

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍAS CARRERA DE INGENIERIA ELECTRÓNICA

**Trabajo de grado previo a la obtención del
Título de Ingeniero Electrónico.**

TEMA:

**“ESTUDIO Y DISEÑO DE UNA RED DE TELECENTROS PARA 10
COMUNIDADES TWTCNGU"DEL CANTÓN GIRÓN”**

AUTORES:

Esteban Francisco Reino Chérrez.
Walter Geovanny Berrezueta Torres.

DIRECTOR:

Ingeniero Edgar Ochoa Figueroa.

Cuenca, Abril 2010

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por los estudiantes Esteban Francisco Reino Chérrez y Walter Geovanny Berrezueta Torres, bajo mi supervisión.

Ing. Edgar Ochoa Figueroa.

DIRECTOR

RESPONSABILIDAD DE AUTORÍA

El análisis de los conceptos y las ideas vertidas en la presente tesis son de total responsabilidad de los autores:

Esteban Francisco Reino Chérrez.

Walter Geovanny Berrezueta Torres.

Agradecimiento:

Agradezco primero a Dios por darme la inteligencia y ayudarme día a día a superar las dificultades, a mis padres y hermanos por soportarme, por su cariño y su apoyo incondicional que he recibido durante toda la vida. A todos mis amigos que de una u otra forma siempre estuvieron conmigo.

Esteban F. Reino

Dedicatoria:

Dedico este trabajo a Dios por regalarme los mejores padres del mundo Oswaldo y Esperanza y a la memoria de mi hermano Jacob. Te perdí pero jamás te he olvidado.

Esteban F. Reino

Agradecimiento:

Especialmente agradezco a Dios por las bendiciones recibidas a lo largo de mi carrera, así como a mis padres, mi hermano y mi tía Leonor por su apoyo incondicional. Quiero agradecer de forma personal al Ing. Edgar Ochoa y a las personas que hicieron posible la consecución de este proyecto.

Walter Berrezueta T.

Dedicatoria:

Este trabajo lo dedico principalm ente a Dios;
al igual que a toda mi familia que son los que
me han perm itido llegar hasta este punto en
mi vida.

Walter Berrezueta T.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

| <u>CONTENIDO</u> | <u>PAGINA</u> |
|---|---------------|
| CAPÍTULO I | |
| TELECENTROS Y SU INFLUENCIA EN LAS COMUNIDADES RURALES | |
| 1.1 Antecedentes----- | 1 |
| 1.2 Definición y Características de los Telecentros ----- | 1 |
| 1.3 Objetivos de un telecentro ----- | 2 |
| 1.3.1 Objetivo General ----- | 3 |
| 1.3.2 Objetivos Específicos ----- | 3 |
| 1.4 Barreras para la difusión de las TIC's en Sudamérica ----- | 3 |
| 1.4.1 Distribución de la Población----- | 4 |
| 1.4.2 Pobreza ----- | 4 |
| 1.4.3 Analfabetismo y Analfabetismo Digital ----- | 4 |
| 1.4.4 Infraestructura ----- | 5 |
| 1.4.5 Idioma ----- | 5 |
| 1.5 Formulación de políticas para el fomento de Telecentros ----- | 5 |
| 1.5.1 Normatividad de Telecentros como ejes de Desarrollo ----- | 5 |
| 1.5.2 Alfabetización Digital ----- | 6 |
| 1.5.3 Trabajo Intersectorial ----- | 6 |
| 1.5.4 Infraestructura ----- | 6 |
| 1.6 Promotores de Telecentros ----- | 6 |
| 1.6.1 Sector Privado ----- | 7 |
| 1.6.2 Sector Público ----- | 7 |
| 1.6.3 Otros Sectores ----- | 7 |

| | |
|--|----|
| 1.7 Servicios que pueden ofrecer los Telecentros ----- | 7 |
| 1.8 Finalidad de los Telecentros ----- | 10 |
| 1.9 Requerimientos generales de los contenidos de los Telecentros ----- | 10 |
| 1.10 Condiciones necesarias para el establecimiento de los telecentros ----- | 10 |
| 1.11 Distribuciones físicas en los Telecentros ----- | 11 |
| 1.12 Perfil del Operador de los Telecentros ----- | 11 |
| 1.12.1 Punto de vista de su relación con la comunidad ----- | 12 |
| 1.12.2 Punto de vista de la producción de contenidos locales ----- | 12 |
| 1.13 Clasificación de telecentros ----- | 12 |
| 1.13.1 Mini Telecentro ----- | 12 |
| 1.13.2 Red de telecentros ----- | 13 |
| 1.13.3 Telecentro Cívico ----- | 13 |
| 1.13.4 Ciber Cafés ----- | 13 |
| 1.13.5 Telecentros Comunitarios Multipropósito ----- | 13 |
| 1.14 Cómo relacionar el Telecentro con la Comunidad ----- | 13 |
| 1.15 Marco Legal ----- | 14 |
| 1.16 Impacto de los telecentros en el desarrollo de las comunidades ----- | 15 |

CAPÍTULO II

ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO DE LA ZONA DEL PROYECTO

2.1 Zona del Proyecto

| | |
|----------------------------------|----|
| 2.1.1 Tuncay ----- | 16 |
| 2.1.2 Las Nieves ----- | 17 |
| 2.1.3 Asunción ----- | 17 |
| 2.1.4 Pichanillas ----- | 17 |
| 2.1.5 Cochaloma ----- | 18 |
| 2.1.6 Arozhuma ----- | 18 |
| 2.1.7 Corazón de Lentag ----- | 19 |
| 2.1.8 San Gerardo – Centro ----- | 19 |
| 2.1.9 Cauquil ----- | 19 |
| 2.1.10 San Martín Grande ----- | 20 |

2.2 Calidad de Vida en la Zona del Proyecto -----20

2.3 Niveles de Educación en la Zona del Proyecto -----23

| | |
|--------------------------------|----|
| 2.3.1 Tuncay ----- | 23 |
| 2.3.2 Las Nieves ----- | 24 |
| 2.3.3 Asunción ----- | 24 |
| 2.3.4 Pichanillas ----- | 24 |
| 2.3.5 Cochaloma ----- | 25 |
| 2.3.6 Arozhuma ----- | 25 |
| 2.3.7 Corazón de Lentag ----- | 25 |
| 2.3.8 San Gerardo ----- | 26 |
| 2.3.9 Cauquil ----- | 26 |
| 2.3.10 San Martín Grande ----- | 26 |

2.4 Acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones -----26

| | |
|---|----|
| 2.4.1 Tuncay, Pichanillas y Cauquil ----- | 27 |
| 2.4.2 Cochaloma y San Martín Grande ----- | 27 |
| 2.4.3 Las Nieves, Asunción, Arozhuma, Corazón de Lentag y San Gerardo ----- | 28 |

| | |
|--|----|
| 2.5 Necesidades de las Comunidades | 28 |
| 2.6 Contenidos requeridos por la población. (Respecto a TIC's) | 29 |
| 2.7 Elección de los primeros servicios que se ofrecerán | 30 |
| 2.8 Clases de Telecentros según población – necesidades de las comunidades | 31 |
| 2.9 Metodología de estimación de demanda y evaluación social | 32 |
| 2.10 Alternativas de Financiamiento | 33 |
| 2.10.1 Recaudación de Fondos | 33 |
| 2.10.2 Ingresos | 34 |
| 2.10.3 Marketing y Publicidad Constantes | 34 |
| 2.10.4 Apoyo Estatal al Desarrollo de los Telecentros | 35 |

CAPÍTULO III

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL PROYECTO

| | |
|---|----|
| 3.1 Ubicación de los Telecentros ----- | 36 |
| 3.1.1 Tuncay ----- | 36 |
| 3.1.2 Cauquil ----- | 37 |
| 3.1.3 San Martín Grande ----- | 37 |
| 3.1.4 Corazón de Lentag ----- | 38 |
| 3.1.5 Arozhumá ----- | 38 |
| 3.1.6 Cochaloma ----- | 39 |
| 3.1.7 Pichanillas ----- | 39 |
| 3.1.8 Asunción ----- | 40 |
| 3.1.9 Las Nieves ----- | 40 |
| 3.1.10 San Gerardo ----- | 41 |
| 3.2 Diseño Estructural de los Telecentros ----- | 41 |
| 3.3 Ubicación del Telecentro Master----- | 42 |
| 3.4 Diseño de la Red ----- | 43 |
| 3.4.1 Requerimientos de Ancho de Banda de la Red de Telecentros ----- | 43 |
| 3.4.1.1 Correo Electrónico ----- | 43 |
| 3.4.1.2 Internet ----- | 44 |
| 3.4.1.3 Voz sobre Ip ----- | 44 |
| 3.4.1.4 Video sobre Ip ----- | 45 |
| 3.4.1.5 Aplicaciones Adicionales ----- | 45 |
| 3.4.2 Capacidad Total por Sectores Tipo ----- | 45 |

| | |
|---|-----|
| 3.4.2.1 Capacidad de los Telecentros del Sector A ----- | 45 |
| 3.4.2.2 Capacidad de los Telecentros del Sector B ----- | 46 |
| 3.4.3 Tráfico Total de la Red de Telecentros ----- | 47 |
| 3.4.4 Enlace Inalámbrico ----- | 48 |
| 3.4.4.1 Sistema Canopy de Motorola ----- | 48 |
| 3.4.4.1.1 Componentes del Sistema Canopy ----- | 49 |
| 3.4.4.1.1.1 Módulos Suscriptores (SMs) ----- | 50 |
| 3.4.4.1.1.2 Módulo de Punto de Acceso (AP) ----- | 50 |
| 3.4.4.1.1.3 Clúster de APs ----- | 50 |
| 3.4.4.1.1.4 Módulo de Administración de Cluster (CMM) ----- | 51 |
| 3.4.4.1.1.5 Módulo de Enlace de Red-Backhaul (BH) ----- | 51 |
| 3.4.4.1.1.6 Componentes Adicionales ----- | 51 |
| 3.4.4.1.2 Beneficios del Sistema Canopy de Motorola ----- | 52 |
| 3.4.4.2 Cálculos de los Enlaces Radioeléctricos ----- | 53 |
| 3.4.4.2.1 Loma Campanera – Loma Huagrín ----- | 53 |
| 3.4.4.2.2 Asunción – Loma Campanera ----- | 61 |
| 3.4.4.2.3 Asunción – Arozhuma ----- | 69 |
| 3.4.4.2.4 Arozhuma – Cochaloma ----- | 76 |
| 3.4.4.2.5 Arozhuma – Corazón de Lentag ----- | 83 |
| 3.4.4.2.6 Arozhuma – Pichanillas ----- | 90 |
| 3.4.4.2.7 Loma Campanera – Tuncay ----- | 98 |
| 3.4.4.2.8 Loma Campanera – Las Nieves ----- | 105 |
| 3.4.4.2.9 Loma Huagrín – San Gerardo ----- | 113 |
| 3.4.4.2.10 Loma Huagrín – San Martín Grande ----- | 120 |
| 3.4.4.2.11 Loma Huagrín – Cauquil ----- | 128 |
| 3.5 Análisis Financiero ----- | 137 |

| | |
|---|-----|
| 3.5.1 Inversión Inicial Depreciable ----- | 137 |
| 3.5.2 Gastos Operativos ----- | 137 |
| 3.5.3 Ingresos ----- | 138 |
| 3.5.4 Flujo Financiero ----- | 139 |
| | |
| 3.6 Financiamiento ----- | 143 |

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

| | |
|---------------------------|-----|
| 4.1 Conclusiones ----- | 144 |
| 4.2 Recomendaciones ----- | 148 |
| 4.3 Bibliografía ----- | 149 |

ANEXOS

ANEXO A

| | |
|--|----|
| 1. Formulario de Registro de Red Privada ----- | 1A |
|--|----|

ANEXO B

Formularios de RNI (Radiaciones no Ionizantes)

| | |
|--|-----|
| 1. Loma Campanera – Loma Huagrín ----- | 1B |
| 2. Asunción – Loma Campanera ----- | 3B |
| 3. Asunción – Arozhuma ----- | 5B |
| 4. Arozhuma – Cochaloma ----- | 7B |
| 5. Arozhuma – Corazón de Lentag ----- | 9B |
| 6. Arozhuma – Pichanillas ----- | 11B |
| 7. Loma Campanera – Tuncay ----- | 13B |

| | |
|--|-----|
| 8. Loma Campanera – Las Nieves ----- | 15B |
| 9. Loma Huagrín – San Gerardo ----- | 17B |
| 10. Loma Huagrín – San Martín Grande ----- | 19B |
| 11. Loma Huagrín – Cauquil ----- | 21B |

ANEXO C

| | |
|--------------------------------------|----|
| 1. Mapa de la Zona del Proyecto----- | 1C |
|--------------------------------------|----|

ÍNDICE DE FIGURAS

| <u>FIGURA</u> | <u>PAGINA</u> |
|----------------------|----------------------|
|----------------------|----------------------|

| | |
|--|----|
| Figura 3.1 Escuela de Tuncay ----- | 36 |
| Figura 3.2 Casa Comunal de Cauquil ----- | 37 |
| Figura 3.3 Casa Comunal de San Martín Grande ----- | 37 |
| Figura 3.4 Escuela de Corazón de Lentag ----- | 38 |
| Figura 3.5 Casa Comunal de Arozhuma ----- | 38 |
| Figura 3.6 Casa Comunal de Cochaloma ----- | 39 |
| Figura 3.7 Escuela de Pichanillas ----- | 39 |
| Figura 3.8 Casa Parroquial de la Asunción ----- | 40 |
| Figura 3.9 Casa Comunal de las Nieves ----- | 40 |
| Figura 3.10 Centro Parroquial de San Gerardo ----- | 41 |
| Figura 3.11 Topología Tipo Estrella ----- | 42 |
| Figura 3.12 Sistema Canopy de Motorola----- | 49 |
| Figura 3.13 Componentes del Sistema Canopy ----- | 49 |
| Figura 3.14 Perfil del Enlace Loma Campanera– Loma Huagrín ----- | 53 |
| Figura 3.15 Perfil del Enlace Asunción – Loma Campanera ----- | 61 |
| Figura 3.16 Perfil del Enlace Asunción – Arozhuma ----- | 69 |
| Figura 3.17 Perfil del Enlace Arozhuma – Cochaloma ----- | 76 |

| | |
|--|-----|
| Figura 3.18 Perfil del Enlace Arozhuma – Corazon de Lentag ----- | 83 |
| Figura 3.19 Perfil del Enlace Arozhuma – Pichanillas ----- | 90 |
| Figura 3.20 Perfil del Enlace Loma Campanera – Tuncay ----- | 98 |
| Figura 3.21 Perfil del Enlace Loma Campanera – Las Nieves----- | 105 |
| Figura 3.22 Perfil del Enlace Loma Huagrín – San Gerardo ----- | 113 |
| Figura 3.23 Perfil del Enlace Loma Huagrín – San Martín Grande ----- | 120 |
| Figura 3.24 Perfil del Enlace Loma Huagrín – Cauquil ----- | 128 |
| Figura 3.25 Diseño de la Red de Telecentros con Enlaces Punto a Punto y Punto a Multipunto ----- | 136 |
| | |
| Figura C.1 Mapa de la Zona del Proyecto ----- | 1C |

ÍNDICE DE TABLAS

| <u>TABLA</u> | <u>PAGINA</u> |
|--|----------------------|
| Tabla 1.1 Servicios que pueden ofrecer los Telecentros ----- | 9 |
| | |
| Tabla 2.1 Población por Comunidad y su Proyección al año 2010----- | 22 |
| Tabla 2.2 Tipos de Sectores según Población ----- | 31 |
| Tabla 2.3 Clases de Telecentros según Tipo de Sector ----- | 32 |
| | |
| Tabla 3.1 Gastos Operativos Anuales por tipo de Sector de Telecentro ----- | 138 |
| Tabla 3.2 Ingresos Proyectados ----- | 139 |
| Tabla 3.3 Inversión Inicial Depreciable ----- | 140 |
| Tabla 3.4 Inversión Inicial no Depreciable ----- | 140 |
| Tabla 3.5 Flujo de Caja para 10 años ----- | 142 |

Resumen

Este proyecto de tesis surge de la necesidad de brindar una solución tecnológica que sea viable y sostenible en el tiempo para disminuir la brecha digital existente entre las zonas urbanas y las rurales del cantón Girón.

En el Capítulo 1 se presentan los diferentes objetivos, clasificación y servicios potenciales que un telecentro puede brindar a las 10 comunidades rurales que forman parte de este Estudio y Diseño de una Red de Telecentros, además de sugerir la forma que se debería relacionar al telecentro con la comunidad.

El Capítulo 2 aborda el estudio sobre la calidad de vida en la zona del proyecto, la situación actual de las telecomunicaciones en la zona, así como sus necesidades respecto a las TIC's y la elección de los primeros servicios que se brindarán en base a un estudio de campo realizado.

En el Capítulo 3 se realiza el diseño de la Red de Telecentros en base a los resultados obtenidos en el Capítulo 2, aquí se determina la ubicación de los telecentros, los requerimientos de ancho de banda de toda la red, la cantidad de radioenlaces necesarios y sus cálculos, las características técnicas del sistema Canopy de Motorola. Se presenta además un presupuesto referencial para la implementación de la red, en el que se incluye costos de los equipos, infraestructura, así como se realiza el flujo de caja para 10 años demostrando su viabilidad.

El Capítulo 4 presenta las conclusiones y recomendaciones que se han obtenido con la elaboración de este proyecto de tesis.

CAPITULO I

TELECENTROS Y SU INFLUENCIA EN LAS COMUNIDADES RURALES

1.1 Antecedentes

El primer telecentro se inauguró en 1985 en Velmdalem, Suecia. Es a partir de esta primera experiencia cuando se expande al Reino Unido y demás países mediterráneos como una herramienta para romper el aislamiento de las zonas rurales y potencializar su desarrollo económico y social.

La llegada de los telecentros a Latinoamérica se da a mediados de los 90, estableciéndose en mayor parte de las ocasiones con la financiación y el apoyo de Organizaciones Internacionales como la ITU y la Unesco.

1.2 Definición y Características de los Telecentros

No existe una definición precisa de telecentro, sin embargo es necesario considerar algunas definiciones más relevantes de los mismos:

La Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) define a los Telecentros como un “local compartido que provee acceso al público a Tecnologías de Información y Comunicaciones” o “plataformas para proveer acceso a un coste reducido a un amplio rango de servicios a las comunidades rurales, a través de la compartición de infraestructuras entre varias organizaciones implicadas en el desarrollo y mantenimiento de los servicios” (ITU,1998)¹.

Otro criterio lo define como:

¹ Telecentros Comunitarios Polivalentes, Nov. 2009, <http://www.itu.int/net/itunews/issues/2009/07/36-es.aspx>

Un espacio físico de encuentro y con unicación, ubicado dentro de un contexto comunitario y aglutinador de iniciativas participativas para el mejoramiento de la calidad de vida de la población de la que es parte, usando las tecnologías de información y con unicación como herramientas de trabajo².

A partir de los criterios mencionados podemos concluir que un telecentro es un espacio físico comunitario destinado fundamentalmente al uso de las TIC's con el objetivo de romper la brecha digital existente y por ende influir en el desarrollo económico y social de la comunidad que lo adopte. En base a esto podemos afirmar que un telecentro presenta varias características, en muchas de las cuales coinciden varios autores:

- Representa un servicio de telecomunicaciones.
- Es un centro de acceso compartido dentro de una comunidad.
- Requiere colaboración tanto de los miembros de la comunidad así como de sus respectivas autoridades locales.
- Debe ser de bajo costo y accesible a los miembros de la comunidad.
- Se ubica en zonas rurales y urbanas marginadas.
- Contribuye al desarrollo económico y social de una comunidad.

1.3 Objetivos de un telecentro

En referencia a los telecentros no podemos citar la obtención de un objetivo en particular sino el tratar de llegar a la conquista tanto de objetivos de índole general así como específicos, aquí mencionamos los objetivos a cumplir con la implementación de los telecentros comunitarios.

² Somos Telecentros, 5 Nov. 2009, <http://www.tele-centros.org>

1.3.1 Objetivo General

Establecer las condiciones óptimas para permitir mejorar la calidad de vida vinculando a los miembros de las comunidades rurales del Cantón Girón en el uso efectivo de las TIC's.

1.3.2 Objetivos Específicos

Se han considerado los objetivos específicos que a nuestro criterio son los más relevantes.

- Dar a conocer a las comunidades las posibilidades que les ofrecen los telecentros, así como invitar a la participación en su desarrollo.
- Proveer servicios de telecomunicaciones de calidad a comunidades lejanas, que les permita estar informados entre ellos y con el resto del mundo.
- Capacitar a los miembros de las comunidades que forman parte de la red de telecentros en el uso de herramientas ofimáticas.
- Brindar la infraestructura y asistencia tecnológica a los miembros de las comunidades, con más importancia hacia el sector educativo.
- Creación de un portal web local en cada telecentro que dé acceso a un sistema de información con datos locales, nacionales e internacionales.

1.4 Barreras para la difusión de las TIC's en Sudamérica

Las políticas que se diseñen para el desarrollo de los telecentros deben tener en consideración cada una de estas barreras y a su vez contener estrategias para ir superándolas.

1.4.1 Distribución de la Población

Por lo general los países con una alta concentración de población en las zonas rurales son los que presentan un bajo crecimiento económico y social; esta situación se puede constatar en los países sudamericanos, y el nuestro en particular.

1.4.2 Pobreza

La pobreza es una de las barreras más significativas de acceso a las TIC's, debido a la desigualdad en la distribución de los recursos, los gobiernos se han enfocado principalmente en las zonas urbanas y han descuidado las rurales

A nivel de Sudamérica nuestro país tiene un 38.3% de pobreza, siendo Surinam el más pobre con un 70% y Chile el país con menores niveles de pobreza con un 18.2%.

1.4.3 Analfabetismo y Analfabetismo Digital

El analfabetismo se ha venido reduciendo lentamente y son las mujeres quienes mantienen en la última década los niveles más altos de analfabetismo en Sudamérica, la tasa de alfabetización de Ecuador es del 91%, siendo Bolivia el porcentaje más bajo con 86.7% y Guyana el país con la mayor tasa de alfabetismo con un 98.8%.

El analfabetismo digital surge debido a la incapacidad del uso de las TIC's, lo que da lugar a la conocida brecha digital.

1.4.4 Infraestructura

Existe insuficiencia en infraestructura de telecomunicaciones en los países en desarrollo de Sudamérica, esto es una limitación importante para promover los servicios de telecomunicaciones.

1.4.5 Idioma

Las nuevas tecnologías de información benefician a los que hablan idiomas como el inglés y el español, por lo cual muchas poblaciones y especialmente las campesinas en nuestro caso, se quedan excluidas al no verse representadas en el desarrollo de las nuevas tecnologías. Por estas razones es importante que se promuevan y generen contenidos en los idiomas propios de las poblaciones de nuestros países.

