Ambato CECON – Cerro Loma Paloma	9,7	2,4	1	0,25	5,16617704
Cerro Loma Paloma – Subestación Píllaro	12,7	2,4	1	0,25	8,67713664

4.21.7 Primera Zona de Fresnel

TRAMO AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

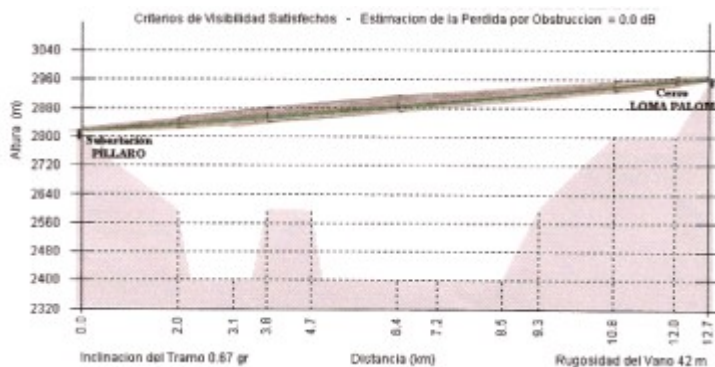
d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	9,8	0
1,1	8,7	11,0484411
3,6	6,2	16,8729932
4,6	5,2	17,4672938
6,3	3,5	16,7706283
6,6	3,2	16,4131521
7,5	2,3	14,8333617
8,9	0,9	10,1079083

9,8	0	0
-----	---	---



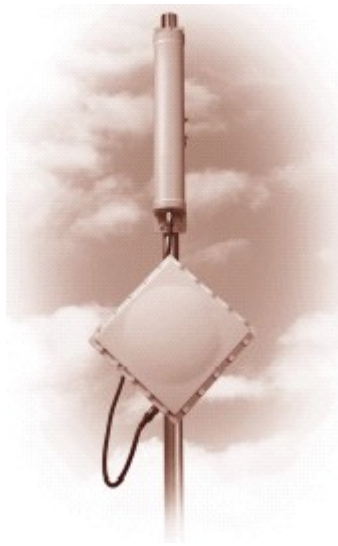
TRAMO SUBESTACIÓN PÍLLARO – CERRO LOMA PALOMA

d1(km)	d2(km)	rfn(m)
0	12,7	0
2	10,7	14,5131973
3,1	9,6	17,1148335
3,8	8,9	18,2449642
4,7	8	19,2375666
6,4	6,3	19,921245
7,2	5,5	19,7425755
8,5	4,2	18,7452105
9,3	3,4	17,6415665
10,8	1,9	14,2116627
12	0,7	9,0927627
12,7	0	0



4.22 Selección de los Equipos de Comunicación

Tsunami MP.11 2454/MP.11 5054



Banda de Frecuencia	2.4 Ghz (2454) 5.25-5.35 Ghz 5.4-5.7 Ghz y 5.725-5.80 Ghz (5054)
Protocolo Inalámbrico	Protocolo al aire libre inalámbrico (WORP propietario)
OTA Data Rate	54 Mbps
QoS	802.16 QoS: Levanta 8 clases de servicio, 4 servicios de flujo y 8 PIRs por servicio
Roaming	Handoff rápido a velocidades de 120m/h (200km/h)
Selección de Frecuencia Dinámica	Si
Seguridad	AES Proprietario natural de protocolo RF Filtrado de paquetes Intracell Blocking

Factores de Forma	<p>Base: ODU, N-conector</p> <p>Estación del suscriptor: ODU, N-conector o integrado en la antena de 18 o 23 dBi.</p> <p>CPE interior</p>
Descripción	<p>Capacidades de fijo y móvil.</p> <p>WiMAX para Estados Unidos y Mercados Globales.</p>
Aplicaciones	<p>Acceso de última-milla de banda ancha para las áreas metropolitanas y rurales.</p> <p>Gestión de redes inalámbrica móvil.</p> <p>Transmisión de voz, video y datos con economías óptimas.</p>
Ambientes	<p>Servicio de proveedor de banda ancha para redes.</p> <p>Redes de banda ancha municipales.</p> <p>Acceso de banda ancha para la tierra y transporte marítimos.</p> <p>Seguridad y Vigilancia.</p>
Distinción	<p>Funcionalidad de WiMAX disponible ahora para EE.UU. banda de frecuencias licencia gratis.</p> <p>WiMAX QoS para la voz, datos y video.</p> <p>Handoffs rápido para movilidad.</p> <p>Selecciones de frecuencia dinámicas optativas para descubrir 67 tipos del radar.</p>

4.22.1 Especificación de la Antena integrada

Modelo 2454-R. Unidad del subcriptor con Integró 18-dBi Antena

Número de parte	2454-SUR-xx
Rango de Frecuencia	2.4 a 2.5 GHz
Impedancia Nominal	50 Ohmios
Ganancia	24 dBi
Frente-a-parte de atrás Proporción	25 dB
HPBW/vertical	22 grados
HPBW/horizontal	15 grados
Cross la Polarización	20 dB
Potencia que maneja	1 W
VSWR 1.5:	1 Max

Modulación de RF y proporciones de encima de-el-aire

Modelo 2454-R y 5054-R. OFDM (Orthogonal Frequency Division

	Canales 20MHz	Canales 10 MHz	Canales 5 MHz
BPSK	6 y 9 Mbps	3 y 4.5 Mbps	2.25 y 1.5 Mbps
QPSK	12 y 18 Mbps	6 y 9 Mbps	3 y 4.5 Mbps
16-QAM	24 y 36 Mbps	12 y 18 Mbps	6 y 9 Mbps
64-QAM	48 y 54 Mbps	24 y 36 Mbps	12 y 18 Mbps
Tamaño de Paquete de máximo	1522 bytes		

Antena Integrada	54 Mbps - Linea de Vista	36 Mbps - Linea de Vista	6 Mbps - Cerca de la Linea de Vista
2.4-2.4835 GHz (US) 2.4 - 2.8 GHz (ETSI)	3mi/4.8km 1mi/1.6km	5mi/8.05km 2.6mi/4.2km	3mi/4.8km 2.6mi/4.2km
Antena Externa	54 Mbps - Linea de Vista	36 Mbps - Linea de Vista	6 Mbps - Cerca de la Linea de Vista
2.4-2.4835 GHz (US) 2.4 - 2.8 GHz (ETSI)	5mi/8.05km 2.6mi/4.2km	7mi/11.2km 3.1mi/5km	3.1mi/5km 2.6mi/4.2km

16QAM ¼	N/A	-79 dBm @36 Mbps	-82 dBm @18 Mbps	-85 dBm @9Mbps
16QAM ½		-84 dBm @24 Mbps	-87 dBm @12 Mbps	-90 dBm @6 Mbps
QPSK ¼		-87 dBm @18 Mbps	-90 dBm @9 Mbps	-93 dBm @4.5 Mbps
QPSK ½		-89 dBm @12 Mbps	-92 dBm @6 Mbps	-95 dBm @3 Mbps
BPSK ¼		-91 dBm @9 Mbps	-94 dBm @4.5 Mbps	-97 dBm @2.25 Mbps
BPSK ½		-91 dBm @6 Mbps	-94 dBm @3 Mbps	-97 dBm @1.5 Mbps

Mínimo margen de Desvanecimiento; o mejor disponibilidad; terreno y clima termino medio; sin multitrayecto; claridad del trayecto (0.6F1).

4.22.2 ANTENA PARABOLICA

24 dBi Antena de Rejilla Parabólica Direccional

Descripción General

La Antena de Rejilla Parabólica Direccional Tsunami 24 dBi es una antena de Banda Ancha para la Banda de Frecuencia de 2.4 GHz. Las antenas tipo rejilla permiten cualquiera de los dos montajes vertical u horizontal.

Especificaciones Técnicas

Eléctrico

Rango de Frecuencias	2.400 – 2.484 Ghz.
VSWR*	Menos que 2:1 nominal
Impedancia Nominal	50 ohms.
Ganancia	24 dBi
Polarización	Lineal vertical para montañas regulares Horizontal cuando las montañas son irregulares

Media-Potencia Ancho de Transmisión (A polarización Vertical)