1.5 Formulación de políticas para el fomento de Telecentros

En este punto tratamos las políticas públicas que a nuestro criterio son las más importantes para que se fomenten los telecentros.

1.5.1 Normatividad de Telecentros como ejes de Desarrollo

Las autoridades deben promover leyes que fomenten el acceso a la información de los grupos más vulnerables del país estableciendo un marco reglamentario en el que se incentive a las empresas de telecomunicaciones a invertir en las zonas rurales.

1.5.2 Alfabetización Digital

La implementación de telecentros debe estar orientado principalmente hacia la educación y la alfabetización digital, se debe generar contenidos que les permitan a las comunidades hacer uso de su lengua natal y puedan así difundir su cultura, tradiciones, y conocimientos.

1.5.3 Trabajo Intersectorial

Para el desarrollo de los telecentros es importante un trabajo intersectorial entre todos los agentes involucrados: sector privado, la sociedad civil y los gobiernos locales de esta forma se facilitan los recursos necesarios para el fortalecimiento de las TIC's en las comunidades.

1.5.4 Infraestructura

Se debe desarrollar una infraestructura a fin de que sean lugares agradables para la comunidad, instalaciones que les permita brindar más servicios a la comunidad, con acceso a sistemas de banda ancha y se faciliten el acceso a las nuevas tecnologías.

1.6 Promotores de Telecentros

En este punto tratamos de los tres tipos de promotores que existen para el funcionamiento de los telecentros y los posibles beneficios que esto les trae.

1.6.1 Sector Privado

Las Empresas de Telecomunicaciones tienen un papel muy importante llevando la responsabilidad de instalación e infraestructura, dando soporte técnico, capacitación y financiamiento. Como beneficio las empresas asocian su marca con un proyecto de inclusión digital y social, poniéndole un valor agregado a su imagen empresarial.

1.6.2 Sector Público

Los Gobiernos Centrales y Locales se han convertido en los principales agentes en la región en cuanto al número de telecentros instalados. En nuestro país la entidad que trabaja en este aspecto es el FODETEL (Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales).

1.6.3 Otros Sectores

Organizaciones sociales y ONG's trabajan en el desarrollo de varios proyectos además de Organismos Internacionales (ITU, UNESCO, BID), institutos y agencias internacionales para el desarrollo (USAID, IDRC) que apoyan la instalación de telecentros en países en desarrollo.

1.7 Servicios que pueden ofrecer los Telecentros

Es importante que cada telecentro cuente con un portal propio en el que tenga información actualizada de su comunidad: datos acerca de sus autoridades, información de salud, ahorro de recursos, gestión de negocios e incluso una bolsa de trabajo. Además de contar con las herramientas que permita la comunicación por medio de correo electrónico, navegador web, etc.

Los telecentros pueden ofrecer una cantidad grande de servicios como podemos ver en la tabla 1.1

| Servicios | Descripción |
|---|---|
| Llamadas telefónicas | Realizar y recibir llamadas |
| Acceso a Internet y correo electrónico | Enviar y recibir correo electrónico, navegar por la Red. |
| Procesador de texto | Procesamiento de texto y redacción de cartas, solicitudes de empleos y otros documentos. |
| Hojas de cálculos y bases de datos | Necesario para presupuestos financieros, contabilidad, gestión de facturas y administración de sus negocios. |
| Uso de las computadoras | Se puede cobrar por hora o por día |
| Educación y capacitación | Educación a distancia, teleaprendizaje, educación presencial para adultos y para la comunidad. |
| Capacitación en computación | Brindar conocimientos básicos de computación: teclado, ratón, Windows, etc., aplicaciones informáticas: hojas de cálculo, correo electrónico, procesador de texto, etc.); |
| Diseño gráfico | Asistencia en presentaciones, tareas, anuncios publicitarios |
| Impresiones | Impresiones láser, copias de material y presentaciones de promoción. |
| Diseño de páginas web | Servicio de creación, actualización y hosting de páginas web |
| Escritura profesional | Redacción de oficios, solicitudes, propuestas, etc. |
| Escáner | Digitalización de documentos. |
| Fotocopias | Material de estudio, circulares, boletines de noticias, y documentos en general. |
| Comunicaciones con fax | Enviar y recibir documentos desde cualquier lugar del país y del mundo |
| Servicios comerciales y de secretaría | El Telecentro podría funcionar como un servicio de mensajes |
| Directorios de servicio | Creación de una base de datos local de teléfonos de la comunidad. |
| Videoconferencia | Audio y videoconferencia bilateral con otras regiones |
| Alquiler de cámara de vídeo y fotografía | Alquiler diario o mensual de equipos de fotografía o de grabación para eventos privados, profesionales, comerciales o comunitarios. |
| Búsquedas en la Internet | Brindar asistencia en la búsqueda de temas en Internet para los estudios, negocios, distracción o ser un portal para búsqueda de empleo. |
| Trámites bancarios en línea | Se pueden realizar trámites financieros de manera electrónica. Un Telecentro puede ayudar a los usuarios a tener acceso a los servicios ofrecidos por los bancos con los que operan). |
| Telemedicina | Permite realizar consultas a distancia para acceder a segundas opiniones médicas y técnicas especializadas, puede utilizarse en tiempo real. |

Tabla 1.1 Servicios potenciales de un telecentro³

³ Mike Jensen y Anriette Esterhuysen, Manual Telecentros en África, París 2001, Páginas 38 y 39

1.8 Finalidad de los Telecentros

Al objetivo principal de los telecentros se le agregan otros factores que son los que marcan su finalidad, con lo que podemos mencionar un **fin comercial**, que busca rentabilidad económica, además de aquellos que buscan fomentar el desarrollo económico y social de las comunidades en las que se ubiquen teniendo un **fin social**; sin embargo esto no quiere decir que no busquen su sustentabilidad económica, como medio para continuar con sus labores.

1.9 Requerimientos generales de los contenidos de los Telecentros

El contenido proporcionado por los telecentros debe cumplir requerimientos básicos:

- Permitir la **inclusión** de las poblaciones que han sido marginadas por su ubicación, por medio de ello se busca disminuir la brecha digital existente.
- Deben ser de **fácil acceso** en función de la situación económica, educativa y cultural de las poblaciones.
- Deben ser **interesantes y útiles**, en busca de responder a los intereses de las poblaciones.
- Deben permitir la **vinculación con instituciones** relacionadas al gobierno, educación, formación, trabajo y economía.

1.10 Condiciones necesarias para el establecimiento de los telecentros

Es necesario tener presente ciertos requerimientos para poder interactuar con la red mundial:

- **Conectividad:** significa la disponibilidad de acceso a las tecnologías, así como los medios e infraestructura, necesarios para establecer la comunicación.
- **Acceso:** trata de los dispositivos e instrumentos que además de la conexión permiten hacer uso de las TIC's.

- **Alfabetización:** es fundamental en el proceso educativo permitiendo el acceso a la información, la comunicación a distancia etc. Uno de los factores que la limita es el idioma que se maneja en el desarrollo de las aplicaciones.
- **Sustentabilidad:** la capacidad de subsistir de un telecentro depende básicamente de dos factores que son la viabilidad financiera y la eficacia.

1.11 Distribuciones físicas en los Telecentros

El dimensionamiento debe estar en función de la cantidad de usuarios que se estima además del espacio necesario para cada servicio, las dependencias que deben ser consideradas en el diseño son:

Oficina: destinada al personal administrativo y de gestión del telecentro.

Departamento Técnico: destinado para mantenimiento y reparaciones de los computadores.

Sala de usos múltiples: destinada para el uso libre de los computadores; los cuales estarían dispuestos dependiendo de la demanda y serían alquilados por tiempos cortos.

Archivo y Sala de reuniones: espacio para una pequeña biblioteca de recursos de hardware, software y artículos para consulta práctica.

Aula: espacio dispuesto para el acceso individual al ordenador y conexión a Internet.

Todas estas dependencias y servicios en varias ocasiones no son posibles debido a muchos condicionantes, entre ellos están la infraestructura, la accesibilidad, y mayormente los recursos de los que se dispone.

1.12 Perfil del Operador de los Telecentros

Es posible describir el perfil del operador en varios aspectos, sin embargo se ha resaltado las de mayor importancia.

1.12.1 Punto de vista de su relación con la comunidad

En este aspecto los operadores deben cumplir con el siguiente perfil:

- Debe conocer a los potenciales usuarios del servicio, por ello es preferible que sea un miembro de la comunidad donde se sitúe el telecentro.
- Debe estar en capacidad de resolver las inquietudes y consultas que se presenten.
- Debe ser capaz de poder crear un vínculo entre la comunidad, el telecentro y su gobierno local.

1.12.2 Punto de vista de la producción de contenidos locales

En este aspecto los operadores deben cumplir con los siguientes requisitos:

- Debe ser capaz de elegir los temas que para la comunidad son convenientes y de su interés.
- Debe estar en capacidad de conocer y coordinar los requerimientos de información que provengan de la comunidad.

1.13 Clasificación de telecentros

La clasificación de los telecentros puede catalogarse de la siguiente manera:

1.13.1 Mini Telecentro

Caracterizado por una sola línea telefónica, escáner, una impresora y una fotocopidora además de acceso a internet.

1.13.2 Red de telecentros

Se refiere a un grupo de telecentros interconectados y coordinados centralmente, su objetivo es llegar a ser independiente tanto económica como técnicamente, tienen computadores de acuerdo a la localidad.

1.13.3 Telecentro Cívico

Son aquellas instituciones cívicas como bibliotecas públicas o instituciones educativas que ofrecen acceso a computadores e internet de forma complementaria a sus servicios tradicionales.

1.13.4 Ciber Cafés

Son centros de carácter comercial, dirigidos principalmente a estratos medios y altos de la sociedad además de turistas.

1.13.5 Telecentros Comunitarios Multipropósito

Se caracterizan por ofrecer además de los servicios básicos de un telecentro aplicaciones como tele-medicina, tele-trabajo y tele-educación, puede funcionar como punto de pago para servicios de electricidad y agua potable.

1.14 Cómo relacionar el Telecentro con la Comunidad

Es necesaria la realización de una asamblea pública con objetivo de resaltar las siguientes ventajas:

- Generación de empleo local y a distancia.
- Ampliación de oportunidades educativas y de capacitación.
- La comunicación con sectores alejados y familiares en el extranjero se vuelve posible.

En un inicio el telecentro debe centrarse en pocas sectores de la comunidad para posteriormente ampliar su servicio; el coordinador del telecentro siempre deberá estar al tanto de las necesidades y actividades de la comunidad para el desarrollo de contenidos de interés para la misma.

1.15 Marco Legal

Servicio Universal.- Es la obligación de extender el acceso a los servicios de telecomunicaciones aprobados por el CONATEL a todos los habitantes del país, sin perjuicio de su condición económica, social o su localización geográfica, a precio asequible y con la calidad debida.

Acceso Universal.- Es la disponibilidad de los servicios de telecomunicaciones a una distancia aceptable con respecto a los hogares o lugares de trabajo.

La Constitución Política del Ecuador establece en su artículo 249 que es responsabilidad del Estado la provisión de varios servicios y entre ellos los de telecomunicaciones, además de que podrá prestarlos de forma directa o delegando a terceros mediante convenios de acuerdo a la ley. El Estado garantizará que los servicios que son prestados bajo su control y regulación respondan a una aceptable calidad de servicio además de que sus precios sean justos.

El Artículo 22 del Reglamento General, dispone que los servicios de telecomunicaciones en zonas rurales y urbano-marginales en las cuales las empresas de telecomunicaciones aprobadas por el CONATEL no hayan invertido sean financiados con recursos provenientes del FODETEL.

1.16 Impacto de los telecentros en el desarrollo de las comunidades

El uso de los telecentros tiene un alto impacto en el desarrollo de las comunidades pues permitiría a la población rural:

- Lograr que las TIC'S formen parte importante de la vida habitual de las comunidades.
- Estrechar las diferencias entre el medio rural y urbano.
- Poner en igualdad de condiciones a las microempresas en relación con la utilización de las TIC'S.

El acceso a un telecentro permite superar en parte la pobreza rural teniendo acceso a servicios del gobierno como asistencia educativa o de salud; información sobre proyectos, alternativas e instituciones de financiamiento y apoyo al campesinado.

CAPITULO II

ANÁLISIS SOCIO-ECONÓMICO DE LA ZONA DEL PROYECTO

2.1 Zona del Proyecto

El presente diseño involucra servir a 10 comunidades del cantón Girón, seleccionadas entre las parroquias rurales Asunción y San Gerardo. Para definir las comunidades que formarán parte de este diseño nos basaremos en el número de habitantes, los servicios públicos que poseen, distancia entre ellos y centros educativos. Estos parámetros han sido considerados debido a las diferencias que existen entre los diferentes servicios que poseen las cabeceras cantonales y las parroquiales con las que se cuenta en las comunidades.

2.1.1 Tuncay

La comunidad de Tuncay se halla ubicada a $79^{\circ}17'54.34''$ O de longitud, $3^{\circ}11'42.69''$ S de latitud y a 2705 m sobre el nivel del mar, la comunidad más cercana es Cedropugro para la cual no existe camino, los habitantes de Cedropugro acuden hacia Tuncay para educación y formación religiosa. Pertenecen a la Parroquia de la Asunción, tienen una población cercana a los 113 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua entubada y no disponen del servicio de alcantarillado, para el servicio de salud acuden al centro de Asunción.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por los líderes de las comunidades.

2.1.2 Las Nieves

La comunidad de las Nieves se halla ubicada a $79^{\circ}16' 38.71''$ O de longitud, $3^{\circ}11'29.28''$ S de latitud y a 2475m sobre el nivel del mar. Pertenece a la Parroquia de la Asunción, tiene una población cercana a los 2000 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Potable, no se dispone del servicio de alcantarillado, no se dispone de un centro de salud.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por habitantes de la comunidad.

2.1.3 Asunción

La parte central de la parroquia Asunción se halla ubicada a $79^{\circ}15' 33.96''$ O de longitud, $3^{\circ}12' 40.06''$ S de latitud y a 2147m sobre el nivel del mar. Posee una población cercana a los 324 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Potable, no disponen de alcantarillado y cuentan con los servicios de Cooperativa de Transporte, Junta Parroquial, Tenencia Política, Subcentro de salud, y una unidad de Policía Comunitaria.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por el presidente de la junta parroquial de la Asunción.

2.1.4 Pichanillas

La comunidad de Pichanillas se halla ubicada a $79^{\circ}12' 32.90''$ O de longitud, $3^{\circ}15'38.98''$ S de latitud y a 1718m sobre el nivel del mar. Pertenece a la Parroquia de la Asunción, tiene una población cercana a los 414 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Entubada, no se dispone del servicio de alcantarillado ni de un centro de salud.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por habitantes de la comunidad.

2.1.5 Cochaloma

La comunidad de Cochaloma se halla ubicada a $79^{\circ}15' 11.04''$ O de longitud, $3^{\circ}13'47.41''$ S de latitud y a 1867m sobre el nivel del mar. Pertenece a la Parroquia de la Asunción, tiene una población cercana a los 117 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Entubada, no se dispone del servicio de alcantarillado ni de un centro de salud.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por habitantes de la comunidad.

2.1.6 Arozhuma

La comunidad de Arozhuma se halla ubicada a $79^{\circ}15' 53.83''$ O de longitud, $3^{\circ}13'45.72''$ S de latitud y a 1916m sobre el nivel del mar. Pertenece a la Parroquia de la Asunción, tiene una población cercana a los 262 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Potable, no se dispone del servicio de alcantarillado ni de un centro de salud. Dispone de una cooperativa de riego y casa comunal.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por el líder de la comunidad.

2.1.7 Corazón de Lentag

La comunidad de Corazón de Lentag se halla ubicada a $79^{\circ}13'41.20''$ O de longitud, $3^{\circ}14'11.88''$ S de latitud y a 1677m sobre el nivel del mar. Pertenece a la Parroquia de la Asunción, tiene una población cercana a los 469 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Potable, se dispone del servicio de alcantarillado en parte, no se dispone de un centro de salud. Dispone de una cooperativa de transporte.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por el líder de la comunidad.

2.1.8 San Gerardo – Centro

La parte central de la parroquia San Gerardo se halla ubicada a $79^{\circ}12'9.45''$ O de longitud, $3^{\circ}8'15.17''$ S de latitud y a 2861m sobre el nivel del mar. Posee una población cercana a los 750 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Potable, Alcantarillado, además cuentan con los servicios de Policía, Biblioteca, Departamento de Bomberos, Tenencia Política, Junta Parroquial y un Subcentro de salud del Seguro Social Campesino.

Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por el presidente de la junta parroquial de San Gerardo.

2.1.9 Cauquil

La comunidad de Cauquil se halla ubicada a $79^{\circ}11'18.92''$ O de longitud, $3^{\circ}9'56.90''$ S de latitud y a 2618m sobre el nivel del mar. Pertenece a la Parroquia de San Gerardo, tiene una población cercana a los 203 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Potable, no se dispone del servicio de

alcantarillado ni de un centro de salud. Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por habitantes de la comunidad.

2.1.10 San Martín Grande

La comunidad de Cauquil se halla ubicada a $79^{\circ}13'21.42''$ O de longitud, $3^{\circ}8'14.72''$ S de latitud y a 2743m sobre el nivel del mar. Pertenece a la Parroquia de San Gerardo, tiene una población cercana a los 111 habitantes, disponen de los servicios de Energía Eléctrica, Agua Potable, no se dispone del servicio de alcantarillado ni de un centro de salud. Estos datos fueron obtenidos mediante investigación de campo y proporcionada por habitantes de la comunidad.

2.2 Calidad de Vida en la Zona del Proyecto

Para indicar los niveles de vida en la zona del proyecto se ha utilizado información obtenida de las encuestas hacia los líderes de las comunidades, presidentes de las juntas parroquiales además de la información del Plan de Desarrollo Local, INEC, SIISE, Dirección Regional del Sur. Las principales actividades económicas de la zona del proyecto son la Agricultura, Ganadería y molienda de caña de azúcar.

En cuanto a los medios de comunicación la radio es el medio que poseen casi todas las comunidades a excepción de Cochaloma, la señal de televisión es deficiente pues en la zona se capta uno o dos canales como máximo esto debido a la topografía del terreno por lo que algunos habitantes poseen televisión satelital.

Según el IV Censo de población y vivienda ejecutado en el 2001 el porcentaje de migración del Azuay es del 19.43%, esto ha sido una de las razones por las que la mano de obra haya disminuido en las diferentes comunidades.

En la tabla 2.1 se presenta la población de las comunidades de la zona del proyecto de acuerdo al IV Censo de Población y Vivienda y su proyección al año 2010. La cantidad de población actual de San Gerardo y las Nieves fue proporcionada por los presidentes de las Juntas Parroquiales, para el caso de las comunidades se ha utilizado la información del plan de desarrollo local. Se utilizó la tasa de crecimiento proporcionada por el INEC para obtener la proyección de la población al año 2010.

| Parroquia | Comunidad | Población según IV Censo (2001) | | | TCA % (2001) | Población Proyectada al 2010 | | |
|-------------|-------------------|---------------------------------|---------|-------|-----------------|------------------------------|---------|-------|
| | | Hombres | Mujeres | Total | | Hombres | Mujeres | Total |
| Asunción | Tuncay | 49 | 64 | 113 | -0,32 | 48 | 62 | 110 |
| Asunción | Las Nieves* | 189 | 233 | 422 | -0,32 | 977 | 1023 | 2000 |
| Asunción | Asunción | 152 | 172 | 324 | -0,32 | 148 | 167 | 315 |
| Asunción | Pichanillas | 223 | 191 | 414 | -0,32 | 217 | 186 | 403 |
| Asunción | Cochaloma | 72 | 45 | 117 | -0,32 | 70 | 44 | 114 |
| Asunción | Arozhuma | 115 | 147 | 262 | -0,32 | 112 | 143 | 255 |
| Asunción | Corazón de Lentag | 225 | 244 | 469 | -0,32 | 219 | 237 | 456 |
| San Gerardo | San Gerardo* | 122 | 163 | 285 | -0,76 | 343 | 407 | 750 |
| San Gerardo | Cauquil | 93 | 110 | 203 | -0,76 | 87 | 103 | 190 |
| San Gerardo | San Martín Grande | 62 | 49 | 111 | -0,76 | 58 | 46 | 104 |

Tabla 2.1 Población por Comunidad y su Proyección al año 2010.⁴

⁴ *Información de población actual proporcionada por el presidente de la Junta Parroquial

2.3 Niveles de Educación en la Zona del Proyecto

La Zona del proyecto es completamente rural, pero dispone de centros educativos en todas las comunidades a excepción de la comunidad de San Martín Grande. El índice de analfabetismo va del 10.58% en la parroquia Asunción al 12.23% en San Gerardo.

En lo relacionado a los niveles de educación que se tienen en la zona del proyecto según el IV Censo de Población y vivienda de 12001 del INEC, los habitantes que han completado la instrucción primaria van del 72,74% en San Gerardo al 52,51% en la Asunción. Los niveles de educación secundaria son menores con el 7,86% en la Asunción al 3,72% en San Gerardo. En lo referente a niveles de educación superior estos son muy bajos y estas personas han realizado sus estudios en Cuenca en la mayor parte, los niveles van del 0,27% en San Gerardo al 1% en la Asunción.

Como dato importante los líderes de las comunidades indicaron que actualmente de la totalidad de bachilleres de la zona alrededor del 15% están cursando la Universidad en la ciudad de Cuenca, de la misma manera el nivel educativo actual de la mayoría de la población de la zona del proyecto es la secundaria completa.

2.3.1 Tuncay

La comunidad de Tuncay posee de un único centro educativo en el que funciona un centro de educación primaria y preprimario, en el que se tiene un promedio de 50 alumnos, no cuentan con un centro de educación secundaria, hacia ella acuden estudiantes de la comunidad de Cedropugro quienes no cuentan con

ningún tipo de centro educativo. Para educación secundaria acuden hacia Santa Isabel o al centro de Asunción.

2.3.2 Las Nieves

La comunidad de las Nieves cuenta con una única escuela con un promedio de 50 alumnos, no dispone de un centro de educación secundaria, para ello acuden al centro de Asunción, Girón y muy pocos habitantes a la ciudad de Cuenca.

2.3.3 Asunción

En el centro parroquial se dispone de un establecimiento de educación primaria con un promedio de 200 alumnos, un centro de estudios secundarios con un 200 alumnos que asisten regularmente, habitantes de las comunidades cercanas como Chilchil, las Nieves y Rumiloma acuden hacia ellos para realizar sus estudios. Según la información proporcionada por el presidente de la junta parroquial de Asunción, el 60% de alumnos que completan la secundaria acuden hacia la Universidad en Cuenca.

2.3.4 Pichanillas

En la comunidad de Pichanillas existe una sola escuela a la que asisten un promedio de 24 alumnos. No disponen de un centro de educación secundaria por lo que los habitantes del sector de acuerdo a las encuestas realizadas acuden hacia Girón o Santa Isabel.