Plano de Elevación (vertical)	10 grados
Plano de Azimuth (Horizontal)	6.5 grados

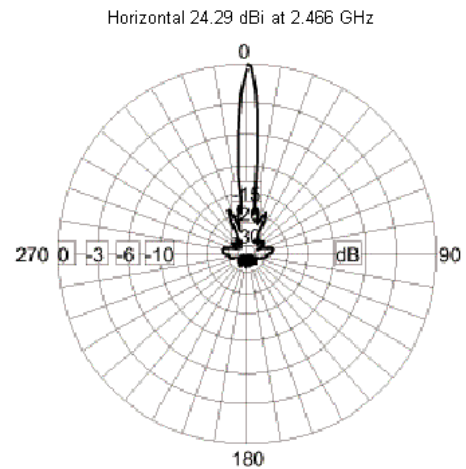
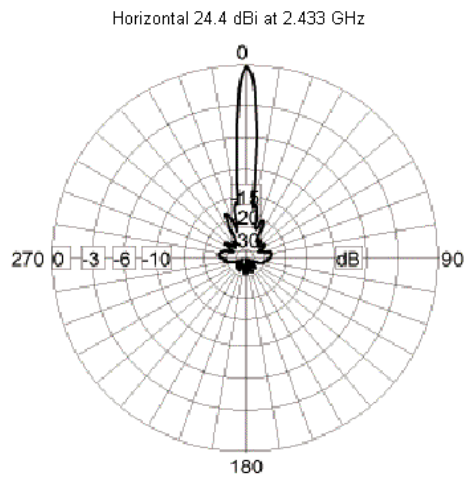
Ambiente para la Antena

Temperatura de Operación	-40 grados C (-40 grados F) a +60 grados C (+140 grados F)
Soporte al viento (mph)	Por lo menos 200 Km/h (124 mph) ¹

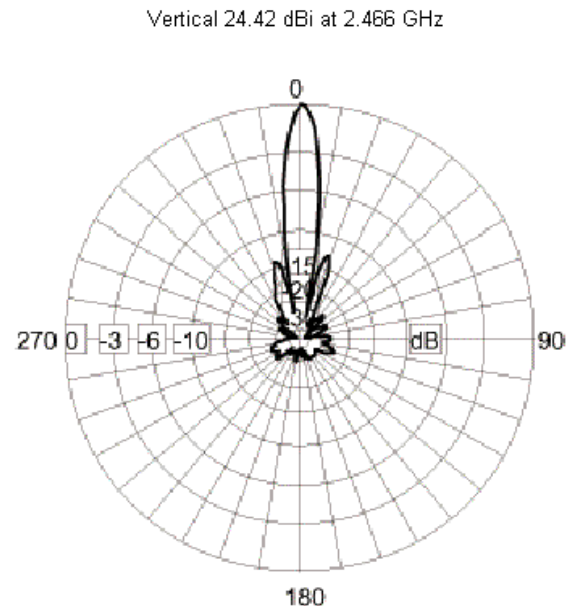
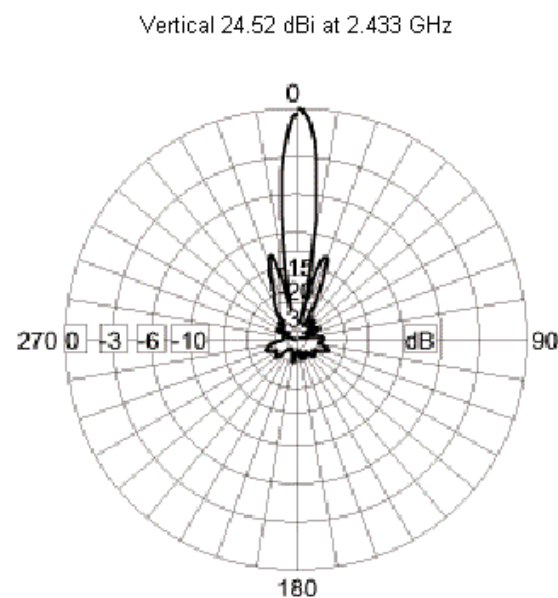
¹Por lo menos 100 Km/h (62 mph) con 1.25cm. (0.5 pulg.) de hielo.