2.3.5 Cochaloma

La comunidad de Cochaloma dispone de un único centro de educación primaria en el que asisten 9 alumnos, no disponen de un centro de educación secundaria por lo que los habitantes del lugar acuden hacia Asunción para continuar sus estudios.

2.3.6 Arozhuma

En la comunidad de Arozhuma existe un único centro de educación primaria al que asisten regularmente 26 alumnos, no disponen de un centro de estudios secundarios por lo que los habitantes del lugar acuden hacia Asunción para continuar sus estudios. Según la información proporcionada por el líder de la comunidad actualmente 10 habitantes cursan sus estudios superiores en Cuenca.

2.3.7 Corazón de Lentag

La comunidad de Corazón de Lentag dispone de un único centro de educación primaria al que asisten 90 alumnos, disponen de un centro de estudios secundarios a distancia con 70 alumnos, algunos habitantes del sector cursan sus estudios en Girón, Santa Isabel y la Unión. De acuerdo a la información proporcionada por el líder de la comunidad el 3% de sus estudiantes son universitarios.

2.3.8 San Gerardo

En el centro parroquial se dispone de un establecimiento de educación primaria con un promedio de 100 alumnos, no se dispone de un centro de estudios secundarios por lo que los habitantes del lugar acuden hacia Girón para continuar sus estudios. Según la información proporcionada por el presidente de la junta parroquial de San Gerardo, hay un promedio de 15 alumnos universitarios.

2.3.9 Cauquil

La comunidad de Cauquil dispone de un centro de educación primaria y preprimaria en el que acuden un promedio de 32 alumnos, no se dispone de un centro de educación secundaria por lo que los habitantes acuden hacia Girón para continuar sus estudios.

2.3.10 San Martín Grande

La comunidad de San Martín Grande no dispone de ningún centro educativo primario ni secundario, por esta razón sus habitantes acuden hacia los centros parroquiales de San Gerardo o de Chumblin.

2.4 Acceso a las Tecnologías de la Información y Comunicaciones

La operadora que brinda los servicios de telefonía fija en la zona del proyecto es la CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) mediante sistemas de multiacceso con los que da servicio a muy pocos habitantes de las comunidades, por lo que desde un año atrás por medio del plan nacional de conectividad las

comunidades en su mayor parte cuentan con telefonía fija mediante la tecnología CDMA 450.

El servicio de telefonía celular lo brindan las empresas Porta y Movistar pero no poseen cobertura en todas las comunidades, existen poblaciones en las que hay cobertura de sólo una empresa y en otras no existe cobertura por parte de ninguna de las dos operadoras.

En cuanto a servicios de valor agregado no se dispone de ninguna empresa que brinde estos servicios, se cuenta solamente con el servicio de Internet en las juntas parroquiales mediante tecnología satelital.

2.4.1 Tuncay, Pichanillas y Cauquil.

En estas tres comunidades los servicios de telefonía fija convencional son prácticamente nulos, en cuanto a telefonía fija mediante CDMA 450 la comunidad de Cauquil cuenta con una penetración del 80%, mientras que en las otras comunidades la tasa de penetración de telefonía esta bajo el 10%.

En cuanto a servicios de televisión abierta cuentan con 1 o 2 canales como máximo. Se cuenta con el servicio de telefonía celular de Porta como Movistar únicamente en ciertos sectores, prevaleciendo la señal de Porta.

Únicamente se tiene la señal de una emisora de radio proveniente de Santa Isabel o de Girón.

2.4.2 Cochaloma y San Martín Grande.

En estas comunidades la tasa de penetración de servicios de telefonía fija convencional se aproxima al 5%, en cuanto a telefonía fija mediante CDMA 450 la

penetración del servicio en estas comunidades esta sobre el 50%, la adquisición de este servicio está a la par de la economía de sus habitantes.

En cuanto a servicios de televisión abierta cuentan con 1 canal. Se cuenta con el servicio de telefonía celular únicamente de Porta en San Martín Grande y únicamente de Movistar en Cochalomá, en ambas comunidades se cuenta con el servicio sólo en ciertos sectores.

Únicamente se tiene la señal de dos emisoras de radio provenientes de Santa Isabel o de Girón.

2.4.3 Las Nieves, Asunción, Arozhuma, Corazón de Lentag y San Gerardo.

En estas comunidades la tasa de penetración de servicios de telefonía fija convencional va del 5% en las Nieves al 10% en Asunción y San Gerardo, en cuanto a telefonía fija mediante tecnología CDMA 450 la penetración del servicio es aceptable ya que esta sobre el 85% y está en progreso.

En cuanto a servicios de televisión abierta cuentan con 1 o 2 canales como máximo. Se cuenta con un servicio de telefonía celular de ambas operadoras únicamente en ciertos sectores de las comunidades a excepción de Corazón de Lentag que la señal es muy buena en ambas operadoras.

Únicamente se tiene la señal de una o dos emisoras de radio provenientes de Santa Isabel o de Girón.

2.5 Necesidades de las Comunidades

Para poder definir las necesidades de las comunidades referentes a los servicios que les puede ofrecer un telecentro tomamos en cuenta las particularidades de la zona del proyecto.

Nivel de educación de la zona.- Todas las comunidades cuentan con centros educativos a excepción de San Martín Grande, el nivel educativo de la mayoría de la población es de la secundaria completa. El uso de las TIC's en la educación debe ser una política de estado.

Organización Comunitaria.- Todas las comunidades cuentan con una casa comunal en donde se gestionan los servicios y necesidades a suplir además de coordinación de la formación cristiana, casi todas las comunidades cuentan con una Iglesia o Capilla.

Migración.- La migración es un factor que se encuentra en prácticamente todos los hogares de la zona del proyecto de tal forma los habitantes necesitan tener acceso a los servicios de telecomunicaciones para estar en contacto con sus familiares.

2.6 Contenidos requeridos por la población. (Respecto a TIC's)

Las características de la zona del proyecto no varían considerablemente, por lo que el servicio de Internet es la principal necesidad de la zona respecto TIC's, por lo que es necesario brindar la infraestructura de telecomunicaciones necesaria y la capacitación en las herramientas informáticas.

Cada telecentro debe disponer de un portal propio con información acerca de su parroquia, su historia, sus autoridades, dependencias públicas y sus horarios de atención. Los componentes básicos en cada telecentro son un local que disponga de energía eléctrica con sus seguridades, el mobiliario, computadores, impresora multifunción, software, suministros de oficina, un administrador del telecentro.

2.7 Elección de los primeros servicios que se ofrecerán.

Empezaremos realizando una clasificación de la zona del proyecto, así tendremos sectores A y sectores B, los primeros se caracterizarán por tener una población inferior a los 700 habitantes mientras que el sector B por una población mayor a los 700 habitantes. En referencia a los materiales de construcción en los sectores A predomina el ladrillo, bloque y hormigón mientras que en los sectores B predomina el ladrillo, hormigón y adobe.

De acuerdo a la información obtenida de cada una de las comunidades y en función de los servicios que pueden ofrecer los telecentros consideramos necesarios los siguientes servicios:

- Realización de trámites online.
- Llamadas telefónicas con servicio local, nacional e internacional.
- Videoconferencia.
- Capacitación en herramientas Ofimáticas.
- Correo Electrónico.
- Directorio telefónico electrónico de sus pobladores.
- Información actualizada de noticias locales, nacionales, internacionales, salud, bolsa de trabajo, etc.
- Elaboración y digitalización de documentos.
- Difusión de la comunidad mediante un portal comercial (Cultura, Productos, Turismo, etc.).
- Ofrecer una Infraestructura tecnológica de telecomunicaciones.

| Parroquia | Comunidad | Población (Proyección 2010) | Tipo de Sector |
|------------------|-------------------|--|-----------------------|
| San Gerardo | San Gerardo | 750 | B |
| Asunción | Las Nieves | 2000 | B |
| Asunción | Asunción | 315 | A |
| Asunción | Pichanillas | 403 | A |
| Asunción | Cochaloma | 114 | A |
| Asunción | Arozhuma | 255 | A |
| Asunción | Corazón de Lentag | 456 | A |
| Asunción | Tuncay | 110 | A |
| San Gerardo | Cauquil | 190 | A |
| San Gerardo | San Martín Grande | 104 | A |

Tabla 2.2 Tipos de Sectores según Población

2.8 Clases de Telecentros según población – necesidades de las comunidades

De acuerdo a la cantidad de población hemos definido dos clases de telecentros los cuales se diferencian en la cantidad de computadores, cabinas telefónicas y terminales de voz sobre Ip. Las dos clases tienen elementos en común que son el mobiliario, instalaciones eléctricas y de red, UPS, impresora multifunción, suministros de oficina, teléfonos, software necesario y un responsable del telecentro.

Los sectores de tipo A dispondrán de dos computadoras y un punto de acceso a voz sobre Ip, los sectores de tipo B dispondrán de cuatro computadoras y dos puntos de acceso a voz sobre Ip. Para la cantidad de puntos de acceso a voz sobre Ip se ha tomado en cuenta los parámetros establecidos para la regulación de centros de acceso a Internet, Ciber Cafés, y proveedores de servicio de valor agregado en Internet mediante la resolución 491-21-CONATEL-2006.

| Parroquia | Comunidad | Tipo de Sector | N° de Computadores | Puntos de Acceso a Voz sobre Ip |
|------------------|-------------------|-----------------------|---------------------------|--|
| San Gerardo | San Gerardo | B | 4 | 2 |
| Asunción | Las Nieves | B | 4 | 2 |
| Asunción | Asunción | A | 2 | 1 |
| Asunción | Pichanillas | A | 2 | 1 |
| Asunción | Cochaloma | A | 2 | 1 |
| Asunción | Arozhuma | A | 2 | 1 |
| Asunción | Corazón de Lentag | A | 2 | 1 |
| Asunción | Tuncay | A | 2 | 1 |
| San Gerardo | Cauquil | A | 2 | 1 |
| San Gerardo | San Martín Grande | A | 2 | 1 |

Tabla 2.3 Clases de Telecentros según Tipo de Sector

2.9 Metodología de estimación de demanda y evaluación social

De acuerdo a la investigación de campo e información adquirida podemos establecer que los potenciales usuarios vienen a ser una población joven, siendo estudiantes y habitantes que buscan realizar trámites en el centro de Girón.

Basándonos en una metodología de estimación cuantitativa se obtuvo información de los líderes de las comunidades de la zona del proyecto, los presidentes de las juntas parroquiales y de los habitantes del sector, en lo que se pudo constatar que deben realizar viajes hacia el centro cantonal para compra o venta de productos, realizar trámites relacionados con salud, servicios públicos, trámites bancarios, visitas a familiares, estudios o pago de cuentas. Toda esta información es importante para la generación de contenidos futuros de los telecentros.

Respecto a los costos de viajes hacia el centro cantonal y de esta forma obtener un parámetro de estimación de evaluación social se obtuvo que es un factor significativo ya que además de los costos directos (pasajes y estadía), se debe agregar el costo del tiempo empleado en estos viajes, además de tener que realizarlos y en algunas ocasiones tener que regresar a sus hogares sin poder haber realizado sus

trámites. Por lo que un servicio importante de un telecentro es la reparación (y en algunos casos sustitución) de viajes por trámites a cabeceras cantonales.

2.10 Alternativas de Financiamiento

En este punto trataremos sobre la forma en que puede realizarse la recaudación de fondos para la sostenibilidad económica de los telecentros, la necesidad de llevar un registro de caja, la importancia de mantener un plan de marketing y la función del estado respecto a las telecomunicaciones con los sectores rurales.

2.10.1 Recaudación de Fondos

Es importante realizar un plan de negocios pues contiene los objetivos, define todo el proceso y estrategias que se utilizarán para establecer los telecentros como la viabilidad a largo plazo, el plan de negocios es necesario para la recaudación de fondos.

La recaudación de fondos se puede realizar de manera formal e informal, para la recaudación formal se pueden seguir ciertas recomendaciones como crear una base de datos de posibles colaboradores, recolectar información acerca de posibles colaboradores, preparar y enviar pedidos de fondos a las organizaciones. Las recaudaciones informales se pueden realizar en forma efectiva o en especies, de la misma manera es importante crear una base de datos de las organizaciones de las que posiblemente se pueda tener donaciones en especie como software y hardware.

2.10.2 Ingresos

Para realizar un registro de ingresos del telecentro es necesario elaborar un libro de caja en el que se registren todas las transacciones financieras como el pago recibido por uso de cada servicio, recibos, ganancias y pérdidas diarias.

Para tener una información actualizada sobre la administración de las finanzas se debe realizar un registro en forma diaria, semanal, mensual y anual.

2.10.3 Marketing y Publicidad Constantes

La elaboración de un plan de Marketing constante es necesario para que los telecentros se mantengan vigentes en las comunidades y de esta forma estimular el interés en sus actividades y servicios, las actividades que se podrían realizar para este fin pueden ser:

- Diseño de un logotipo para el Telecentro
- Desarrollo de un folleto.
- Publicación de un boletín mensual de noticias y servicios del Telecentro.
- Nuevos y posibles proyectos.

Se debe identificar las oportunidades de difusión en los medios de comunicación locales para que los telecentros sean conocidos ampliamente por la comunidad como publicaciones escolares, folletos de la iglesia, estación de radio, cartelera de noticias comunitarias, etc.

2.10.4 Apoyo Estatal al Desarrollo de los Telecentros

El estado lleva una parte elemental por medio del plan de servicio universal (PSU), mediante el fondo para el desarrollo de las telecomunicaciones en áreas rurales y urbano marginales (FODETEL) y a través de organizaciones públicas o privadas que intervienen como socios estratégicos para la implementación de servicios de telecomunicaciones en zonas rurales las cuales las empresas de telecomunicaciones invierten escasamente debido a que las consideran poco lucrativas, el FODETEL está en capacidad de impulsar económicamente de forma total o parcial los proyectos de telecomunicaciones en estos sectores.

CAPITULO III

ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO DEL PROYECTO

3.1 Ubicación de los Telecentros

En cada una de las comunidades consideradas en la zona del proyecto existen buenos espacios físicos que pueden ser considerados para el establecimiento de los telecentros en donde se ubicarán los equipos de telecomunicaciones, además se debe tener presente la seguridad del lugar por lo que se debe considerar en el presupuesto de la red. Por medio del estudio de campo realizado se indican los lugares disponibles más apropiados en donde funcionarían cada uno de los telecentros.

3.1.1 Tuncay



Figura 3.1 Escuela de Tuncay

En la comunidad de Tuncay el lugar ideal es parte de una escuela del sector que cuenta con una infraestructura aceptable en consideración del número de alumnos, en donde se tiene un lugar reservado para el funcionamiento de computadores, al ser una comunidad pequeña y formar parte de los telecentros del sector A descritos en el punto 2.8 este lugar tentativo es ideal.

3.1.2 Cauquil



Figura 3.2 Casa Comunal de Cauquil

Los lugares tentativos para la ubicación de los telecentros en la comunidad de Cauquil son la escuela o el mismo centro comunitario, a esta comunidad le corresponde un telecentro del sector A descrito en el punto 2.8.

3.1.3 San Martín Grande



Figura 3.3 Casa Comunal de San Martín Grande

En la comunidad de San Martín Grande se dispone de un centro comunitario que se encuentra en construcción siendo este sitio el lugar ideal para la ubicación del telecentro, a esta comunidad le corresponde un telecentro del sector A descrito en el punto 2.8.

3.1.4 Corazón de Lentag



Figura 3.4 Escuela de Corazón de Lentag

La comunidad de Corazón de Lentag cuenta con un centro comunal y una escuela como lugares tentativos para la ubicación del telecentro siendo la escuela la primera opción debido a una mayor disponibilidad de infraestructura, a esta comunidad le corresponde un telecentro del sector A descrito en el punto 2.8.

3.1.5 Arozhuma



Figura 3.5 Casa Comunal de Arozhuma

En la comunidad de Arozhuma el lugar ideal es el centro comunal que es un lugar con muy buena infraestructura en donde se realizan reuniones convocadas por la comunidad, a este lugar le corresponde un telecentro del sector A descrito en el punto 2.8.

3.1.6 Cochaloma



Figura 3.6 Casa Comunal de Cochaloma

La comunidad de Cochaloma cuenta con una escuela así como de un centro comunitario siendo este último la alternativa más tentativa debido a que es un lugar mucho más grande, con mejor infraestructura y seguridad que la primera opción, a este lugar le corresponde un telecentro del sector A descrito en el punto 2.8.

3.1.7 Pichanillas



Figura 3.7 Escuela de Pichanillas

La comunidad de Pichanillas cuenta con una escuela con una aceptable infraestructura teniendo presente la cantidad de alumnos, no posee un centro comunitario por lo que la escuela es el mejor lugar para la ubicación del telecentro, a este lugar le corresponde un telecentro del sector A descrito en el punto 2.8.

3.1.8 Asunción



Figura 3.8 Casa Parroquial de la Asunción

En el centro parroquial se cuenta con una muy buena infraestructura siendo los lugares opcionales el centro del Gobierno local de la Parroquia Asunción, el centro parroquial ó los centros educativos del sector, optamos por la primera opción debido a que únicamente en este lugar se cuenta con seis computadoras que están al servicio de sus habitantes y se tiene suficiente espacio para la implementación de un punto de acceso a Voz sobre Ip.

3.1.9 Las Nieves



Figura 3.9 Casa Comunal de las Nieves

La comunidad de las Nieves es una de las comunidades más grandes del sector cuenta como mejor opción para la ubicación de su telecentro la casa comunal que se encuentra junto a la capilla de la comunidad y a pocos metros de la junta administradora de agua potable, a esta comunidad le corresponde un telecentro del sector B descrito en el punto 2.8.

3.1.10 San Gerardo



Figura 3.10 Centro Parroquial de San Gerardo

El centro parroquial de San Gerardo cuenta con la mejor infraestructura comunal de toda la zona del proyecto teniendo como mejor opción el centro de la Junta Parroquial en donde se concentran la mayor parte de de servicios que posee el sector, a este lugar le corresponde un telecentro del sector B descrito en el punto 2.8.

3.2 Diseño Estructural de los Telecentros

La geografía y división político-administrativa del país hacen recomendable que para el diseño estructural se considere un centro coordinador de la red, un telecentro master en donde se ubicarían los equipos principales de la red como los nodos de internet y circuitos de voz, siendo este telecentro el lugar en donde se encargaría del desarrollo de las aplicaciones y contenidos en los telecentros a su cargo, por lo que se plantea una topología de tipo estrella siendo el telecentro máster el punto central y el resto como puntos remotos.

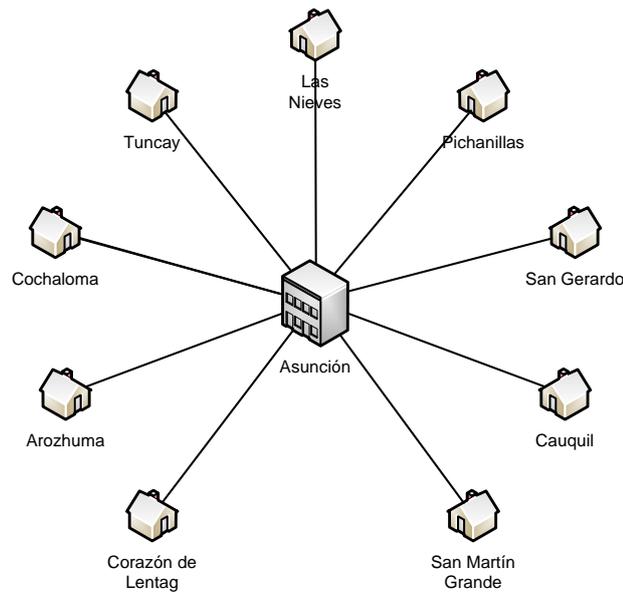


Figura 3.11 Topología Tipo Estrella

3.3 Ubicación del Telecentro Máster

Debido a la geografía de la zona del proyecto la mejor opción es un enlace satelital con lo que cualquiera de las comunidades podría ser considerada como telecentro máster, el centro parroquial de la Asunción y San Gerardo ya cuentan con este servicio lo que les hace tener la mayor ventaja sobre el resto de comunidades, el nivel de penetración que está teniendo actualmente la zona del proyecto respecto a la telefonía fija mediante tecnología CDMA 450 permitirá brindar el servicio de telefonía pública en cada uno de los telecentros.

Si bien el centro parroquial de San Gerardo cuenta con más dependencias públicas que el centro parroquial de la Asunción como una biblioteca y un departamento de bomberos este no cuenta con un espacio ya definido y con una infraestructura lista como ya lo tiene el centro parroquial de la Asunción. Mediante estas consideraciones podemos apuntar a que el lugar más propicio para la ubicación del telecentro máster es un el centro parroquial de la Asunción.

3.4 Diseño de la Red

En el punto 3.1 se describieron las tecnologías que pueden ser utilizadas para la interconexión de la red de telecentros, se ha considerado la opción mediante radio enlaces, a continuación se realiza una estimación de los anchos de banda totales que se necesitan para la red y se detallan los cálculos y características principales de los equipos utilizados.

3.4.1 Requerimientos de Ancho de Banda de la Red de Telecentros

Para realizar la estimación de tráfico que se necesitará para cada aplicación se ha basado en un estudio estadístico del uso de cada aplicación debido a que no existen datos anteriores, ya que en la zona del proyecto a excepción de Asunción y San Gerardo no se cuenta con ningún centro de acceso a Internet.

La capacidad total máxima de ancho de banda para la red es igual a la suma parcial de los anchos de banda necesarios por cada aplicación en cada uno de los telecentros:

$$C_{Total\ por\ Telecentro} = C_{Correo} + C_{Internet} + C_{VoIp} + C_{VideoIp} + C_{Adicional}$$

3.4.1.1 Correo Electrónico

Un documento de texto es de pequeño tamaño, cercano a los 19 Kbyte mientras que un gráfico posee un tamaño mayor dependiendo de su formato teniendo como promedio 400 Kbyte, consideramos un tamaño promedio de 500 Kbyte para la información que se envía.

Para esta aplicación se ha estimado que cada usuario revisa un promedio de dos correos en una hora. Tenemos así que el tráfico que se considera para correo electrónico por cada computador es:

$$V_{\text{Correo}} = \frac{500 \text{ Kbyte}}{1 \text{ Correo}} \cdot \frac{8 \text{ Bits}}{1 \text{ Byte}} \cdot \frac{2 \text{ Correos}}{1 \text{ Hora}} \cdot \frac{1 \text{ Hora}}{3600 \text{ Seg}}$$

$$V_{\text{Correo}} = 2,22 \text{ Kbps}$$

3.4.1.2 Internet

Se ha realizado la consideración de que una página web tiene un peso cercano a los 25 Kbyte, incluyendo texto e imágenes medianas, además se consideró que un usuario tendrá acceso a una página web en un tiempo no mayor a los 30 segundos, debido a que se brindará Internet de banda ancha. Tenemos así que el tráfico que se considera para Internet por cada computador es:

$$V_{\text{Internet}} = \frac{25 \text{ Kbyte}}{1 \text{ Página}} \cdot \frac{8 \text{ Bits}}{1 \text{ Byte}} \cdot \frac{1 \text{ Página}}{30 \text{ Segundos}}$$

$$V_{\text{Internet}} = 6,66 \text{ Kbps}$$

3.4.1.3 Voz sobre Ip

Para la aplicación de VoIp se requiere un ancho de banda de 8 Kbps por cada terminal, considerando el códec G.729 que es ampliamente utilizado en estas aplicaciones y que garantiza la codificación y comprensión del audio.