*VSWR Relación de Voltajes de Onda Estacionaria (VSWR, voltaje standing-wave ratio)

Patrón Horizontal



Plano de Azimuth (Horizontal), 24 dBi Antena de Rejilla Parabólica Direccional



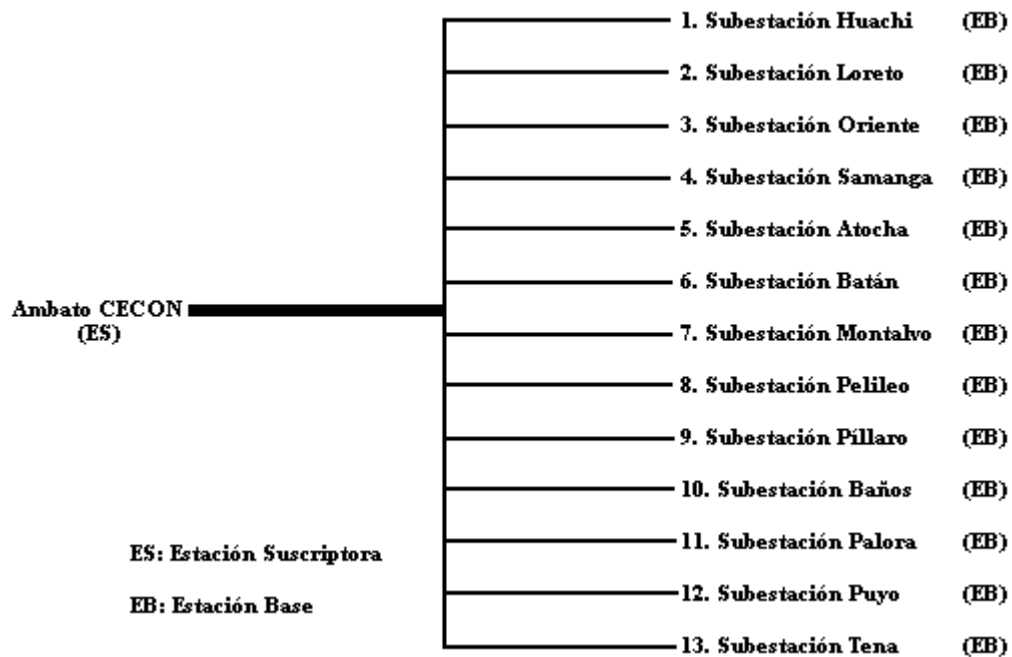
Plano de Elevación (Vertical), 24 dBi Antena de Rejilla Parabólica Direccional

Para nuestro diseño utilizaremos esta última antena, que es una Antena de Rejilla Parabólica Direccional de 24 dBi, y tiene la característica que es direccional la cual nos ayuda para tener una transmisión de la información segura.

4.23 Realización del Diseño

En este punto vamos a analizar todos los parámetros que intervienen en una comunicación exitosa, como potencias, ganancias, pérdidas, características de los equipos, antenas, etc.

El diseño en forma general es el siguiente:



4.23.1 Potencia transmitida

La potencia del transmisor se expresa habitualmente en unidades lineales (mW, W) o logarítmicas (dBm, dBW).

Para la conversión entre magnitudes lineales y logarítmicas se utiliza la siguiente fórmula:

$$P(\text{dBm}) = 10 \log_{10} P(\text{W})/0,001$$

Potencia: 1W.

$$P(\text{dBm}) = 10 \log_{10} P(1/0,001)$$

$$P(\text{dBm}) = 30 \text{ dBm.}$$

4.23.2 Ganancias de las antenas transmisora y receptora

La ganancia de la antena se proporciona habitualmente en dB isotrópicos (dBi), es decir, la ganancia de potencia con respecto a un modelo teórico de antena isotrópica que radía la misma energía en todas las direcciones del espacio. En

algunos casos, la ganancia se expresa en dBd con respecto a una antena de tipo dipolo.

En este caso, se tiene la siguiente fórmula de conversión:

$$G(\text{dBi}) = G(\text{dBd}) + 2,14$$

Ganancia: 24dBi.

$$G(\text{dBd}) = 24\text{dBi} - 2.14$$

$$G(\text{dBd}) = 21.86\text{dBd}.$$

4.23.3 Sensibilidad del Receptor

La sensibilidad se encuentra sumando Potencia del Tx, Ganancia de la Antena Tx, Ganancia de la Antena Rx, Pérdidas en el espacio Libre y si existen otras pérdidas como pérdidas por vegetación entre otras.

Potencia de Tx:	30dBm.
Ganancia Antena Tx:	21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx:	21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre:	- 119.7dB
Sensibilidad:	-45.98dBm.

4.23.4 Nivel de Señal Recibida (RSL)

RSL: Nivel de Señal Recibida (Receive Signal Level), se calcula sumando la sensibilidad al Margen de Desvanecimiento.