3.4.1.4 Video sobre Ip

Para la aplicación de Video sobre Ip se requiere un ancho de banda de 128 Kbps por cada computador.

3.4.1.5 Aplicaciones Adicionales

Como aplicaciones adicionales consideramos aplicaciones como chat, juegos, música, descarga de archivos y aplicaciones adicionales que en el futuro se utilicen, para se ha realizado las siguientes consideraciones, se toma como punto a destacar la descarga de archivos de un tamaño promedio de 20 Mbps que se deben descargar en un tiempo no mayor a los 30 minutos, para una buena calidad de servicio. Así el ancho de banda necesario para aplicaciones adicionales es 11,11 Kbps

3.4.2 Capacidad Total por Sectores Tipo

En el punto 2.8 se definieron los sectores tipo y las características de cada uno de ellos, aquí se calcula la capacidad total que necesitarán los sectores.

3.4.2.1 Capacidad de los Telecentros del Sector A

La característica de los telecentros del Sector A eran dos computadores y un punto de acceso de Voz sobre Ip, con lo que el tráfico necesario para cada telecentro del sector A es:

Correo Electrónico:

$$2,22 \text{ Kbps} \times 2 \text{ Computadores} = 4,44 \text{ Kbps}$$

Internet:

$$6,66 \text{ Kbps} \times 2 \text{ Computadores} = 13,32 \text{ Kbps}$$

Video sobre Ip:

$$128 \text{ Kbps} \times 2 \text{ Computadores} = 256 \text{ Kbps}$$

VoIp:

$$8 \text{ Kbps} \times 1 \text{ Terminal} = 8 \text{ Kbps}$$

Aplicaciones Adicionales:

$$11,11 \text{ Kbps} \times 2 \text{ Computadores} = 22,22 \text{ Kbps}$$

Capacidad total por telecentro del sector A:

$$C_{\text{Total por Telecentro Sector A}} = C_{\text{Correo}} + C_{\text{Internet}} + C_{\text{VoIp}} + C_{\text{VideoIp}} + C_{\text{Adicional}}$$

$$C_{\text{Total por Telecentro Sector A}} = 4,44 \text{ Kbps} + 13,32 \text{ Kbps} + 8 \text{ Kbps} + 256 \text{ Kbps} + 22,22 \text{ Kbps}$$

$$C_{\text{Total por Telecentro Sector A}} = 303,98 \text{ Kbps} \approx 304 \text{ Kbps}$$

3.4.2.2 Capacidad de los Telecentros del Sector B

La característica de los tele centros del Sector B eran cuatro computadores y dos puntos de acceso de Voz sobre Ip, con lo que el tráfico necesario para cada telecentro del sector B es:

Correo Electrónico:

$$2,22 \text{ Kbps} \times 4 \text{ Computadores} = 8,88 \text{ Kbps}$$

Internet:

$$6,66 \text{ Kbps} \times 4 \text{ Computadores} = 26,64 \text{ Kbps}$$

Video sobre Ip:

$$128 \text{ Kbps} \times 4 \text{ Computadores} = 512 \text{ Kbps}$$

VoIp:

$$8 \text{ Kbps} \times 2 \text{ Terminales} = 16 \text{ Kbps}$$

Aplicaciones Adicionales:

$$11,11 \text{ Kbps} \times 4 \text{ Computadores} = 44,44 \text{ Kbps}$$

Capacidad total por telecentro del sector B:

$$C_{\text{Total por Telecentro Sector B}} = C_{\text{Correo}} + C_{\text{Internet}} + C_{\text{VoIp}} + C_{\text{VideoIp}} + C_{\text{Adicional}}$$

$$\begin{aligned} C_{\text{Total por Telecentro Sector B}} \\ = 8,88 \text{ Kbps} + 26,64 \text{ Kbps} + 16 \text{ Kbps} + 512 \text{ Kbps} + 44,44 \text{ Kbps} \end{aligned}$$

$$C_{\text{Total por Telecentro Sector B}} = 607,96 \text{ Kbps} \approx 608 \text{ Kbps}$$

3.4.3 Tráfico Total de la Red de Telecentros

Los anchos de banda calculados por cada telecentro para los sectores A y B son 304 Kbps y 608 Kbps respectivamente, tenemos los dos comunidades que pertenecen al sector B y ocho comunidades al sector A, con lo que tenemos:

$$\text{Tráfico Total en Sectores tipo A: } 8 \times 304 \text{ Kbps} = 2432 \text{ Kbps} = 2.432 \text{ Mbps}$$

$$\text{Tráfico Total en Sectores tipo B: } 2 \times 608 \text{ Kbps} = 1216 \text{ Kbps} = 1.216 \text{ Mbps}$$

$$\begin{aligned} \text{Tráfico Total} &= \text{Tráfico Total en Sectores tipo A} \\ &+ \text{Tráfico Total en Sectores tipo B} \end{aligned}$$

$$\text{Tráfico Total} = 2.432 \text{ Mbps} + 1.216 \text{ Mbps}$$

$$\text{Tráfico Total} = 3.648 \text{ Mbps}$$

De acuerdo con este resultado el ISP (Proveedor de Servicios de Internet) debe ofrecer este ancho de banda para la red de telecentros.

3.4.4 Enlace Inalámbrico

De acuerdo a la topografía de la zona del proyecto la mejor opción que permita la interconexión de la red de telecentros es mediante tecnología inalámbrica, el contar con banda ancha inalámbrica que provea de seguridad y confiabilidad de forma económica ha sido un desafío que Motorola ha asumido presentando su Sistema Canopy el mismo que brinda servicios de voz, datos y video en banda ancha inalámbrica tanto para configuraciones de tipo Punto – Punto como Punto – Multipunto.

3.4.4.1 Sistema Canopy de Motorola

Es un sistema perteneciente a la familia MOTOWi4 fixed Solutions que opera en las bandas de frecuencia no licenciada, este sistema proporciona conectividad de banda ancha inalámbrica para el tráfico de voz, datos y video con velocidades desde los 10Mbps a los 300 Mbps con módulos que soportan acceso de última milla punto a punto con línea de vista de hasta 200Km y punto a multipunto sin línea de vista NLOS de hasta 16Km.

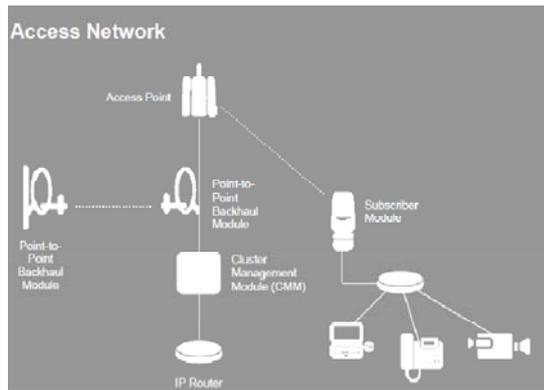


Figura 3.12 Sistema Canopy de Motorola

3.4.4.1.1 Componentes del Sistema Canopy

El sistema Canopy consta de los siguientes componentes: Punto de Acceso (AP), Módulo suscriptor (SM), Módulo de Administración de Clústeres (CMM), el Módulo Backhaul (BH), la Antena GPS y el Supresor de Sobrecargas 300SS, como se puede observar en la figura 3.18.

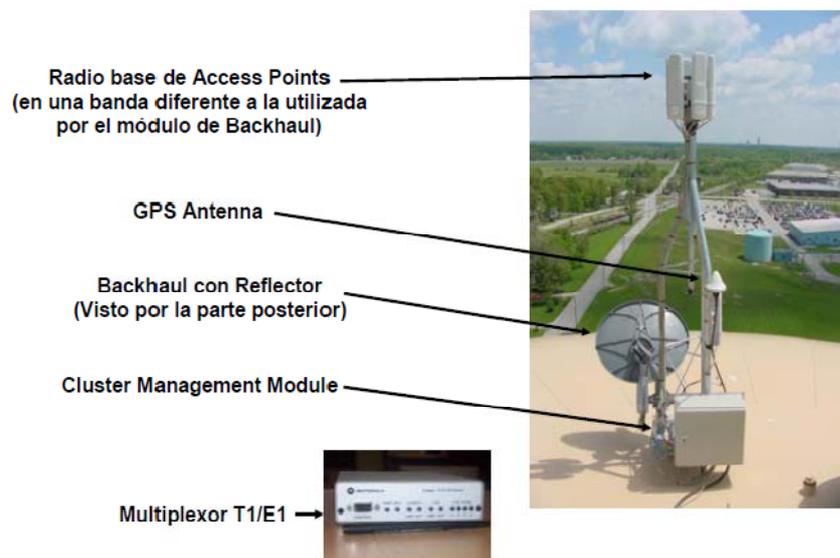


Figura 3.13 Componentes del Sistema Canopy

3.4.4.1.1.1 Módulos Suscriptores (SMs)

El SM es el equipo local del cliente, que extiende la red o servicios de Internet para comunicaciones con un AP; puede operar al aire libre y no necesitan instalación adicional de software, es configurado a través de una interfaz Web. Utilizan protocolo Punto - Multipunto para comunicarse con el AP en sectores de 60° en 5.X GHz.

3.4.4.1.1.2 Módulo de Punto de Acceso (AP)

Los módulos AP se conectan con una LAN por medio de una conexión de Ethernet estándar, operan al aire libre, utilizan protocolo Punto-Multipunto para comunicarse con los SMs; cada AP puede servir a más de 200 SM en sectores de 60°; la relación Downlink/Uplink es configurable. El Throughput agregado efectivo y su respectiva latencia son:

- Clásico: 6,2 Mbps (latencia 20 ms).
- Advantage modulación 1X: 7Mbps (latencia 6 ms).
- Advantage modulación 2X (half-range): 14 Mbps (latencia 5-7 ms).

3.4.4.1.1.3 Clúster de APs

El Clúster de APs es un sistema que incluye hasta seis AP que pueden prestar servicios a 1200 SM con cobertura en todas las direcciones; todos los clústers AP deben ser sincronizados vía GPS y seteados para identificar los porcentajes y rangos del Downlink. Además esta base cuenta con un módulo de gestión del Cluster (CMM); el cual proporciona potencia a los módulos Canopy e incluye un conmutador de Ethernet y un receptor GPS.

3.4.4.1.1.4 Módulo de Administración de Cluster (CMM)

El CMM suministra alimentación hasta 6 AP, 2 BH, 1 Conmutador Ethernet y 1 receptor GPS que suministra la sincronización a los APs y BHs, en equipos de 10 y 20 Mbps, también integra un campo de jacks para todas las conexiones. Un CMM debe ser montado a una distancia máxima de 100m de los APs o BHs Master, la antena GPS debe ser montada a una distancia de 30 o 100m desde el CMM con una clara visibilidad hacia el cielo.

3.4.4.1.1.5 Módulo de Enlace de Red-Backhaul (BH)

Este módulo permite conectividad punto a punto (Master - Slave) con un alcance de 32 Km o mayores distancias. El BH se debe configurar como un timing master (BHM) o como un timing slave (BHS). Se comunica con otro BH de 10 Mbps (7Mbps efectivo), de 20 Mbps (14 Mbps efectivo) en sectores de 60° en 5.x GHz. Posee una latencia en ambas direcciones de 5 ms.

3.4.4.1.1.6 Componentes Adicionales

Antena GPS (GPSA).- Cumple la función de brindar los pulsos de sincronización para el CMM.

Reflector.- Extiende el rango de distancia de un módulo y enfoca el rayo de luz dentro de un ángulo angosto, la porción interna de la antena de un módulo ilumina el plato del reflector pasivo desde una posición compensada.

Supresor de Sobrecargas (SS).- Cumple con la tarea de proteger la conexión entre el CMM y la red; y a su vez al equipo en el hogar contra las descargas de rayos.

Multiplexer T1/E1.- Es un dispositivo capaz de transportar hasta cuatro líneas de voz T1 o tres E1 en un enlace PTP Canopy.

Software.- El sistema Canopy cuenta con variedad de software que permite el monitoreo de la Red, administración, configuración de equipos, gerencia de ancho de banda, autenticaciones.

3.4.4.1.2 Beneficios del Sistema Canopy de Motorola

La plataforma Canopy sobresale de las plataformas actuales de Banda Ancha gracias a su tecnología, fácil configuración, despliegue rápido y rentabilidad notable, entre los beneficios más importantes de la plataforma Canopy destacan:

- Es una solución de datos de banda ancha a bajo costo de infraestructura.
- Funciona en la banda de frecuencias sin licencia, lo que no requiere licencia de concesión para operar.
- Permite una implementación sencilla, rápida y fácil instalación
- Trabaja en todos los entornos.
- Funciona mejor que otros sistemas inalámbricos similares y a que su intensidad de señal no fluctúa y la recepción no se pierde.
- Brinda seguridad porque cumple con las certificaciones más recientes en cuanto a transmisiones inalámbricas seguras.

3.4.4.2 Cálculos de los Enlaces Radioeléctricos

3.4.4.2.1 Loma Campanera – Loma Huagrín

Radioenlace Punto a Punto / Backhaul Master – Backhaul Slave



Figura 3.14 Perfil del Enlace Loma Campanera – Loma Huagrín

Loma Campanera

Latitud: 3°11'58.08"S Latitud
 Longitud: 79°17'33.72"O
 Altitud: 2790 m Altitud

Loma Huagrín

: 3° 8'3.28"S
 Longitud: 79°10'53.89"O
 : 2987 m

$$X_t = -3,199$$

$$X_r = -3,134$$

$$Y_t = -79,293$$

$$Y_r = -79,182$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.199) * \sin(-3.134) + \cos(-3.199) * \cos(-3.134) * \cos(-79.182 - (-79.293))]$$

$$D = 14.285 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = 1.937E - 3 \text{ ---} \rightarrow \sin(Y_r - Y_t) > 0$$

$$\therefore \begin{cases} \text{azimut transmisor } a_{rr} \\ \text{azimut receptor } (360 - a_{rt}) \end{cases}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.134) - \cos(-14.285) * \sin(-3.199)}{\sin(14.285) * \cos(-3.199)} \right]$$

$$a_{tr} = 90.138^\circ$$

$$(360 - a_{rt})$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.199) - \cos(14.285) * \sin(-3.134)}{\sin(14.285) * \cos(-3.134)} \right]$$

$$a_{rt} = 90.657^\circ$$

$$(360 - a_{rt}) = 269.343$$

$$f = 5.810 \text{ MHz}$$

$$k = (4/3)$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{v(Km)} = 4.1 \left(\sqrt{h_{(m)t}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{50}) = 57.983$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 50) + \left(\frac{14.285}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 34.648$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 50) * 285}{(34,648)^3} \right]$$

$$\varphi = 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos\left(\frac{\pi + \varphi}{3}\right)$$

$$d_1 = \frac{14.285}{2} + 34.648 * \cos\left(\frac{\pi + (\pi/2)}{3}\right)$$

$$d_1 = 7.143 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 14.285 - 7.143 = 7.143$$

$$d_2 = d_1 = 7.1425 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(7.1425)^2}{51(4/3)} = 47 \text{ m.}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 50 - \frac{4(7.1425)^2}{51(4/3)} = 47 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{47 + 47}{14.285} = 6,58$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f_{(\text{Mhz})}}\right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{5810}\right]^{1/3} = 0.976$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 47 * 47}{14.285} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 0.309$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(\text{rad})} = \frac{\pi * f(\text{Mhz}) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 5810 * 0.309}{150} = 37.634$$

Según ITU-R 527 para suelo húmedo:

$$\sigma = 1.7 \text{ (s/m)} \quad \varepsilon_r = 18$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{(3 * 10)^8}{(5.810 * 10^9)} = 0.0516$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60\sigma\lambda = 18 - j60(1.75) * 0.0516 = 18 - j5.418$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[18 - j5.418 - \cos^2(6.28)]^{1/2}}{18 - j5.418} = 0.223 + j0.03133$$

$$z = 0.225223 \angle 0.138834$$

$$R = \frac{\sin(\psi - z)}{\sin(\psi + z)} = \frac{\sin(6.58) - (0.223 + j0.031168)}{\sin(6.58) + (0.223 + j0.031168)} = 0.130637 - j0.06872$$

$$R = 0.1476 \angle -0.484$$

$$|R| = 0.1476 \quad \beta = -0.484 = 5.798 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * \hat{h}_t} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{7.1425^2 + 7.1425}{14.285 * 47} \right) \right]^{-1/2} = 0.99$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(5.810) + 20 \log(14.285)$$

$$L_{bf} = 130.831_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log[1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_{bf} = 130.831$$

$$- 10 \log[1 + (0.99 * 0.1476)^2 + 2 * (0.99)$$

$$* (0.1476)(\cos(37.634 * 5.798))]$$

$$L_{bf} = 130.915_{dB}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_T(dB)$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10}\right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10}\right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10}\right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

Fresnel:

$$H_0 = 2956.0 m$$

$$d_1 = 14.20 Km$$

$$d_2 = 0.085 Km$$

$$H_1 = 2758.8m + 50m = 2808.8 m$$

$$H_2 = 2941.2m + 50m = 2991.2 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)} d_{2(Km)} + H_{2(m)} d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2808.8 * 0.085 + 2991.2 * 14.20}{14.285} - 2956 - 0.0785 \frac{14.20 * 0.085}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 34.044 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_1(Km) * d_2(Km)}{f(Mhz) * D(Km)}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(14.2) * (0.085)}{(5810) * (14.285)}}$$

$$R_{F1(m)} = 2.088 \text{ m}$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{34.044}{2.088} = 16.299$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 1629.9%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 34.044 - 2.088 = 31.955$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$PR_{dBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$PR_{dBm} = 29 - 1 + 23.5 - 130.915 + 23.5 - 1$$

$$PR_{dBm} = -56.915$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -56.915 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 29.085$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{Km}}{400} = \frac{0.0001 * 14.285}{400} = 3.571E - 6$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(14.285) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 5.81) - 10 \log(3.571E - 6) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 22.5 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$29.085 \geq 22.5$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{(-\frac{FM}{10})}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(5.810)(14.285)(10^{-(22.5/10)})$$

$$P = 1.7502E - 8$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 1.7502 * 10^{-8})100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(14.285) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 73.202$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2808.8 - 2991.2 = -182.4 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}} \right) = \sin^{-1} \left(-\frac{0.1824}{14.285} \right)$$

$$\alpha = -0.7316 = 359.268^\circ$$

3.4.4.2.2 Asunción – Loma Campanera

Radioenlace Punto a Punto / Backhaul Master – Backhaul Slave

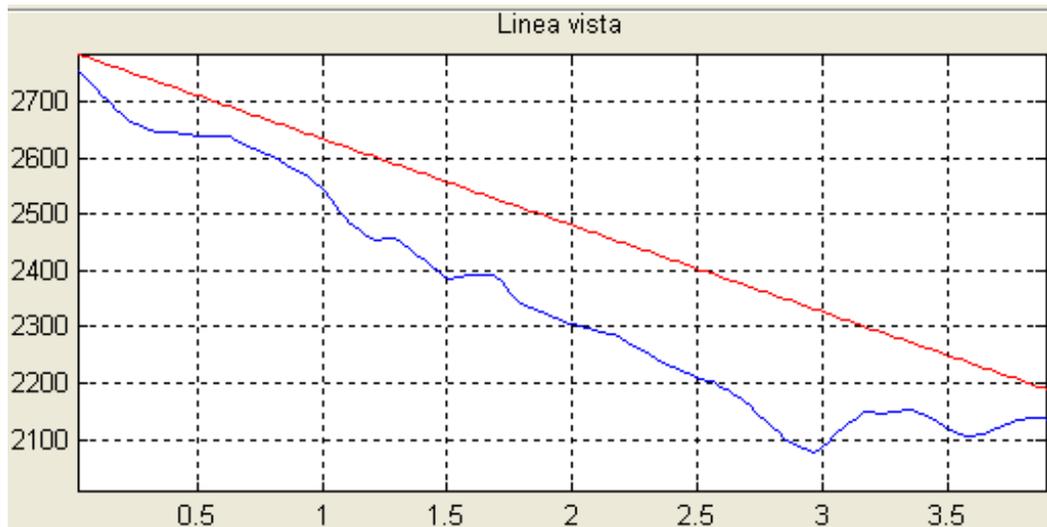


Figura 3.15 Perfil del Enlace Asunción – Loma Campanera

Comunidad Asunción

Latitud: 3°12'40.06" S
 Longitud: 79°15'33.96" O
 Altitud: 2135,1 m

Loma Campanera

Latitud: 3°11'58.08" S
 Longitud: 79°17'33.72" O
 Altitud: 2790 m

$$X_t = -3,211$$

$$X_t = -3,199$$

$$Y_t = -79,259$$

$$Y_t = -79,293$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.211)$$

$$* \sin(-3.199)$$

$$+ \cos(-3.211) * \cos(-3.199) * \cos(-79.293 - (-79.259))]$$

$$D = 4.003 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) < 0 \longrightarrow \begin{cases} \text{azimut transmisor}(360 - a_{tr}) \\ \text{azimut receptor } a_{tr} \end{cases}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.199) - \cos(4) * \sin(-3.211)}{\sin(4) * \cos(-3.211)} \right]$$

$$a_{tr} = 89.94^\circ$$

$$(360 - a_{rt}) = 270.06^\circ$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.211) - \cos(4) * \sin(-3.199)}{\sin(4) * \cos(-3.199)} \right]$$

$$a_{rt} = 90.284^\circ$$

$$f = 5830 \text{ MHz}$$

$$k = (4/3)$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{Kh_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 30} = 22.579 \text{ Km}$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{Kh_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149 \text{ Km}$$

$$dv_{(Km)} = 4.1 \left(\sqrt{h_{(m)t}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{30} + \sqrt{50}) = 51.448$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (30 + 50) + \left(\frac{4}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 30,1876$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 30) 4}{(30.1876)^3} \right]$$

$$\varphi = 87.169^\circ = 1.521 \text{ rad.}$$

$$d_2 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{4}{2} + 30.1876 * \cos \left(\frac{\pi + 0.945}{3} \right)$$

$$d_2 = 2.218 \text{ Km}$$

$$d_1 = d - d_2 = 4 - 2,218 = 1,782 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 30 - \frac{4(1.782)^2}{51(4/3)} = 29.813 \text{ m}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 50 - \frac{4(2,218)^2}{51(4/3)} = 49,711 \text{ m}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{29,813 + 49,711}{4} = 19,881$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f(\text{Mhz})} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{5830} \right]^{1/3} = 0.975$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 29,813 * 49,711}{4} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 0.741$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(\text{Mhz}) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 5830 * 0.741}{150} = 90.481$$