El Nivel de Señal Recibida debe estar por encima de la sensibilidad del receptor.

Margen de Desvanecimiento: 5.16dB
Nivel de Señal Recibida: $RSL > -45.98 + 5.16 = -40.82dBm$

Una vez realizado este ejemplo vamos al análisis de cada uno de los enlaces, con los datos anteriormente mencionados como potencia, ganancia, pérdidas, sensibilidad y nivel de señal recibida.

4.23.5 Cálculos individuales de los enlaces

ENLACE AMBATO CECON – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre: - 119.7dB

Sensibilidad: **-45.98dBm.**
Margen de Desvanecimiento: 5.16dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -45.98 + 5.16 = -40.82dBm$

ENLACE CERRO LOMA PALOMA – CERRO LOMA GRANDE

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre: - 122.4dB
Pérdida por Vegetación: - 4.22dB

Sensibilidad: **-52.9dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 6.16dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -52.9 + 6.16 = -46.74dBm$

ENLACE CERRO LOMA GRANDE – CORDILLERA ABITAGUA

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 131.2dB

Perdida por Vegetación: - 11.55dB

Sensibilidad: **-69.03dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 19.27dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -69.03 + 19.27 = -49.76dBm$

ENLACE CORDILLERA ABITAGUA – CERRO SANTA ROSA

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 123.03dB

Perdida por Vegetación: - 4.51dB

Sensibilidad: **-53.82dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 7.09dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -53.82 + 7.09 = -46.73dBm$

ENLACE CERRO SANTA ROSA – CERRO SANTA CLARA

Potencia de Tx:	30dBm.
Ganancia Antena Tx:	21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx:	21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre:	- 129.24dB
Perdida por Vegetación:	- 9.21dB

Sensibilidad: **-64.73dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 16.33dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -64.73 + 16.33 = -48.4dBm$

ENLACE CERRO SANTA CLARA – CERRO MIRADOR

Potencia de Tx:	30dBm.
Ganancia Antena Tx:	21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx:	21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre:	- 130.39dB
Perdida por Vegetación:	- 10.52dB

Sensibilidad: **-67.19dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 18.06dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -67.19 + 18.06 = -49.13dBm$

ENLACE CERRO MIRADOR – SUBESTACIÓN TENA

Potencia de Tx:	30dBm.
Ganancia Antena Tx:	21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx:	21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre:	- 104.13dB
Perdida por Vegetación:	- 0.51dB

Sensibilidad: **-27.92dBm.**

En este caso utilizaremos el Margen de Desvanecimiento mínimo que es 10dB.

Margen de Desvanecimiento: 10dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -27.92 + 10 = -17.92dBm$

ENLACE CERRO SANTA ROSA – SUBESTACIÓN PUYO

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 109.59dB

Perdida por Vegetación: - 0.96dB

Sensibilidad: **-36.82dBm.**

En este caso utilizaremos el Margen de Desvanecimiento mínimo que es 10dB.

Margen de Desvanecimiento: 10dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -36.83 + 10 = -26.83dBm$

ENLACE CERRO SANTA ROSA – SUBESTACIÓN PALORA

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 128.01dB

Perdida por Vegetación: - 8dB

Sensibilidad: **-62.29dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 14.49dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -62.29 + 14.49 = -47.8dBm$

ENLACE CERRO LOMA GRANDE – SUBESTACIÓN BAÑOS

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 112.51dB

Perdida por Vegetación: - 1.34dB

Sensibilidad: **-40.13dBm.**

En este caso utilizaremos el Margen de Desvanecimiento mínimo que es 10dB.

Margen de Desvanecimiento: 10dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -40.13 + 10 = -30.13dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN HUACHI – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 120.14dB

Sensibilidad: **-46.42dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 5.69dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -46.42 + 5.69 = -40.73dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN ORIENTE – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre: - 118.11dB

Sensibilidad: -44.39dBm.
Margen de Desvanecimiento: 2.65dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -44.39 + 2.65 = -41.74dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN LORETO – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre: - 119.69dB

Sensibilidad: -45.97dBm.
Margen de Desvanecimiento: 5.03dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -45.97 + 5.03 = -40.94dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN ATOCHA – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre: - 121.11dB

Sensibilidad: -47.39dBm.
Margen de Desvanecimiento: 7.15dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -47.39 + 7.15 = -40.24dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN SAMANGA – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre: - 121.34dB

Sensibilidad: **-47.62dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 7.49dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -47.62 + 7.49 = -40.13dBm$

ENLACE CERRO LOMA PALOMA – BARRIO VICENTINA

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.
Perdidas en el Espacio Libre: - 120.18dB

Sensibilidad: **-56.46dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 5.75dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -56.46 + 5.75 = -50.71dBm$

ENLACE BARRIO VICENTINA – SUBESTACIÓN BATÁN

Potencia de Tx: 30dBm.
Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.
Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 96.31dB

Sensibilidad: -22.59dBm.

En este caso utilizaremos el Margen de Desvanecimiento mínimo que es 10dB.

Margen de Desvanecimiento: 10dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -22.59 + 10 = -12.59dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN MONTALVO – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 119.69dB

Sensibilidad: -45.97dBm.

Margen de Desvanecimiento: 5.03dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -45.97 + 5.03 = -40.94dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN PELILEO – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 112.09dB

Sensibilidad: -38.37dBm.

En este caso utilizaremos el Margen de Desvanecimiento mínimo que es 10dB.

Margen de Desvanecimiento: 10dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -38.37 + 10 = -28.37dBm$

ENLACE SUBESTACIÓN PILLARO – CERRO LOMA PALOMA

Potencia de Tx: 30dBm.

Ganancia Antena Tx: 21.86 dBd.

Ganancia Antena Rx: 21.86 dBd.

Perdidas en el Espacio Libre: - 122.13dB

Sensibilidad: **-48.41dBm.**

Margen de Desvanecimiento: 8.67dB

Nivel de Señal Recibida: $RSL > -48.41 + 8.67 = -39.74dBm$

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Los objetivos planteados en este estudio se han cumplido y se aportó con una solución lo más recomendable, con la colaboración de los tutores tanto de la Facultad de Ingeniería en Sistemas como de la Empresa Eléctrica Ambato RCN S.A. La alternativa planteada es la más viable ya que se trabajó con datos reales y con los puntos de enlace que hoy en día está ocupando la Empresa Eléctrica Ambato para poder comunicarse con las diferentes subestaciones.

En el enlace Ambato CECON – Subestación Batán se tuvo que realizar un sub-enlace ya que no existe línea de vista directa, y se tomó como sub-enlace el barrio Vicentina que es el más idóneo para el éxito de la comunicación.

Como se indican en la sección de la realización del diseño se realizó el cálculo de las ganancias, potencias, sensibilidad del receptor y nivel de señal recibida y se puede observar que los cálculos son reales y cumplen con las condiciones para una transmisión segura y confiable.

5.2 RECOMENDACIONES

Las pérdidas que se han tomado en cuenta en este estudio son aquellas que se presentan a causa de el clima, lluvia, vegetación, montañas, humedad del terreno, y se recomienda que para la implementación de este diseño se tomen en cuenta las pérdidas que son ocasionadas por los componentes de la red como son pérdidas en los conectores, pérdidas en los cables y todas las pérdidas que no se han tomado en cuenta en este trabajo.

Las fórmulas utilizadas para el cálculo de las pérdidas, ganancias, potencias son las más generales y utilizadas en el estudio para un diseño de radioenlaces.

BIBLIOGRAFÍA

- TOMASI, Wayne; Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, 4 ed, Prentice Hall Inc, México 2003, 948 p.
- http://es.wikipedia.org/wiki/Banda_ancha
- <http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm.shtml>
- http://www.fcc.gov/cgb/consumerfacts/spanish/sp_highspeedinternet.html
- <http://www.tecnun.es/Tesis/orden/electronica/electro38.htm>
- http://www.conatel.gov.ec/website/servicios/serv_varios/banda_ancha.php?cod_cont=42
- <http://www.microsoft.com/latam/seguridad/hogar/intro/conceptos-hp.asp>

- http://www.motorola.com/governmentandenterprise/co/es-co/public/functions/browseproduct/transnavone.aspx?navigationpath=id_801i/id_953i
- <http://www.jabosat.com/>
- <http://www.sateliteinfos.com/diccionario/index.asp?q=b>
- http://www.motorola.com/governmentandenterprise/co/es-co/public/functions/browseproduct/transnavone.aspx?navigationpath=id_801i/id_953i
- <http://support.proxim.com/>
- <http://www.syscom.com.mx/>
- <http://www.epcom.net/>