Según ITU-R 527 para suelo húmedo:

$$\sigma = 1.8 \text{ (s/m)} \quad \varepsilon_r = 19$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{(3 * 10)^8}{(5.830 * 10^9)} = 0.0515$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60\sigma\lambda = 19 - j60(1.8) * 0.0516 = 19 - j5.562$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[19 - j5.562 - \cos^2(19,881)]^{1/2}}{19 - j5.562} = 0.221 + j0.03133$$

$$z = 0.223 \angle 0.140$$

$$R = \frac{\sin(\psi - z)}{\sin(\psi + z)} = \frac{\sin(19,881) - (0.221 + j0.031168)}{\sin(19,881) + (0.221 + j0.031168)} = 0.589 - j0.046$$

$$R = 0.590682 \angle -0.078$$

$$|R| = 0.590682 \quad \beta = -0.078 = 6.205 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{1.782^2 + 2.218}{4 * 29.813} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= 0.572$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(5.830) + 20 \log(4)$$

$$L_{bf} = 119.805_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log [1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_{bf} = 119.805$$

$$- 10 \log [1 + (0.572 * 0.590)^2 + 2 * (0.572)$$

$$* (0.590)(\cos(90.481 * 6.205))]$$

$$L_{bf} = 121.344_{db}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_{T(dB)}$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10} \right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10} \right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10} \right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

Fresnel:

$$H_0 = 2138,9 m$$

$$d_1 = 0,08 Km$$

$$d_2 = 3,92 Km$$

$$H_1 = 2135,1 m + 30 m = 2165,1 m$$

$$H_2 = 2758,8 m + 50m = 2808,8 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_1(m)d_2(Km) + H_2(m)d_1(Km)}{D(Km)} - H_0(m) - 0.0785 \frac{d_1(Km) * d_2(Km)}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2165,1 * 3,92 + 2808,8 * 0,08}{4} - 2138,9 - 0.0785 \frac{3,92 * 0,08}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 39,056 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_1(Km)*d_2(Km)}{f(Mhz) * D(Km)}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0.08) * (3.92)}{(5830) * (4)}}$$

$$R_{F1(m)} = 2,009 m$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{39,056}{2,009} = 19,445 -$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 1944,5 %

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 39,056 - 2,009 = 37,047 \text{ m}$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$PR_{dBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$PR_{dBm} = 29 - 1 + 23.5 - 121,344 + 23.5 - 1$$

$$PR_{dBm} = -47,344$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral:

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -47,344 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 38,656$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{Km}}{400} = \frac{0.0001 * 4}{400} = 1 E - 6$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(4) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 5.83) - 10 \log(1E - 6) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 11,459 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$38,656 \geq 11,459$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{\left(-\frac{FM}{10}\right)}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(5.83)(4)(10)^{-\left(\frac{11,459}{10}\right)}$$

$$P = 6,25 E - 8$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 6,25 * 10^{-8})100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(4) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 84,259$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = -643,7 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta H_{(km)}}{D_{(km)}}\right) = \sin^{-1}\left(-\frac{0.6437}{4}\right)$$

$$\alpha = -9,260 = 350.739^\circ$$

3.4.4.2.3 Asunción – Arozhuma

Radioenlace Punto a Punto / Backhaul Master – Backhaul Slave

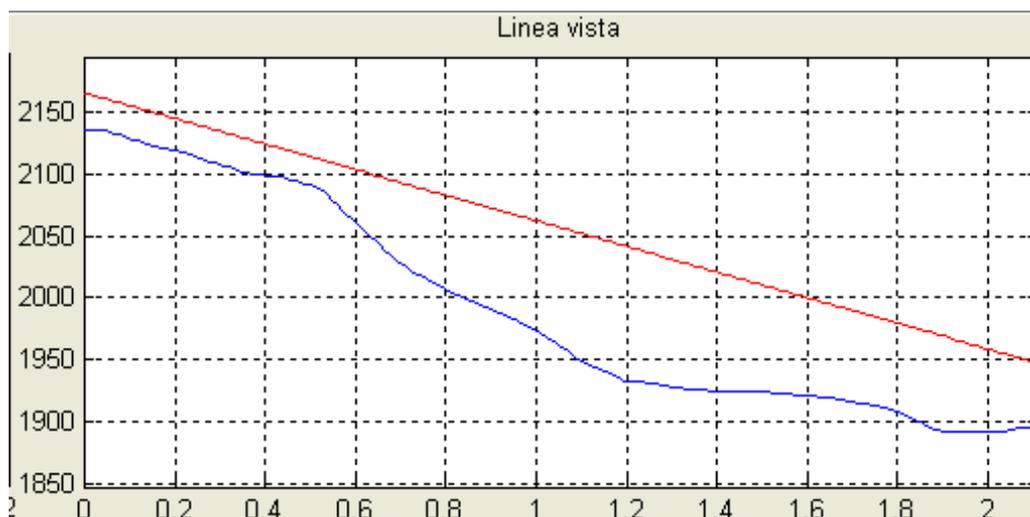


Figura 3.16 Perfil del Enlace Asunción – Arozhuma

Comunidad Asunción

Latitud: 3°12'40.06" S
 Longitud: 79°15'33.96" O
 Altitud: 2135,1 m

Comunidad Arozhuma

Latitud: 3°13'45.72" S
 Longitud: 79°15'53.83" O
 Altitud: 1896,2 m

$$X_t = -3,211$$

$$X_r = -3,229$$

$$Y_t = -79,259$$

$$Y_r = -79,265$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.211) * \sin(-3.229) + \cos(-3.211) * \cos(-3.229) * \cos(-79.265 - (-79.259))]$$

$$D = 2,109 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) < 0 \longrightarrow \begin{cases} \text{azimut transmisor} \longrightarrow (360 - a_{tr})a_{rt} \\ \text{azimut receptor} \longrightarrow a_{rt} \end{cases}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,229) - \cos(2,109) * \sin(-3,211)}{\sin(2,109) * \cos(-3,211)} \right]$$

$$a_{tr} = 90,548^\circ$$

$$(360^\circ - a_{tr}) = 269,452$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,211) - \cos(2,109) * \sin(-3,229)}{\sin(2,109) * \cos(-3,229)} \right]$$

$$a_{rt} = 89,570^\circ$$

$$f = 5800 \text{ Mhz}$$

$$k = (4/3)$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 30} = 22,579 \text{ Km}$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29,149 \text{ Km}$$

$$d_{v(Km)} = 4.1 \left(\sqrt{h_{(m)t}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{30} + \sqrt{10}) = 51,448$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (30 + 50) + \left(\frac{2,109}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 30,124$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right]$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 30) * 2,109}{(30,124)^3} \right]$$

$$\varphi = 88,498^\circ = 1,545 \text{ rad.}$$

$$d_2 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{2,109}{2} + 30,124 * \cos \left(\frac{\pi + 1,545}{3} \right)$$

$$d_2 = 1,318 \text{ Km}$$

$$d_1 = d - d_2 = 2,109 - 1,318 = 0,791 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 30 - \frac{4(0,791)^2}{51(4/3)} = 29,963 \text{ m}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 50 - \frac{4(1,318)^2}{51(4/3)} = 49,898 \text{ m}$$

$$\psi_{[mrad]} = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(km)}} = \frac{29,963 + 49,898}{2,109} = 37,867$$

$$\psi_{min[mrad]} = \left[\frac{5400}{f_{(Mhz)}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{5800} \right]^{1/3} = 0.976$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 29,963 * 49,898}{2,109} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 1,418 \text{ m}$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(Mhz) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 5800 * 1,418}{150} = 172,23 \text{ rad}$$

Según ITU-R 527 para suelo húmedo:

$$\sigma = 1.7 \text{ (s/m)} \quad \varepsilon_r = 18$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{(3 * 10)^8}{(5.800 * 10^9)} = 0.0517 \text{ m}$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60\sigma\lambda = 18 - j60(1.7) * 0.0517 = 18 - j5.273$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[18 - j5.273 - \cos^2(37,867)]^{1/2}}{18 - j5,273} = 0.223 + j0.030$$

$$z = 0.225 \angle 0.134$$

$$R = \frac{\sin(\psi - z)}{\sin(\psi + z)} = \frac{\sin(37,867) - (0.223 + j0.030)}{\sin(37,867) + (0.223 + j0.030)} = -0.149 - j0.066$$

$$|R| = 0.163 \quad \beta = -2,723 = 3,56 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{0,791^2 + 1,318}{2,109 * 29.963} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= 0.992$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(5.8) + 20 \log(8,109)$$

$$L_{bf} = 114,2_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log [1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_{bf} = 114,2 - 10 \log [1 + (0,932 * 0.163)^2 + 2 * (0,932) * (0,163)(\cos(3,56 + 172,23))]$$

$$L_{bf} = 112,981_{dB}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_{T(dB)}$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10} \right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10} \right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10} \right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

Fresnel:

$$H_0 = 2086,5 m$$

$$d_1 = 0,510 Km$$

$$d_2 = 1,599 Km$$

$$H_1 = 2135,1 m + 30 m = 2165,1 m$$

$$H_2 = 1896,2 m + 50 m = 1946,2 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)}d_{2(Km)} + H_{2(m)}d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2165,1 * 1,599 + 1946,2 * 0,510}{2,109} - 2086,5 - 0.0785 \frac{0,510 * 1,599}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 25,617 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0,510) * (1,599)}{(5800) * (2,109)}}$$

$$R_{F1(m)} = 4,472 m$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{25,617}{4,472} = 5,728$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 572,8 %

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 25,617 - 4,472 = 21,145 m$$

Como $M > 0$ No existe obstrucción.

Potencia Recibida:

$$PR_{dBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$PR_{dBm} = 29 - 1 + 23.5 - 112,981 + 23.5 - 1$$

$$PR_{dBm} = -38,981$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral:

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -38,981 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 47,019$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{Km}}{400} = \frac{0.0001 * 2,109}{400} = 5,273 E - 7$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(2,109) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 5.8) - 10 \log(5,273E - 7) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 5,877 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$47,019 \geq 5,877$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(GHz)} * D^3 * 10^{\left(-\frac{FM}{10}\right)}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(5.8)(2,109)^3 (10)^{-(5,877/10)}$$

$$P = 5,272 E - 7$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 5,272 * E - 7)100$$

$$R = 99,999\%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(2,109) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 89,819$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2165,1 - 1946,2 = 218,9 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}} \right) = \sin^{-1} \left(-\frac{0,2189}{2,109} \right)$$

$$\alpha = 0,103 = 5,958^\circ$$

3.4.4.2.4 Arozhuma – Cochaloma

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Subscriber Module

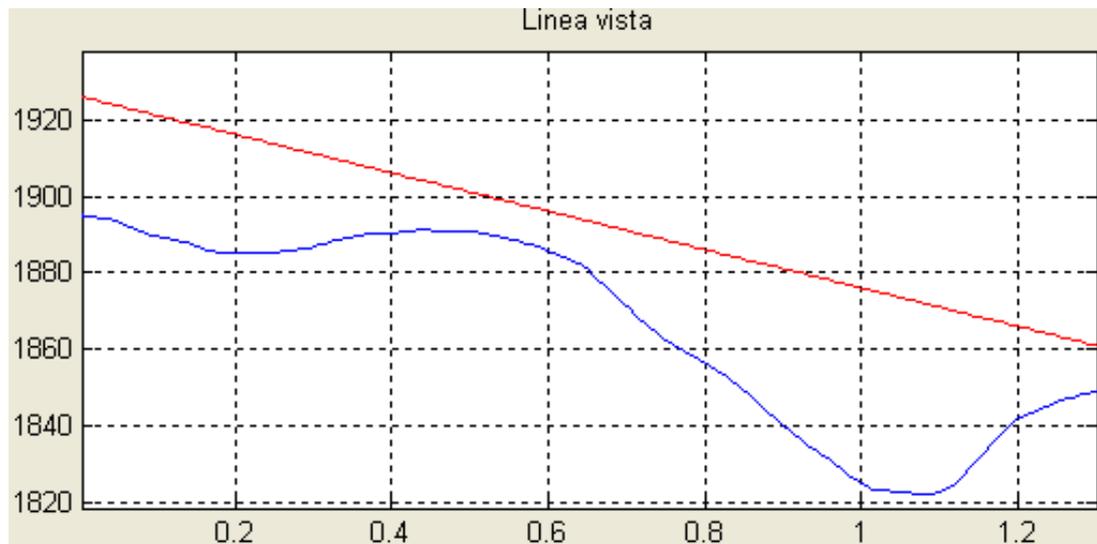


Figura 3.17 Perfil del Enlace Arozhuma – Cochaloma

Comunidad Arozhuma

Latitud: 3°13'45.72" S
 Longitud: 79°15'53.83" O
 Altitud: 1896,2 m

Comunidad Cochaloma

Latitud: 3°13'47.41" S
 Longitud: 79°15'11.04" O
 Altitud: 1849,9 m

$$X_t = -3,229$$

$$X_r = -3,230$$

$$Y_t = -79,265$$

$$Y_r = -79,253$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.229)$$

$$* \sin(-3.230)$$

$$+ \cos(-3.229) * \cos(-3.230) * \cos(-79.253 - (-79.265))]$$

$$D = 1,337 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) > 0 \longrightarrow \begin{cases} \text{azimut transmisor} \longrightarrow a_{tr} \\ \text{azimut receptor} \longrightarrow (360 - a_{rt}) \end{cases}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,230) - \cos(1,337) * \sin(-3,229)}{\sin(1,337) * \cos(-3,229)} \right]$$

$$a_{tr} = 90,081^\circ$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,229) - \cos(1,337) * \sin(-3,230)}{\sin(1,337) * \cos(-3,230)} \right]$$

$$a_{rt} = 89,995^\circ$$

$$360 - a_{rt} = 270,005$$

$$f = 2435 \text{ Mhz}$$

$$k = (4/3)$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29,149 \text{ Km}$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 10} = 13,036 \text{ Km}$$

$$dv = 4.1 \left(\sqrt{h_{(m)t}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{10}) = 41,957$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 10) + \left(\frac{1,337}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 26,078$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 10) * 1,337}{(26,078)^3} \right]$$

$$\varphi = 87,064^\circ = 4,520 \text{ rad.}$$

$$d_1 = \frac{1,337}{2} + 26,078 * \cos \left(\frac{\pi + 1,520}{3} \right)$$

$$d_1 = 1,114 \text{ Km}$$

$$d_2 = d - d_1 = 0,243 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(1,114)^2}{51(4/3)} = 49,927 \text{ m}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 10 - \frac{4(0,223)^2}{51(4/3)} = 9,997 \text{ m}$$

$$\psi_{[mrad]} = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(km)}} = \frac{49,927 + 9,997}{1,337} = 44,820$$

$$\psi_{min[mrad]} = \left[\frac{5400}{f_{(Mhz)}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2435} \right]^{1/3} = 1,304$$

$\psi > \psi_{min} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 49,927 * 9,997}{1,337} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 0,747 \text{ m}$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(Mhz) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2435 * 0,747}{150} = 38,077 \text{ rad}$$

Según ITU-R 527 para suelo húmedo:

$$\sigma = 0,6(s/m) \quad \varepsilon_r = 27$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{(3 * 10)^8}{(2.435 * 10^9)} = 0.123 \text{ m}$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60\sigma\lambda = 27 - j60(0,6) * 0.123 = 27 - j4,435$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[27 - j4,435 - \cos^2(44,820)]^{1/2}}{27 - j4,435} = 0,188 + j0.015$$

$$z = 0.189 \angle 0.0794$$

$$R = \frac{\sin(\psi - z)}{\sin(\psi + z)} = \frac{\sin(44,820) - (0,188 + j0,015)}{\sin(44,820) + (0,188 + j0,015)} = -0,595 - j0,256$$

$$|R| = 0,596 \quad \beta = -0,043 = 6,240 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{1,114^2 + 0,223}{1,337 * 49,927} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= 0,997$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92,45 + 20 \log f_{(MHz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92,45 + 20 \log(2,435) + 20 \log(1,337)$$

$$L_{bf} = 102,703_{dB}$$

$$L_b = L_{bf} - 10 \log [1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_b = 102,703 - 10 \log [1 + (0,997 * 0,596)^2 + 2 * (0,997) * (0,596)(\cos(6,240 + 38,077))]$$

$$L_b = 98,766_{dB}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_T(dB)$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0,001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10} \right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0,631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10} \right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23,5}{10} \right)}$$

$$A_t = 223,872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

Fresnel:

$$H_0 = 1890,8 m$$

$$d_1 = 0,47 Km$$

$$d_2 = 0,867 Km$$

$$H_1 = 1896,2 m + 50 m = 1946,2 m$$

$$H_2 = 1849,9 m + 10 m = 1859,9 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)}d_{2(Km)} + H_{2(m)}d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{1946,2 * 0,867 + 1859,9 * 0,47}{1,337} - 1890,8 - 0.0785 \frac{0,47 * 0,867}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 25,039 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0,47) * (0,867)}{(2435) * (1,337)}}$$

$$R_{F1(m)} = 6,128 m$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{25,039}{6,126} = 4,086$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 408,6 %

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 25,039 - 6,128 = 18,911 m$$

Como $M > 0$ No existe obstrucción.

Potencia Recibida:

$$PR_{dBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$PR_{dBm} = 29 - 1 + 23.5 - 98,766 + 23.5 - 1$$

$$PR_{dBm} = -24,766$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral:

$$M_{u(db)} = P_{R(dbm)} - U_{r(dbm)}$$

$$M_{u(db)} = -24,766 - (-86)$$

$$M_{u(db)} = 61,234$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{Km}}{400} = \frac{0.0001 * 1,337}{400} = 3,343 E - 7$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(db)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_{M(db)} = 30 \log(1,337) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.435) - 10 \log(3,343E - 7) - 70$$

$$F_{M(db)} = -1,851 dB$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{(-\frac{FM}{10})}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.435)(1,337)^3(10)^{-(-1,851/10)}$$

$$P = 3,342E - 7$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 3,342 * E - 7)100$$

$$R = 100\%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 93,777$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 1946,2 - 1859,9 = 86,3 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}} \right) = \sin^{-1} \left(- \frac{0,0863}{1,337} \right)$$

$$\alpha = 0,0646 = 3,701^\circ$$

3.4.4.2.5 Arozhuma – Corazón de Lentag

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Suscriber Module

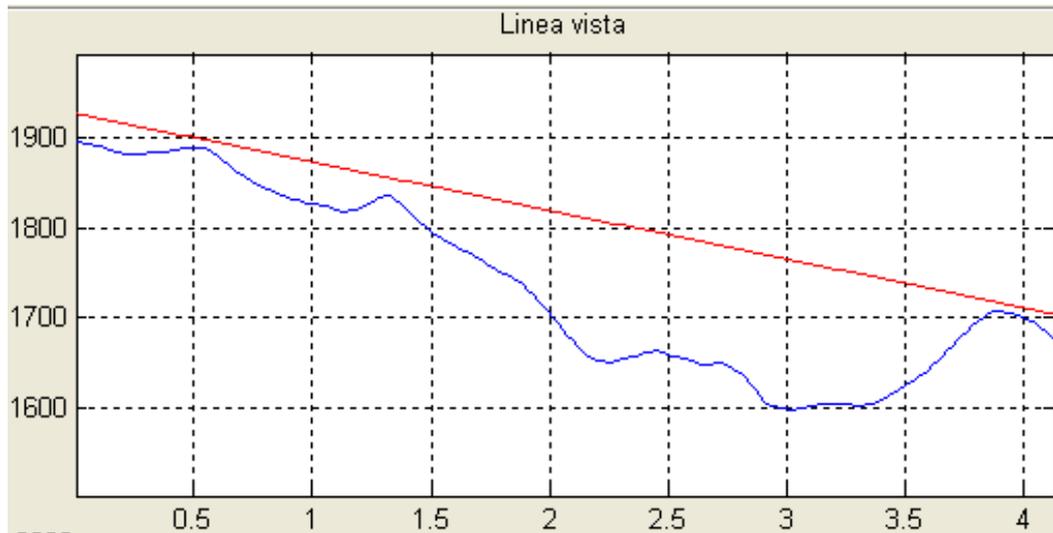


Figura 3.18 Perfil del Enlace Arozhuma – Corazon de Lentag

Comunidad Arozhuma

Latitud: 3°13'45.7" S
 Longitud: 79°15'53.8" O
 Altitud: 1896,2 m

Comunidad Corazón de Lentag

Latitud: 3°14'11.9" S
 Longitud: 79°13'41.2" O
 Altitud: 1672,1 m

$$X_t = -3,229$$

$$X_r = -3,237$$

$$Y_t = -79,265$$

$$Y_r = -79,228$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.229)$$

$$* \sin(-3.237)$$

$$+ \cos(-3.229) * \cos(-3.237) * \cos(-79.228 - (-79.265))]$$

$$D = 4.202 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = 6.458 E - 4 \text{ ---} \rightarrow \sin(Y_r - Y_t) > 0$$

$$\therefore \begin{cases} \text{azimut transmisor} & a_{tr} \\ \text{azimut receptor} & (360 - a_{rt}) \end{cases}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.237) - \cos(4.202) * \sin(-3.229)}{\sin(4.202) * \cos(-3.229)} \right]$$

$$a_{tr} = 90.228^\circ$$

$$(360 - a_{rt})$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.229) - \cos(4.202) * \sin(-3.237)}{\sin(4.202) * \cos(-3.237)} \right]$$

$$a_{rt} = 90.01^\circ$$

$$(360 - a_{rt}) = 269.99^\circ$$

$$k = (4/3)$$

$$f=2435 \text{ MHz}$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 30} = 22.579$$

$$d_{v(Km)} = 4.1 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{30}) = 51.448$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 30) + \left(\frac{4.202}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 30.197$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 30) * 4.202}{(30.197)^3} \right]$$

$$\varphi = 87.028^\circ = 1.519 \text{ rad}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{4.202}{2} + 30.197 * \cos \left(\frac{\pi + 1.519}{3} \right)$$

$$d_1 = 2.623 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 4.202 - 2.623 = 1.579$$

$$d_2 = 1.579 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(2.623)^2}{51(4/3)} = 49.595 \text{ m.}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 30 - \frac{4(1.579)^2}{51(4/3)} = 29.853 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{49.595 + 29.853}{4.202} = 18.906$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f_{(\text{Mhz})}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2435} \right]^{1/3} = 1.304$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h}_t\hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 49.595 * 29.853}{4.202} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 0.705$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(\text{Mhz}) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2435 * 0.705}{150} = 35.936$$

Según ITU-R P.527-3* para suelo húmedo:

$$\sigma = 0.6 \text{ (s/m)} \quad \epsilon_r = 28$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2.435 * 10^9} = 0.123$$

$$\epsilon_0 = \epsilon_r - j60\sigma\lambda = 28 - j60(0.6) * 0.123 = 28 - j4.435$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[28 - j4.435 - \cos^2(18.906)]^{1/2}}{28 - j4.435} = 0.184 + j0.0140$$

$$z = 0.185 \angle 0.0757$$

$$R = \frac{\sin(\psi) - z}{\sin(\psi) + z} = \frac{\sin(18.906) - (0.184 + j0.0140)}{\sin(18.906) + (0.184 + j0.0140)} = -0.53301 - j0.027121$$

$$R = 0.534 \angle -3.091$$

$$|R| = 0.534 \quad \beta = -3.091 = 3.192 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{2.623^2 + 1.579}{4.202 * 49.595} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= 0.995$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log d_{(km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(2.435) + 20 \log(14.285)$$

$$L_{bf} = 112.65_{dB}$$

$$L_b = L_{bf} - 10 \log[1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos(\Delta + \beta)]$$

$$L_b = 112.65 - 10 \log[1 + (0.995 * 0.534)^2 + 2 * (0.995) * (0.534)(\cos(35.936 * 3.192))]$$

$$L_b = 111.714_{dB}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_T(dB)$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10}\right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10}\right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10}\right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

FRESNEL:

$$H_0 = 1706.6 m$$

$$d_1 = 3.90 Km$$

$$d_2 = 0.302 Km$$

$$H_1 = 1896,2 m + 50 m = 1946.2 m$$

$$H_2 = 1672,1 m + 30 m = 1702.1 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)} d_{2(Km)} + H_{2(m)} d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{1946.2 * 0.302 + 1702.1 * 3.90}{4.202} - 1706.6 - 0.0785 \frac{0.302 * 3.90}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 12.844 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0.302) * (3.90)}{(2435) * (4.202)}}$$

$$R_{F1(m)} = 5.876 m$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{12.844}{5.876} = 2.186$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 218.6%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 12.844 - 5.876 = 6.967$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$P_{RdBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$P_{RdBm} = 29 - 1 + 23.5 - 111.714 + 23.5 - 1$$

$$P_{RdBm} = -37.714$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -37.714 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 48.286$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{(Km)}}{400} = \frac{0.0001 * 4.202}{400} = 1.0505E - 6$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30\log(4.202) + 10\log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.435) - 10\log(1.0505E - 6) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 8.095 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$48.286 \geq 8.095$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(GHz)} * D^3 * 10^{\left(-\frac{FM}{10}\right)}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.435)(4.202)(10^{-(8.095/10)})$$

$$P = 5.95 E - 8$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 5.95 E - 8) * 100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20\log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20\log(4.202) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 83.831$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 1946.2 - 1702.1 = 244.1 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{0.2441}{4.202}\right)$$

$$\alpha = 3.330 \text{ rad} = 3.330^\circ$$

3.4.4.2.6 Arozhuma – Pichanillas

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Subscriber Module

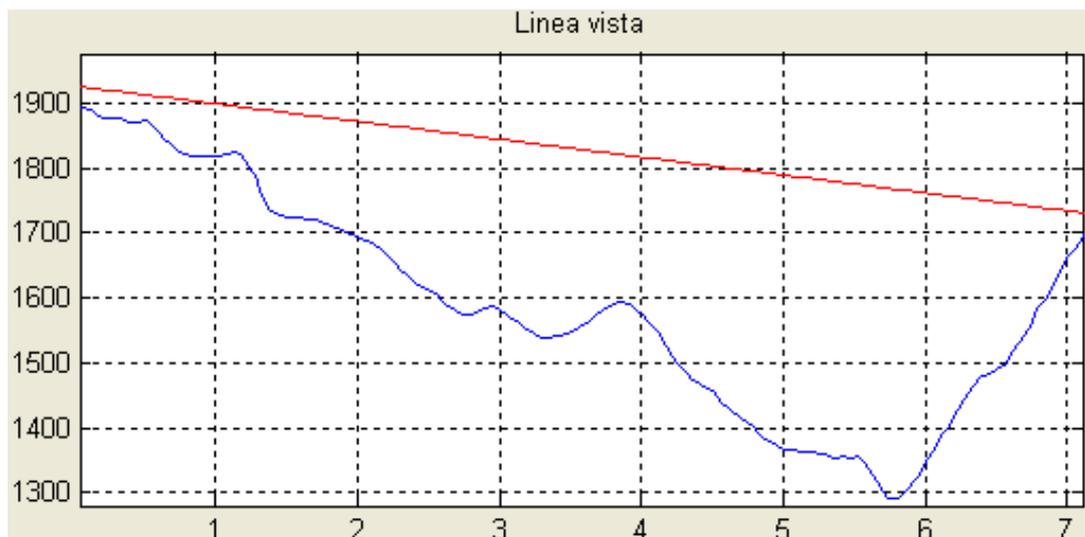


Figura 3.19 Perfil del Enlace Arozhuma – Pichanillas

Comunidad Arozhuma

Latitud: 3°13'45.7" S
Longitud: 79°15'53.8" O
Altitud: 1896,2 m

Comunidad Pichanillas

Latitud: 3°15'39.0" S
Longitud: 79°12'32.9" O
Altitud: 1700,7 m

$$X_t = -3,229$$

$$X_r = -3,261$$

$$Y_t = -79,265$$

$$Y_r = -79,209$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3,229) * \sin(-3,261) + \cos(-3,229) * \cos(-3,261) * \cos(-79,209 - (-79,265))]$$

$$D = 7.162 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = 9.774 E - 4 \text{ ---} \rightarrow \sin(Y_r - Y_t) > 0$$

$$\therefore \begin{matrix} \text{azimut transmisor} & a_{tr} \\ \text{azimut receptor} & (360 - a_{rt}) \end{matrix}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,261) - \cos(7.162) * \sin(-3,229)}{\sin(7.162) * \cos(-3,229)} \right]$$

$$a_{tr} = 90.459^\circ$$

$$(360 - a_{rt})$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,229) - \cos(7.162) * \sin(-3,261)}{\sin(7.162) * \cos(-3,261)} \right]$$

$$a_{rt} = 89.948^\circ$$

$$(360 - a_{rt}) = 270.052$$

$$k = (4/3)$$

$$f = 2435 \text{ MHz}$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 10} = 13.036$$

$$d_v = 4.1 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{10}) = 41.957$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 10) + \left(\frac{7.162}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 26.393$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 10) 7.162}{(26.393)^3} \right]$$

$$\varphi = 74.651^\circ = 1.303$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{7.162}{2} + 26.393 * \cos \left(\frac{\pi + 1.303}{3} \right)$$

$$d_1 = 5.935 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 7.162 - 5.935 = 1.227$$

$$d_2 = 1.227 \text{ Km}$$

$$\acute{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(5.935)^2}{51(4/3)} = 47.928 \text{ m.}$$

$$\acute{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 10 - \frac{4(1.227)^2}{51(4/3)} = 9.911 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\acute{h}_t + \acute{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{47.928 + 9.911}{7.162} = 8.076$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f(\text{Mhz})} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2435} \right]^{1/3} = 1.304$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\acute{h} + \acute{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 47.928 * 9.911}{7.162} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 0.133$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(Mhz) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2435 * 0.133}{150} = 6.783$$

Según ITU-R P.527-3* para suelo húmedo:

$$\sigma = 0.6 (s/m) \quad \epsilon_r = 28$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2.435 * 10^9} = 0.123$$

$$\epsilon_0 = \epsilon_r - j60\sigma\lambda = 28 - j60(0.6) * 0.123 = 28 - j4.435$$

$$z = \frac{[\epsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\epsilon_0} = \frac{[28 - j4.435 - \cos^2(8.076)]^{1/2}}{28 - j4.435} = 0.187 + j0.015$$

$$z = 0.188 \angle 0.078$$

$$R = \frac{\sin(\psi) - z}{\sin(\psi) + z} = \frac{\sin(8.076) - (0.187 + j0.015)}{\sin(8.076) + (0.187 + j0.015)} = 0.677889 - j0.021215$$

$$R = 0.678 \angle -0.0313$$

$$|R| = 0.678 \quad \beta = -0.0313 = 6.252 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{5.935^2 + 1.227}{7.162 * 47.928} \right) \right]^{-1/2} = 0.988$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log d_{(km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(2.435) + 20 \log(7.162)$$

$$L_{bf} = 117.281_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log[1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_{bf} = 117.281 - 10 \log[1 + (0.988 * 0.678)^2 + 2 * (0.988) * (0.678)(\cos(8.076 * 6.252))]$$

$$L_{bf} = 112.881_{dB}$$

PIRE

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_T(dB)$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10}\right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10}\right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10}\right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

FRESNEL:

$$H_0 = 1873.5 m$$

$$d_1 = 0.50 Km$$

$$d_2 = 6.662 Km$$

$$H_1 = 1896,2 m + 50 m = 1946.2 m$$

$$H_2 = 1700,7m + 10 m = 1710.7 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)}d_{2(Km)} + H_{2(m)}d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{1946.2 * 6.662 + 1710.7 * 0.50}{7.162} - 1873.5 - 0.0785 \frac{0.50 * 6.662}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 56.063 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_1(Km) * d_2(Km)}{f(Mhz) * D(Km)}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0.50) * (6.662)}{(2435) * (7.162)}}$$

$$R_{F1(m)} = 7.57 \text{ m}$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{56.063}{7.57} = 7.406 -$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 740.6%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 56.063 - 7.57 = 48.493$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$P_{RdBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$P_{RdBm} = 29 - 1 + 23.5 - 112.881 + 23.5 - 1$$

$$P_{RdBm} = -38.881$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -38.881 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 47.119$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{(Km)}}{400} = \frac{0.0001 * 7.162}{400} = 1.791E - 6$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(7.162) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.435) - 10 \log(1.791E - 6) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 12.727 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$47.119 \geq 12.727$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{(-\frac{FM}{10})}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.435)(7.162)(10^{-(12.727/10)})$$

$$P = 3.491E - 8$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 3.941E - 8) * 100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(7.162) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 79.2$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 1946.2 - 1710.7 = 235.5 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{0.2355}{7.162} \right)$$

$$\alpha = 0.033 \text{ rad} = 1.884^\circ$$

4.4.2.7 Loma Campanera – Tuncay

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Subscriber Module

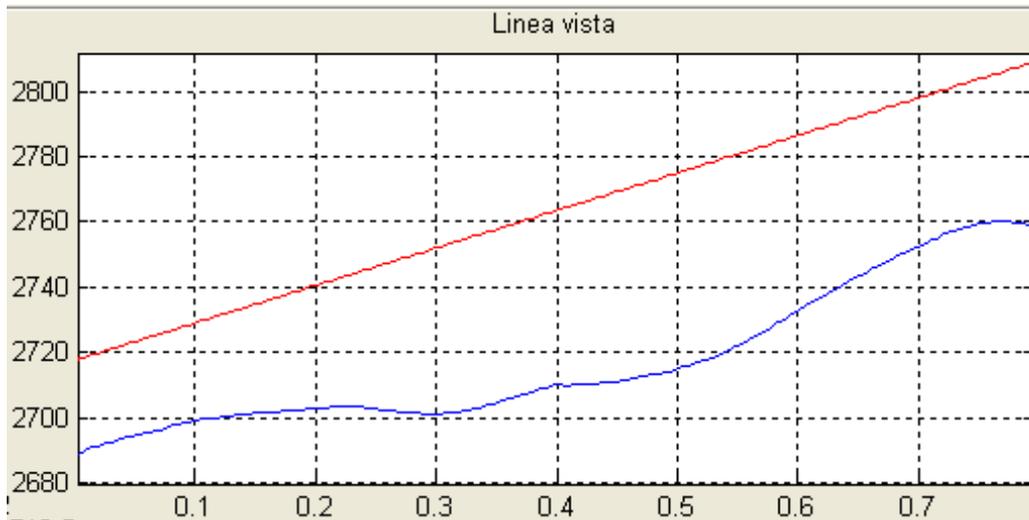


Figura 3.20 Perfil del Enlace Loma Campanera – Tuncay

Loma Campanera

Latitud: 3°11'58.1" S
 Longitud: 79°17'33.7" O L
 Altitud: 2758.8 m

Comunidad Tuncay

Latitud: 3°11'42.7" S
 Longitud: 79°17'54.3" O
 Altitud: 2687.5 m

$$X_t = -3,199$$

$$X_r = -3,195$$

$$Y_t = -79,293$$

$$Y_r = -79,298$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.199)$$

$$* \sin(-3,195)$$

$$+ \cos(-3.199) * \cos(-3,195) * \cos(-79,298 - (-79.293))]$$

$$D = 0.711 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = -8.727 E - 5 \longrightarrow \sin(Y_r - Y_t) < 0$$

$$\therefore \begin{cases} \text{azimut transmisor} & (360 - a_{tr}) \\ \text{azimut receptor} & a_{rt} \end{cases}$$

$$(360 - a_{tr})$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,195) - \cos(0.711) * \sin(-3.199)}{\sin(0.711) * \cos(-3.199)} \right]$$

$$a_{tr} = 89.698^\circ$$

$$(360 - a_{tr}) = 270.302$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.199) - \cos(0.711) * \sin(-3,195)}{\sin(0.711) * \cos(-3,195)} \right]$$

$$a_{rt} = 90.342^\circ$$

$$k = (4/3)$$

$$f=2415 \text{ MHz}$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 10} = 13.036$$

$$d_v = 4.1 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{10}) = 41.957$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 10) + \left(\frac{0.711}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 26.07$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 10) 0.711}{(26.07)^3} \right]$$

$$\varphi = 88.438^\circ = 1.544 \text{ rad}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{0.711}{2} + 26.07 * \cos \left(\frac{\pi + 1.544}{3} \right)$$

$$d_1 = 0.592 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 0.711 - 0.592 = 0.119$$

$$d_2 = 0.119 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(0.592)^2}{51(4/3)} = 49.979 \text{ m.}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 10 - \frac{4(0.119)^2}{51(4/3)} = 9.999 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{49.979 + 9.999}{0.711} = 84.358$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f_{(\text{MHz})}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2415} \right]^{1/3} = 1.308$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 49.979 * 9.999}{0.711} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 1.406$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(\text{rad})} = \frac{\pi * f(\text{MHz}) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2415 * 1.406}{150} = 71.104$$

Según ITU-R P.527-3* para suelo húmedo:

$$\sigma = 0.45 \text{ (s/m)} \quad \epsilon_r = 28$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2.415 * 10^9} = 0.124$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60\sigma\lambda = 28 - j60(0.45) * 0.124 = 28 - j3.354$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[28 - j3.354 - \cos^2(84.358)]^{1/2}}{28 - j3.354} = 0.185 + j0.0107$$

$$z = 0.186 \angle 0.0579$$

$$R = \frac{\sin(\psi) - z}{\sin(\psi) + z} = \frac{\sin(84.358) - (0.185 + j0.0107)}{\sin(84.358) + (0.185 + j0.0107)} = 0.414739 - j0.023971$$

$$R = 0.415 \angle -0.058$$

$$|R| = 0.415 \quad \beta = -0.058 = 6.225 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{0.592^2 + 0.119}{0.711 * 49.979} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= 0.998$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(2.415) + 20 \log(0.711)$$

$$L_{bf} = 97.146_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log [1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_{bf} = 97.146 - 10 \log [1 + (0.998 * 0.415)^2 + 2 * (0.998) * (0.415)(\cos(71.104 * 6.225))]$$

$$L_{bf} = 101.222_{dB}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_T(dB)$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10} \right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10}\right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10}\right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

FRESNEL:

$$H_0 = 2697.2 m$$

$$d_1 = 0.638 Km$$

$$d_2 = 0.073 Km$$

$$H_1 = 2758.8 m + 50 m = 2808.8 m$$

$$H_2 = 2687.5 m + 10 m = 2697.5 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)}d_{2(Km)} + H_{2(m)}d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2808.8 * 0.073 + 2697.5 * 0.638}{0.711} - 2697.2 - 0.0785 \frac{0.638 * 0.073}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 11.725 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0.638) * (0.073)}{(2415) * (0.711)}}$$

$$R_{F1(m)} = 2.853 m$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{11.725}{2.853} = 4.110-$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 411%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 11.725 - 2.853 = 8.872$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$P_{RdBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$P_{RdBm} = 29 - 1 + 23.5 - 101.222 + 23.5 - 1$$

$$P_{RdBm} = -27.222$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -27.222 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 58.778$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{(Km)}}{400} = \frac{0.0001 * 0.711}{400} = 1.778E - 7$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(0.711) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.415) - 10 \log(1.778E - 7) - 70$$

$$F_{M(dB)} = -7.373 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$58.778 \geq -7.373$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{\left(\frac{-FM}{10}\right)}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.415)(0.711)(10^{-(7.373/10)})$$

$$P = 3.516E - 7$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 3.516E - 7) * 100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(0.711) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 99.263$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2808.8 - 2697.5 = 111.3 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{0.1113}{0.711} \right)$$

$$\alpha = 0.157 \text{ rad} = 9.006^\circ$$

3.4.4.2.8 Loma Campanera – Las Nieves

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Subscriber Module

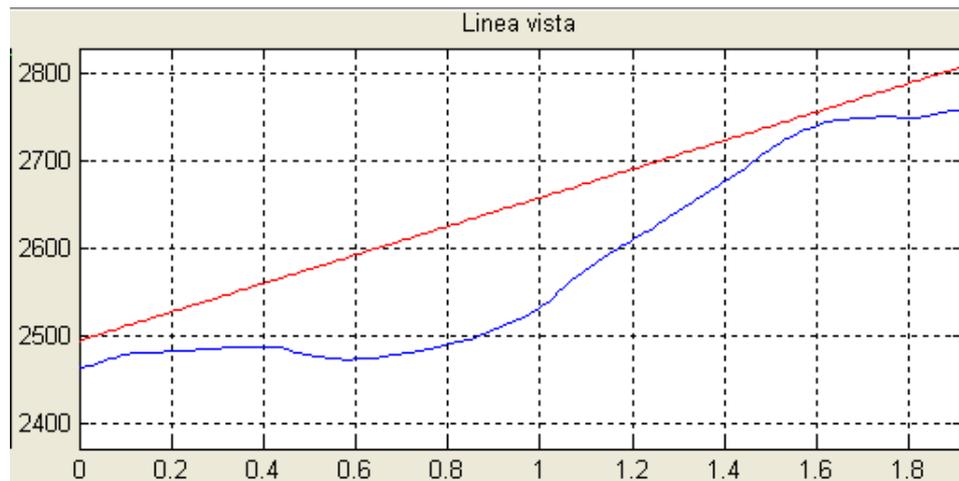


Figura 3.21 Perfil del Enlace Loma Campanera – Las Nieves

Loma Campanera

Latitud: 3°11'58.1" S
 Longitud: 79°17'33.7" O L
 Altitud: 2758.8 m

Comunidad Las Nieves

Latitud: 3°11'29.3" S
 Longitud: 79°16'38.7" O
 Altitud: 2465.0 m

$$X_t = -3,199$$

$$X_r = -3,191$$

$$Y_t = -79,293$$

$$Y_r = -79,277$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.199) * \sin(-3,191) + \cos(-3.199) * \cos(-3,191) * \cos(-79,277 - (-79.293))]$$

$$D = 1.986 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = 2.793 E - 4 \text{ ---} \rightarrow \sin(Y_r - Y_t) > 0$$

$$\therefore \begin{cases} \text{azimut transmisor} \\ \text{azimut receptor} \end{cases} \quad \begin{matrix} a_{tr} \\ (360 - a_{rt}) \end{matrix}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,191) - \cos(1.986) * \sin(-3.199)}{\sin(1.986) * \cos(-3.199)} \right]$$

$$a_{tr} = 89.825^\circ$$

$$(360 - a_{rt})$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.199) - \cos(1.986) * \sin(-3,191)}{\sin(1.986) * \cos(-3,191)} \right]$$

$$a_{rt} = 90.286^\circ$$

$$(360 - a_{rt}) = 269.714^\circ$$

$$k = (4/3)$$

$$f = 2457.5 \text{ MHz}$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 15} = 15.966$$

$$d_v = 4.1 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{15}) = 44.871$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 15) + \left(\frac{1.986}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 27.155$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t > h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 15) 1.986}{(27.155)^3} \right]$$

$$\varphi = 86.619^\circ = 1.512 \text{ rad}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{1.986}{2} + 27.155 * \cos \left(\frac{\pi + 1.512}{3} \right)$$

$$d_1 = 1.527 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 1.986 - 1.527 = 0.459$$

$$d_2 = 0.459 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(1.527)^2}{51(4/3)} = 49.863 \text{ m.}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 15 - \frac{4(0.459)^2}{51(4/3)} = 14.988 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{49.863 + 14.988}{1.986} = 32.648$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f_{(\text{Mhz})}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2457.5} \right]^{1/3} = 1.3$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta l_{(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 49.863 * 14.988}{1.986} * 10^{-3}$$

$$\Delta l_{(m)} = 0.752$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(Mhz) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2457.5 * 0.752}{150} = 38.728$$

Según ITU-R P.527-3* para suelo húmedo:

$$\sigma = 0.5 (s/m) \quad \epsilon_r = 28$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2.4575 * 10^9} = 0.122$$

$$\epsilon_0 = \epsilon_r - j60\sigma\lambda = 28 - j60(0.5) * 0.122 = 28 - j3.662$$

$$z = \frac{[\epsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\epsilon_0} = \frac{[28 - j3.662 - \cos^2(32.648)]^{1/2}}{28 - j3.662} = 0.187 + j0.0122$$

$$z = 0.188 \angle 0.0648$$

$$R = \frac{\sin(\psi) - z}{\sin(\psi) + z} = \frac{\sin(32.648) - (0.187 + j0.0122)}{\sin(32.648) + (0.187 + j0.0122)} = 0.668223 - j0.01794$$

$$R = 0.668 \angle -0.0268$$

$$|R| = 0.668 \quad \beta = -0.0268 = 6.256 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2^2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2}$$
$$= \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{1.527^2 + 0.459}{1.986 * 49.863} \right) \right]^{-1/2} = 0.997$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(Ghz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(2.4575) + 20 \log(1.986)$$

$$L_{bf} = 106.219_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log[1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$Lbf = 106.219 - 10 \log[1 + (0.997 * 0.668)^2 + 2 * (0.997) * (0.668)(\cos(38.728 * 6.256))]$$

$$Lbf = 113.071_{dB}$$

PIRE

$$Pire = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_T(dB)$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10}\right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10}\right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10}\right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

FRESNEL:

$$H_0 = 2746.0 m$$

$$d_1 = 0.280 Km$$

$$d_2 = 1.706 Km$$

$$H_1 = 2758.8 m + 50 m = 2808.8 m$$

$$H_2 = 2465.0m + 15 m = 2480.0 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)}d_{2(Km)} + H_{2(m)}d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2808.8 * 1.706 + 2480.0 * 0.280}{1.986} - 2746.0 - 0.0785 \frac{0.280 * 1.706}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 16.415 \text{ m}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0.280) * (1.706)}{(2457.5) * (1.986)}}$$

$$R_{F1(m)} = 5.419 \text{ m}$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{16.415}{5.419} = 3.029-$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 302.9%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 16.415 - 5.419 = 10.996$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$P_{RdBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$P_{RdBm} = 29 - 1 + 23.5 - 113.071 + 23.5 - 1$$

$$P_{RdBm} = -39.071$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -39.071 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 46.929$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{(Km)}}{400} = \frac{0.0001 * 1.986}{400} = 4.965E - 7$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(1.986) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.4575) - 10 \log(4.965E - 7) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 1.625 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$46.929 \geq 1.625$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{(-\frac{FM}{10})}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.4575)(1.986)(10^{-(1.625/10)})$$

$$P = 1.259E - 7$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 1.259E - 7) * 100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(1.986) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 90.34$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2808.8 - 2480.0 = 328.8 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{0.3288}{1.986} \right)$$

$$\alpha = 0.166 \text{ rad} = 9.53^\circ$$

3.4.4.2.9 Loma Huagrín – San Gerardo

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Suscriber Module

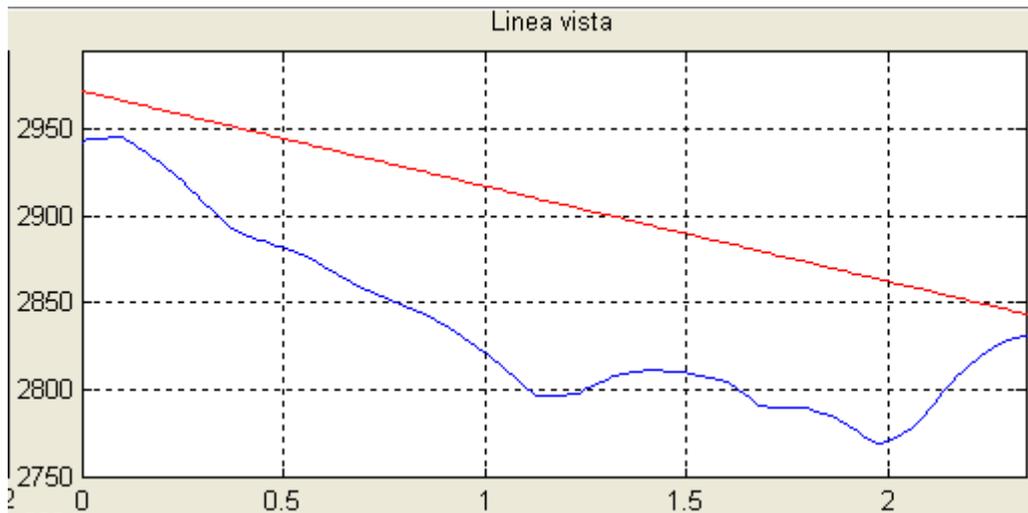


Figura 3.22 Perfil del Enlace Loma Huagrín –San Gerardo

Loma Huagrín

Latitud: 3°08'03.3" S
 Longitud: 79°10'53.9" O
 Altitud: 2941.2 m

Comunidad San Gerardo

Latitud: 3°08'15.2" S
 Longitud: 79°12'09.4" O
 Altitud: 2832.6 m

$$X_t = -3,134$$

$$X_r = -3,137$$

$$Y_t = -79,182$$

$$Y_r = -79,203$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.134)$$

$$* \sin(-3,137)$$

$$+ \cos(-3.134) * \cos(-3,137) * \cos(-79,203 - (-79.182))]$$

$$D = 2.355 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = -3.665 E - 4 \text{ ---} \rightarrow \sin(Y_r - Y_t) < 0$$

$$\therefore \begin{bmatrix} \text{azimut transmisor} \\ \text{azimut receptor} \end{bmatrix} \begin{matrix} (360 - a_{tr}) \\ a_{rt} \end{matrix}$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,137) - \cos(2.355) * \sin(-3.134)}{\sin(2.355) * \cos(-3.134)} \right]$$

$$a_{tr} = 90.138^\circ$$

$$(360 - a_{tr}) = 269.863^\circ$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.134) - \cos(2.355) * \sin(-3,137)}{\sin(2.355) * \cos(-3,137)} \right]$$

$$a_{rt} = 89.992^\circ$$

$$k = (4/3)$$

$$f=2435 \text{ MHz}$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 10} = 13.036$$

$$d_v = 4.1 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{10}) = 41.956$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 10) + \left(\frac{2.355}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 26.102$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 10) 2.355}{(26.102)^3} \right]$$

$$\varphi = 84.838^\circ = 1.481 \text{ rad}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{2.355}{2} + 26.102 * \cos \left(\frac{\pi + 1.481}{3} \right)$$

$$d_1 = 1.961 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 2.355 - 1.961 = 0.394$$

$$d_2 = 0.394 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(1.961)^2}{51(4/3)} = 49.774 \text{ m.}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 10 - \frac{4(0.394)^2}{51(4/3)} = 9.991 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{49.774 + 9.991}{2.355} = 25.378$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f_{(\text{Mhz})}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2435} \right]^{1/3} = 1.304$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 49.774 * 9.991}{2.355} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 0.422$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(\text{Mhz}) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2435 * 0.422}{150} = 21.538$$

Según ITU-R P.527-3* para suelo húmedo:

$$\sigma = 0.6 \text{ (s/m)} \quad \varepsilon_r = 28$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2.435 * 10^9} = 0.123$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60\sigma\lambda = 28 - j60(0.6) * 0.123 = 28 - j4.435$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[28 - j4.435 - \cos^2(25.378)]^{1/2}}{28 - j4.435} = 0.184 + j0.014$$

$$z = 0.185 \angle 0.076$$

$$R = \frac{\sin(\psi) - z}{\sin(\psi) + z} = \frac{\sin(25.378) - (0.184 + j0.014)}{\sin(25.378) + (0.184 + j0.014)} = 0.135083 - j0.037259$$

$$R = 0.140 \angle -0.269$$

$$|R| = 0.140 \quad \beta = -0.269 = 6.014 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * \hat{h}_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{1.961^2 + 0.394}{2.355 * 49.774} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= 0.996$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(Ghz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(2.435) + 20 \log(2.355)$$

$$L_{bf} = 107.62_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log [1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_{bf} = 107.62 - 10 \log [1 + (0.996 * 0.140)^2 + 2 * (0.996) * (0.140) (\cos(21.538 * 6.014))]$$

$$L_{bf} = 108.532_{dB}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_T(dB)$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10} \right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10} \right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10} \right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

FRESNEL:

$$H_0 = 2944.9 m$$

$$d_1 = 0.080 Km$$

$$d_2 = 2.275 Km$$

$$H_1 = 2941.2 m + 50 m = 2991.2 m$$

$$H_2 = 2832.6 m + 10 m = 2842.6 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)} d_{2(Km)} + H_{2(m)} d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2991.2 * 2.275 + 2842.6 * 0.080}{2.355} - 2944.9 - 0.0785 \frac{0.080 * 2.275}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 41.241 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(0.080) * (2.275)}{(2435) * (2.355)}}$$

$$R_{F1(m)} = 3.086 m$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{41.241}{3.086} = 13.365 -$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 1336.5%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 41.241 - 3.086 = 38.155$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$P_{R_{dBm}} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$P_{R_{dBm}} = 29 - 1 + 23.5 - 108.532 + 23.5 - 1$$

$$P_{R_{dBm}} = -34.532$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -34.532 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 51.468$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{(Km)}}{400} = \frac{0.0001 * 2.355}{400} = 5.888E - 7$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(2.355) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.435) - 10 \log(5.888E - 7) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 3.066 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$51.468 \geq 3.066$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(GHz)} * D^3 * 10^{(-\frac{FM}{10})}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.435)(2.355)(10^{-(3.066/10)})$$

$$P = 1.062E - 7$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 1.062E - 7) * 100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(2.355) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 88.860$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2991.2 - 2842.6 = 148.6 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{0.1486}{2.355}\right)$$

$$\alpha = 0.063 \text{ rad} = 3.618^\circ$$

3.4.4.2.10 Loma Huagrín – San Martín Grande

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Subscriber Module

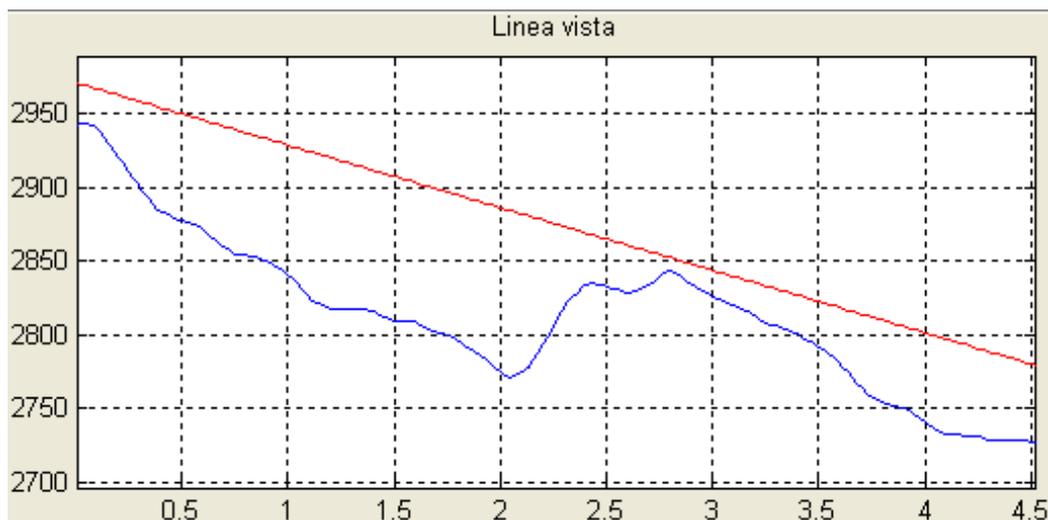


Figura 3.23 Perfil del Enlace Loma Huagrín – San Martín Grande

Loma Huagrín

Latitud: 3°08'03.3" S

Longitud: 79°10'53.9" O

Altitud: 2941.2 m

Comunidad San Martín Grande

Latitud: 3°08'14.7" S

Longitud: 79°13'21.4" O

Altitud: 2727.4 m

$$X_t = -3,134$$

$$X_r = -3,137$$

$$Y_t = -79,182$$

$$Y_r = -79,223$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3.134) * \sin(-3,137) + \cos(-3.134) * \cos(-3,137) * \cos(-79,223 - (-79.182))] \\ D = 4.564 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = -7.156 E - 4 \text{ ---} \rightarrow \sin(Y_r - Y_t) < 0 \\ \therefore \begin{cases} \text{azimut transmisor} & (360 - a_{tr}) \\ \text{azimut receptor} & a_{rt} \end{cases}$$

$$(360 - a_{tr})$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,137) - \cos(4.564) * \sin(-3.134)}{\sin(4.564) * \cos(-3.134)} \right]$$

$$a_{tr} = 90.163^\circ$$

$$(360 - a_{tr}) = 269.837^\circ$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.134) - \cos(4.564) * \sin(-3,137)}{\sin(4.564) * \cos(-3,137)} \right]$$

$$a_{rt} = 90.087^\circ$$

$$k = (4/3)$$

$$f = 2435 \text{ MHz}$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_v = 4.1 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{50}) = 57.983$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3}\right) (50 + 50) + \left(\frac{4.564}{2}\right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 33.755$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 50) 4.564}{(33.755)^3} \right]$$

$$\varphi = 90^\circ = \frac{\pi}{2} \text{ rad}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos\left(\frac{\pi + \varphi}{3}\right)$$

$$d_1 = \frac{4.564}{2} + 33.755 * \cos\left(\frac{\pi + \frac{\pi}{2}}{3}\right)$$

$$d_1 = 2.282 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 4.564 - 2.282 = 2.282$$

$$d_2 = d_1 = 2.282 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(2.282)^2}{51(4/3)} = 49.694 \text{ m.}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 50 - \frac{4(2.282)^2}{51(4/3)} = 49.694 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{49.694 + 49.694}{4.564} = 21.778$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f_{(\text{Mhz})}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2435} \right]^{1/3} = 1.304$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 49.694 * 49.694}{4.564} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 1.082$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(Mhz) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2435 * 1.082}{150} = 55.191$$

Según ITU-R P.527-3* para suelo húmedo:

$$\sigma = 0.6 (s/m) \quad \varepsilon_r = 28$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2.435 * 10^9} = 0.123$$

$$\varepsilon_0 = \varepsilon_r - j60\sigma\lambda = 28 - j60(0.6) * 0.123 = 28 - j4.435$$

$$z = \frac{[\varepsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\varepsilon_0} = \frac{[28 - j4.435 - \cos^2(55.191)]^{1/2}}{28 - j4.435} = 0.187 + j0.0147$$

$$z = 0.188 \angle 0.0784$$

$$R = \frac{\sin(\psi) - z}{\sin(\psi) + z} = \frac{\sin(55.191) - (0.187 + j0.0147)}{\sin(55.191) + (0.187 + j0.0147)} = 1.473 + j0.046$$

$$R = 1.473 \angle 0.0312$$

$$|R| = 1.473 \quad \beta = 0.0312 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2^2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{2.282^2 + 2.282}{4.564 * 49.694} \right) \right]^{-1/2} = 0.996$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(Ghz)} + 20 \log d_{(Km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(2.435) + 20 \log(4.564)$$

$$L_{bf} = 113.367_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log[1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$Lbf = 113.367 - 10 \log[1 + (0.996 * 1.473)^2 + 2 * (0.996) * (1.473) (\cos(55.191 * 0.0312))]$$

$$Lbf = 109.036_{dB}$$

P.I.R.E

$$Pire = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_{T(dB)}$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10}\right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10}\right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10}\right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

FRESNEL:

$$H_0 = 2843.7 m$$

$$d_1 = 2.79 Km$$

$$d_2 = 1.774 Km$$

$$H_1 = 2941.2 m + 50 m = 2991.2 m$$

$$H_2 = 2727.4 m + 50 m = 2777.4 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)}d_{2(Km)} + H_{2(m)}d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2991.2 * 1.774 + 2777.4 * 2.79}{4.564} - 2843.7 - 0.0785 \frac{2.79 * 1.774}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 16.511 \text{ m}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(2.79) * (1.774)}{(2435) * (4.564)}}$$

$$R_{F1(m)} = 11.559 \text{ m}$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{16.511}{11.559} = 1.428-$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 142.8%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 16.511 - 11.559 = 4.953$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$P_{RdBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$P_{RdBm} = 29 - 1 + 23.5 - 109.036 + 23.5 - 1$$

$$P_{RdBm} = -35.036$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -35.036 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 50.964$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{(Km)}}{400} = \frac{0.0001 * 4.564}{400} = 1.141E - 6$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log(4.564) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.435) - 10 \log(1.141E - 6) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 8.813 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$50.964 \geq 8.813$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{(-\frac{FM}{10})}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.435)(4.564)(10^{-(8.813/10)})$$

$$P = 5.478E - 8$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 5.478E - 8) * 100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(4.564) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 83.113$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2991.2 - 2777.4 = 213.8 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1} \left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}} \right) = \sin^{-1} \left(\frac{0.2138}{4.564} \right)$$

$$\alpha = 0.047 \text{ rad} = 2.685^\circ$$

3.4.4.2.11 Loma Huagrín – Cauquil

Radioenlace Punto a Multipunto / Access Point – Subscriber Module

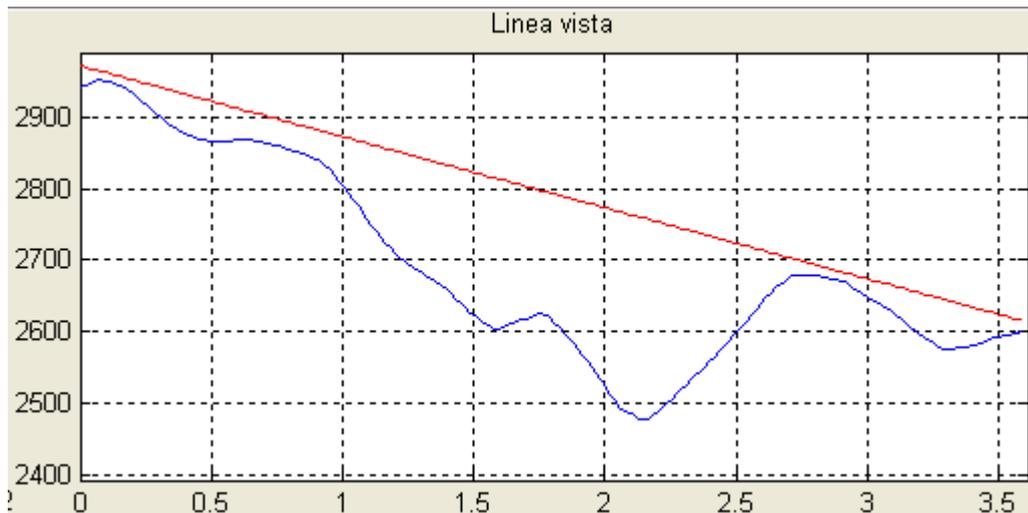


Figura 3.24 Perfil del Enlace Loma Huagrín – Cauquil

Loma Huagrín

Latitud: 3°08'03.3" S
 Longitud: 79°10'53.9" O
 Altitud: 2941.2 m

Comunidad Cauquil

Latitud: 3°09'56.9" S
 Longitud: 79°11'18.9" O
 Altitud: 2600.1 m

$$X_t = -3,134$$

$$X_r = -3,165$$

$$Y_t = -79,182$$

$$Y_r = -79,189$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin X_t * \sin X_r + \cos X_t * \cos X_r * \cos(Y_r - Y_t)]$$

$$D = 111,18 * \cos^{-1}[\sin(-3,134)$$

$$* \sin(-3,165)$$

$$+ \cos(-3,134) * \cos(-3,165) * \cos(-79,189 - (-79,182))]$$

$$D = 3.533 \text{ Km}$$

$$\sin(Y_r - Y_t) = -1.222 \text{ E} - 4 \text{ ---} \rightarrow \sin(Y_r - Y_t) < 0$$

$$\therefore \begin{cases} \text{azimut transmisor} & (360 - a_{tr}) \\ \text{azimut receptor} & a_{rt} \end{cases}$$

$$(360 - a_{tr})$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_r) - \cos(D) * \sin(X_t)}{\sin(D) * \cos(X_t)} \right]$$

$$a_{tr} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3,165) - \cos(3.533) * \sin(-3.134)}{\sin(3.533) * \cos(-3.134)} \right]$$

$$a_{tr} = 90.6^\circ$$

$$(360 - a_{tr}) = 269.4^\circ$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(X_t) - \cos(D) * \sin(X_r)}{\sin(D) * \cos(X_r)} \right]$$

$$a_{rt} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin(-3.134) - \cos(3.533) * \sin(-3,165)}{\sin(3.533) * \cos(-3,165)} \right]$$

$$a_{rt} = 89.595^\circ$$

$$k = (4/3)$$

$$f=2435 \text{ MHz}$$

$$d_{ht(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{t(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 50} = 29.149$$

$$d_{hr(Km)} = 3.57 \sqrt{K h_{r(m)}} = 3.57 \sqrt{(4/3) * 15} = 15.965$$

$$d_v = 4.1 \left(\sqrt{h_{t(m)}} + \sqrt{h_{r(m)}} \right) = 4.1(\sqrt{50} + \sqrt{15}) = 44.871$$

Como $D < d_v$ entonces:

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37K(h_t + h_r) + \left(\frac{d}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = \frac{2}{\sqrt{3}} \left[6.37 * \left(\frac{4}{3} \right) (50 + 15) + \left(\frac{3.533}{2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

$$p = 27.208$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74K(h_t - h_r)d}{p^3} \right] \quad \text{Para } h_t \geq h_r$$

$$\varphi = \cos^{-1} \left[\frac{12.74 * (4/3) (50 - 15) 3.533}{(27.208)^3} \right]$$

$$\varphi = 84.013^\circ = 1.466 \text{ rad}$$

$$d_1 = \frac{d}{2} + p * \cos \left(\frac{\pi + \varphi}{3} \right)$$

$$d_1 = \frac{3.533}{2} + 27.208 * \cos \left(\frac{\pi + 1.466}{3} \right)$$

$$d_1 = 2.714 \text{ Km}$$

$$d = d_1 + d_2$$

$$d_2 = d - d_1 = 3.533 - 2.714 = 0.819$$

$$d_2 = 0.819 \text{ Km}$$

$$\hat{h}_t = h_t - \frac{4d_1^2}{51K} = 50 - \frac{4(2.714)^2}{51(4/3)} = 49.567 \text{ m.}$$

$$\hat{h}_r = h_r - \frac{4d_2^2}{51K} = 15 - \frac{4(0.819)^2}{51(4/3)} = 14.961 \text{ m.}$$

$$\psi[\text{mrad}] = \frac{\hat{h}_t + \hat{h}_r}{d_{(\text{km})}} = \frac{49.567 + 14.961}{3.533} = 18.264$$

$$\psi_{lim}[\text{mrad}] = \left[\frac{5400}{f_{(\text{Mhz})}} \right]^{1/3} = \left[\frac{5400}{2435} \right]^{1/3} = 1.304$$

$\psi > \psi_{lim} \therefore$ No hay Difracción sobre tierra esférica

Diferencia de trayectos:

$$\Delta_{l(m)} = \frac{2\hat{h} + \hat{h}_r}{d} * 10^{-3} = \frac{2 * 49.567 * 14.961}{3.533} * 10^{-3}$$

$$\Delta_{l(m)} = 0.42$$

Diferencia de Fase:

$$\Delta_{(rad)} = \frac{\pi * f(\text{Mhz}) * \Delta_{l(m)}}{150} = \frac{\pi * 2435 * 0.42}{150} = 21.41$$

Según ITU-R P.527-3* para suelo húmedo:

$$\sigma = 0.6 \text{ (s/m)} \quad \epsilon_r = 28$$

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 * 10^8}{2.435 * 10^9} = 0.123$$

$$\epsilon_0 = \epsilon_r - j60\sigma\lambda = 28 - j60(0.6) * 0.123 = 28 - j4.435$$

$$z = \frac{[\epsilon_0 - \cos^2 \psi]^{1/2}}{\epsilon_0} = \frac{[28 - j4.435 - \cos^2(18.264)]^{1/2}}{28 - j4.435} = 0.185 + j0.0142$$

$$z = 0.186 \angle 0.0766$$

$$R = \frac{\sin(\psi) - z}{\sin(\psi) + z} = \frac{\sin(18.264) - (0.185 + j0.0142)}{\sin(18.264) + (0.185 + j0.0142)} = 2.001 + j0.116$$

$$R = 2.004 \angle 0.0578$$

$$|R| = 2.004 \quad \beta = 0.0578 \text{ rad}$$

$$D = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * K} \right) \left(\frac{d_1^2 + d_2}{d * h_t} \right) \right]^{-1/2} = \left[1 + \left(\frac{5}{16 * (4/3)} \right) \left(\frac{2.714^2 + 0.819}{3.533 * 49.567} \right) \right]^{-1/2}$$

$$= 0.995$$

Pérdidas en el espacio libre:

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log f_{(GHz)} + 20 \log d_{(km)}$$

$$L_{bf} = 92.45 + 20 \log(2.435) + 20 \log(3.533)$$

$$L_{bf} = 111.143_{dB}$$

$$L_{bf} = L_{bf} - 10 \log[1 + (D|R|)^2 + 2 * D|R| \cos \Delta + \beta]$$

$$L_{bf} = 111.143$$

$$- 10 \log[1 + (0.995 * 2.004)^2 + 2 * (0.995)$$

$$* (2.004)(\cos(21.41 * 0.0578))]$$

$$L_{bf} = 103.161_{dB}$$

P.I.R.E

$$P_{ire} = P_{ent} * G_t$$

$$P_{ent(dBm)} = T_{x(dBm)} - L_{T(dB)}$$

$$P_{ent(dBm)} = 29 - 1 = 28_{dBm}$$

$$P_{ent(W)} = 0.001 * 10^{\left(\frac{P_{ent(dBm)}}{10} \right)}$$

$$P_{ent(W)} = 0.631$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{A_t}{10}\right)}$$

$$A_t = 10^{\left(\frac{23.5}{10}\right)}$$

$$A_t = 223.872$$

$$PIRE_{(W)} = 141.254 W$$

$$PIRE_{(dB)} = 10 \log PIRE(W)$$

$$PIRE = 21.5 dB$$

FRESNEL:

$$H_0 = 2679.5 m$$

$$d_1 = 2.76 Km$$

$$d_2 = 0.773 Km$$

$$H_1 = 2941.2 m + 50 m = 2991.2 m$$

$$H_2 = 2600.1 m + 15 m = 2615.1 m$$

$$H_{des(m)} = \frac{H_{1(m)}d_{2(Km)} + H_{2(m)}d_{1(Km)}}{D_{(Km)}} - H_{0(m)} - 0.0785 \frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{K}$$

$$H_{des(m)} = \frac{2991.2 * 0.773 + 2615.1 * 2.76}{3.533} - 2679.5 - 0.0785 \frac{2.76 * 0.773}{(4/3)}$$

$$H_{des(m)} = 17.689 m$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{d_{1(Km)} * d_{2(Km)}}{f_{(Mhz)} * D_{(Km)}}}$$

$$R_{F1(m)} = 547.72 \sqrt{\frac{(2.76) * (0.773)}{(2435) * (3.533)}}$$

$$R_{F1(m)} = 8.625 m$$

$$\frac{H_{des}}{R_{F1}} = \frac{17.689}{8.625} = 2.051-$$

→ La primera zona de Fresnel se encuentra despejada al 205.1%

Margen de Despeje:

$$M_{(m)} = H_{des(m)} - R_{F1(m)}$$

$$M_{(m)} = 17.689 - 8.625 = 9.064$$

Como $M > 0$ no se tiene pérdidas por obstáculos.

Potencia Recibida:

$$P_{RdBm} = PIRE - L_p + G_R - L_R$$

$$P_{RdBm} = 29 - 1 + 23.5 - 103.161 + 23.5 - 1$$

$$P_{RdBm} = -29.161$$

Si la sensibilidad del Receptor es de -86 dBm.

Margen de Umbral

$$M_{u(dB)} = P_{R(dBm)} - U_{r(dBm)}$$

$$M_{u(dB)} = -29.161 - (-86)$$

$$M_{u(dB)} = 56.839$$

Objetivo de Confiabilidad

$$(1 - R) = \frac{0.0001 * D_{(Km)}}{400} = \frac{0.0001 * 3.533}{400} = 8.833E - 7$$

Valores Asumidos:

A= Terreno áspero y montañoso.

B= Áreas continentales promedio

$$A = B = 1/4 = 0.25$$

$$F_{M(dB)} = 30 \log D_{(Km)} + 10 \log(6ABf_{(Ghz)}) - 10 \log(1 - R) - 70$$

$$F_M(dB) = 30 \log(3.533) + 10 \log(6 * 0.25 * 0.25 * 2.435) - 10 \log(8.833E - 7) - 70$$

$$F_{M(dB)} = 6.589 \text{ dB}$$

Se cumple que $M_U \geq F_m$

$$56.839 \geq 6.589$$

Indisponibilidad:

$$P = 6 * 10^{-7} * C * f_{(Ghz)} * D^3 * 10^{\left(-\frac{FM}{10}\right)}$$

$$P = 6 * 10^{-7} * (0.25)(0.25)(2.435)(3.533)(10^{-(6.589/10)})$$

$$P = 7.076E - 8$$

Confiabilidad:

$$R = (1 - P) * 100$$

$$R = (1 - 7.076E - 8) * 100$$

$$R = 100 \%$$

La confiabilidad propuesta por la ITU es:

$$R_T = 99.9664 \% \text{ para } L < 280 \text{ Km}$$

$$R \geq R_T$$

Por lo tanto cumple con la recomendación de la ITU.

Intensidad de Campo Eléctrico

$$E_{dB(\mu V/m)} = PIRE_{(dBW)} - 20 \log D_{(Km)} + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 21.5 - 20 \log(3.533) + 74.8$$

$$E_{dB(\mu V/m)} = 85.337$$

Ángulo de Elevación

$$\Delta H = H_1 - H_2 = 2991.2 - 2615.1 = 376.1 \text{ m}$$

$$\sin(\alpha) = \frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}$$

$$\alpha = \sin^{-1}\left(\frac{\Delta H_{(Km)}}{D_{(km)}}\right) = \sin^{-1}\left(\frac{0.3761}{3.533}\right)$$

$$\alpha = 0.107 \text{ rad} = 6.111^\circ$$

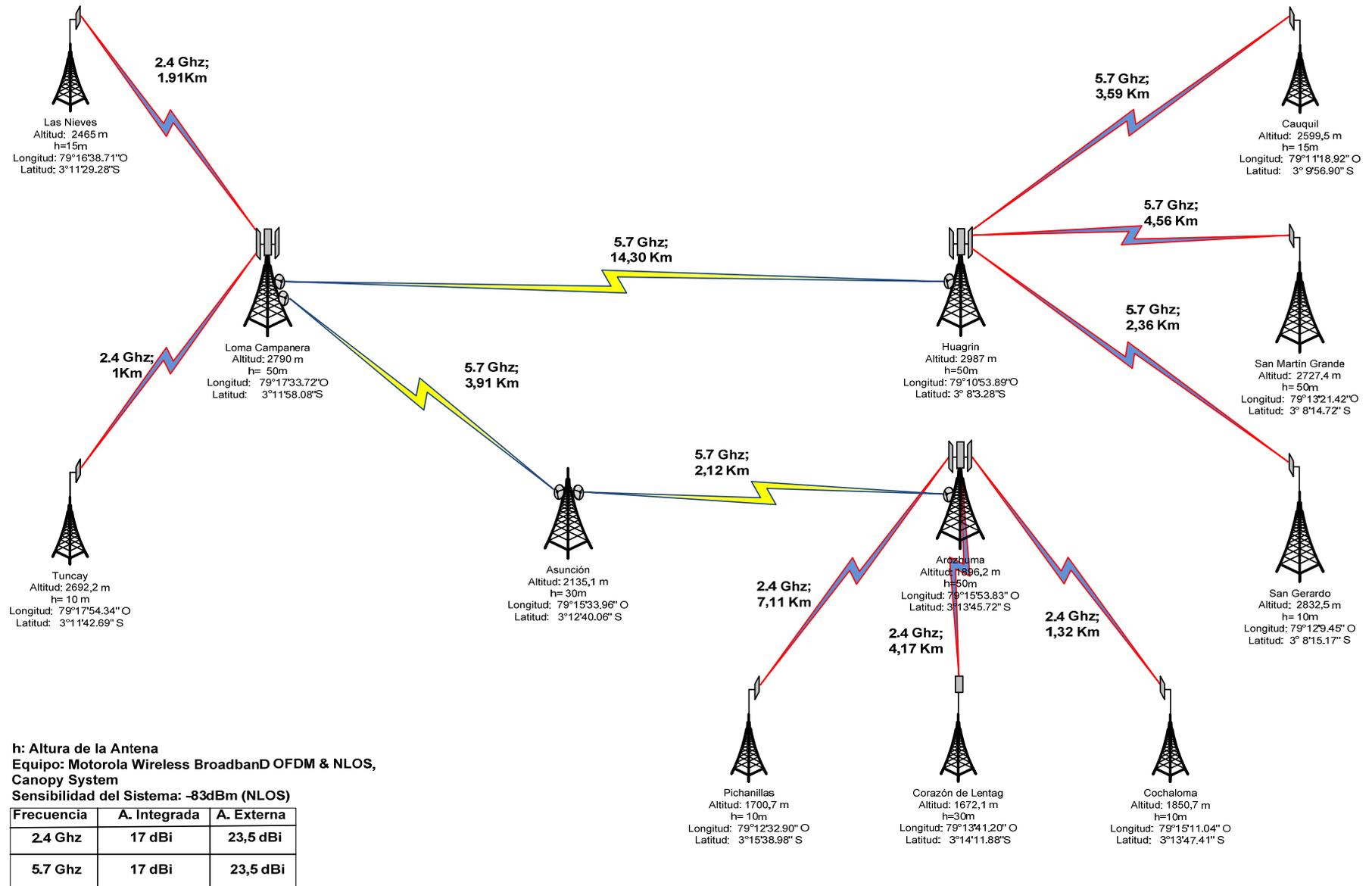


Figura 3.25 Diseño de la Red de Telecentros Punto a Punto y Punto a Multipunto

3.5 Análisis Financiero

La alta inversión inicial que es necesaria para la puesta en marcha de este proyecto la hace financieramente no viable en una primera instancia por lo que debe ser efectuado como una inversión de tipo social, en el análisis financiero se presenta un análisis de flujo de caja y se presentan las condiciones para su sostenibilidad en el tiempo.

3.5.1 Inversión Inicial Depreciable

Estos valores llegan a los \$92.706 dólares, de los cuales \$ 35.908 están destinados para la implementación de los 10 telecentros de la red, 8 del Sector A con un valor de \$26.272 y 2 del Sector B a un costo de \$9.636, estos valores incluyen el hardware, mobiliario, cabinas, instalaciones eléctricas y de datos. Es necesaria la cantidad de \$56.798 para suplir con los costos de la red, los mismos que incluyen \$28.698 para equipos de comunicaciones, torres (\$15.600), dos casetas (\$6.000) y el software necesario para los telecentros (\$6.500).

3.5.2 Gastos Operativos

Para los gastos operativos se han realizado estimaciones de los costos de operación por cada uno de los telecentros y el valor total por cada sector:

Los salarios de los coordinadores se han estimado en \$200 mensuales y \$500 para el administrador. Los valores de Voz sobre Ip e Internet se han calculado en función de tarifas reales de acceso a Banda Ancha Satelital mediante tecnología VSAT con un ancho de banda asimétrico de 512/256 Kbps.

| Gastos Operativos Anuales por Sector | Sector A | Sector B | Total |
|---|-----------------|-----------------|--------------|
| Arriendo | 9600 | 2400 | 12000 |
| Suministros | 1800 | 2000 | 3800 |
| Energía Eléctrica | 1200 | 1300 | 2500 |
| Agua Potable | 400 | 400 | 800 |
| Voz sobre Ip | 8000 | 12000 | 20000 |
| Internet | 6000 | 7200 | 13200 |
| Mantenimiento de Equipos | 120 | 150 | 270 |
| Salarios de Administradores-Coordinadores | 19.200 | 4.800 | 24000 |
| Derecho de Red Privada | 300 | 300 | 600 |
| Repuestos | 250 | 300 | 550 |
| Gastos Generales e Imprevistos | 700 | 800 | 1500 |
| Total de Gastos anuales por Sector | 47570 | 31650 | 79220 |

Tabla 3.1 Gastos Operativos Anuales por tipo de Sector de Telecentro.

3.5.3 Ingresos

Los Ingresos están en función de los servicios que serán prestados y del tiempo de utilización de los mismos, por lo que se han realizado ciertas consideraciones, para el acceso a Internet; se consideró 5 horas diarias de uso de cada computador a un costo de \$1 dólar la hora, además se utilizará 30 minutos de Voz sobre Ip diario por cada punto de acceso a este servicio, a un costo de \$0,15 dólares el minuto.

Un ingreso importante a ser considerado es la posibilidad de que se puedan realizar los pagos de telefonía fija, agua potable y energía eléctrica en cada uno de los telecentros, realizando previamente un convenio con cada una de estas empresas, consideramos un valor de \$0,15 centavos por planilla de pago, se ha considerado un valor de \$15.000 dólares recaudados anualmente en la red de telecentros por este motivo.

Existen ingresos adicionales que han sido considerados como impresiones, digitalización de documentos, venta de artículos de papelería y suministros, publicidad de microempresas de la zona.

| Servicio | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Uso del Computador, Internet, e-mail y aplicaciones varias | 43.800 | 44.457 | 45.123,86 | 45.800,71 | 46.487,72 |
| Voz sobre Ip | 19.710 | 20.005,65 | 20.305,74 | 20.610,32 | 20.919,48 |
| Impresiones, digitalización de documentos | 3.000 | 3.045 | 3.090,68 | 3.137,04 | 3.184,09 |
| Venta de artículos de papelería y suministros. | 2.000 | 2.030 | 2.060,45 | 2.091,36 | 2.122,73 |
| Publicidad de microempresas | 3.800 | 3.857 | 3.914,86 | 3.973,58 | 4.033,18 |
| Recaudación por planilla de consumo | 15.000 | 15.225 | 15.453 | 15.685 | 15.920 |
| Ingresos Totales | 87.310 | 88.620 | 89.949 | 91.298 | 92.668 |

Tabla 3.2 Ingresos Proyectados.

Mediante estas consideraciones se tendría un ingreso de \$87.310 dólares para el 1er año de funcionamiento, la proyección para los siguientes cuatro años se lo ha realizado considerando un crecimiento del 2% anual.

3.5.4 Flujo Financiero

Para conocer el flujo financiero que se daría en 10 años se debe considerar los ingresos totales, gastos de tipo depreciable y no depreciable, además de gastos operativos.

| Rubro | Inversión |
|---|------------------|
| Hardware, instalaciones eléctricas y de datos, mobiliario, cabinas. | 35.908 |
| Torres | 15.600 |
| Equipos | 28.698 |
| Casetas | 6.000 |
| Software | 6.500 |
| Total | 92.702 |

Tabla 3.3 Inversión Inicial Depreciable

| Rubro | Inversión |
|------------------------------|------------------|
| Terrenos | 19.200 |
| Inicio del Proyecto | 23.000 |
| Capacitación | 3.000 |
| Trámites Legales | 3.000 |
| Publicidad | 2.000 |
| Lanzamiento | 1.000 |
| Honorarios por diseño de red | 13.000 |
| Total | 64.200 |

Tabla 3.4 Inversión Inicial no Depreciable

En base a estas consideraciones podemos observar que el costo total del proyecto en una primera instancia es de alrededor de los \$ 156.902 dólares; sin embargo para ponerlo en marcha necesitamos de una inversión inicial de \$141.031,40, para lo cual asumimos que la comunidad mediante su propia gestión o mediante gobiernos seccionales aporte al proyecto con un mínimo \$ 31.200 financiando de esta manera aspectos tales como la infraestructura, terrenos y de ser posible parte o la totalidad de los sueldos de los coordinadores y el administrador. Sin embargo, esto no es suficiente y se requiere de un aporte externo de \$109.831,40, es decir un aporte de aproximadamente el 70% del costo total del proyecto para ello se considera pertinente que se debe poner este proyecto en consideración del FODETEL para que dicha entidad asuma su financiamiento de forma parcial, ya que esta entidad está en capacidad de subsidiar hasta en un 90% de la inversión inicial siempre y cuando cumpla con todos los requisitos.

El análisis financiero puesto a consideración en la tabla 3.7 fue hecho considerando un periodo de 10 años debido a que los resultados obtenidos para un periodo de 5 años no lo hacían viable, incluso con un préstamo ya que siempre se obtenían flujos en caja negativos.

En lo que respecta a los ingresos se hizo una proyección de crecimiento en un periodo de 10 años a una tasa del 2% anual, en relación con el crecimiento poblacional del sector, además de una estimación de la demanda de los servicios anteriormente mencionados.

Es necesario mencionar que los valores de gastos operativos y mantenimiento permanecen constantes en el periodo de análisis ya que si consideramos un crecimiento de los mismos en función de la inflación deberíamos hacer lo mismo para los ingresos; sin embargo, estimar una tasa de inflación para este periodo resulta complicado e incluso podría hacer desviarse nuestras proyecciones de un valor aparentemente real.

Como conclusión de este análisis podemos decir que a pesar de que el flujo de caja en una primera instancia es negativo, observamos que poco a poco va creciendo hasta llegar a obtener una tasa interna de retorno (TIR) del 19% y un valor actual neto (VAN) de \$ 7.505,72 ; con estos resultados podemos afirmar que el proyecto es viable y sostenible en el tiempo o al menos en el periodo considerado de 10 años y con las condiciones mencionadas.

| | Año 0 | Año 1 | Año 2 | Año 3 | Año 4 | Año 5 | Año 6 | Año 7 | Año 8 | Año 9 | Año 10 |
|---|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| INGRESOS | | | | | | | | | | | |
| Aportes Externos | 109831,40 | | | | | | | | | | |
| Aportes Beneficiarios | 31200,00 | 87310,00 | 89056,20 | 90837,32 | 92654,07 | 94507,15 | 96397,29 | 98325,24 | 100291,75 | 102297,58 | 104343,53 |
| Total Ingresos | 141031,40 | 87310,00 | 89056,20 | 90837,32 | 92654,07 | 94507,15 | 96397,29 | 98325,24 | 100291,75 | 102297,58 | 104343,53 |
| EGRESOS | | | | | | | | | | | |
| Inversión Depreciable | 92702,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Inversión no Depreciable | 64200,00 | 0,00 | 2000,00 | 2000,00 | 2000,00 | 2000,00 | 2000,00 | 2000,00 | 2000,00 | 2000,00 | 2000,00 |
| Total de Egresos de Operación y Mantenimiento | | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 | 79220,00 |
| Total Egresos | 156902,00 | 79220,00 | 81220,00 | 81220,00 | 81220,00 |
| Margen Bruto (Ingresos - Egresos) | | 8090,00 | 7836,20 | 9617,32 | 11434,07 | 13287,15 | 15177,29 | 17105,24 | 19071,75 | 21077,58 | 23123,53 |
| Depreciación | | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 | 7270,20 |
| Margen antes de impuestos | | 819,80 | 566,00 | 2347,12 | 4163,87 | 6016,95 | 7907,09 | 9835,04 | 11801,55 | 13807,38 | 15853,33 |
| impuesto a la renta | | 204,95 | 0,00 | 586,78 | 1040,97 | 1504,24 | 1976,77 | 2458,76 | 2950,39 | 3451,85 | 3963,33 |
| Utilidad Neta | | 614,85 | 566,00 | 1760,34 | 3122,90 | 4512,71 | 5930,32 | 7376,28 | 8851,16 | 10355,54 | 11890,00 |
| Flujo de Caja | -15870,60 | 614,85 | 566,00 | 1760,34 | 3122,90 | 4512,71 | 5930,32 | 7376,28 | 8851,16 | 10355,54 | 11890,00 |
| VAN | \$ 7.505,72 | | | | | | | | | | |
| TIR | 19% | | | | | | | | | | |

Tabla 3.5 Flujo de Caja para 10 años.

3.6 Financiamiento

Para obtener el financiamiento de este proyecto es de vital importancia contar con el apoyo de alguna organización ya sea de carácter estatal o no, debido a que este es un proyecto netamente de carácter social; por ello es necesario poner en consideración del FODETEL el proyecto planteado para lograr en parte el financiamiento y de esta forma lograr obtener el alto impacto social que se busca al llevar las TIC's hacia las zonas rurales del Cantón Girón.

La participación de las comunidades involucradas es de vital importancia para la viabilidad del proyecto, buscamos que estas faciliten la infraestructura en la que funcionarían los telecentros, considerando para ello principalmente las casas comunales, así como los terrenos en donde se ubicarán las repetidoras.

El objetivo desde el punto de vista financiero de este proyecto es que llegue a ser autosostenible por lo que se ha planteado opciones de ingresos diferentes a los que un telecentro propiamente puede brindar como recaudaciones por cobro de planillas de servicios básicos, publicidad de microempresas del sector y venta de insumos y artículos de papelería, generando de esta manera ingresos adicionales.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El presente proyecto brinda una alternativa de inclusión digital a las comunidades de las zonas rurales del Cantón Girón mediante la implementación de una red de telecentros comunitarios.
- Un telecentro es un local comunitario que provee acceso al público a Tecnologías de Información y Comunicaciones buscando de esta forma romper con la brecha digital existente entre las zonas urbanas con las rurales además de contribuir al desarrollo económico y social de una comunidad, requiere colaboración tanto de los miembros de la comunidad así como de sus respectivas autoridades locales, debe ser de bajo costo y accesible a los miembros de la comunidad.
- Los telecentros son estructuras dinámicas, y se deben realizar estudios periódicos de necesidades para adaptarlos a los requerimientos de las comunidades.
- Existen barreras económicas, educativas, de edad o de género, que dificultan el acceso a los servicios de los telecentros de todos los grupos de la comunidad.
- La entidad que apoya y facilita los proyectos de telecomunicaciones en zonas rurales es el FODETEL (Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales).
- Los telecentros comunitarios multipropósito planteados deben cumplir varios requerimientos y satisfacer muchas necesidades las cuales fueron ampliamente comentadas en un primer capítulo, pero un aspecto primordial es su ubicación, ya que es necesario un sitio de concentración masiva siendo conveniente ubicarla en las casas comunales de cada sector con lo que hasta cierto punto se garantiza su accesibilidad y conocimiento.

- Se ha realizado una investigación y levantamiento de información de cada una de las 10 comunidades que formarán parte de la red de telecentros con información sobre la cantidad de población por comunidad, densidad telefónica, niveles de instrucción, cantidad de centros educativos y de esta forma se han concluido los contenidos requeridos que son necesarios en las comunidades rurales de Girón respecto a las TIC's, con lo que concluimos que tendrá una buena acogida por parte de las comunidades involucradas, lo cual permitirá la viabilidad del proyecto en forma social.
- Se ha realizado una clasificación por tipo de clases de telecentro para las comunidades escogidas en este proyecto diferenciándose el sector A del B por el número de computadores y de puestos de acceso a VoIp.
- Hemos investigado las tecnologías más importantes que podrían ser utilizadas en el diseño de la red, definiendo como mejor opción técnica, socio y económica la tecnología de tipo inalámbrica y a que los medios guiados presentaban muchas dificultades; específicamente si hacemos uso de fibra óptica mediante un despliegue aéreo de la red, se dificulta el tendido debido a la falta de postera para la interconexión de las comunidades.
- La topología planteada es de tipo estrella donde la comunidad de Asunción viene a ser el telecentro master, en la cual se generaría el desarrollo de los contenidos para cada uno de los telecentros, además de estar encargado de la administración de los equipos de comunicaciones.
- Se realizó la estimación en cuanto a requerimientos de ancho de banda totales para la red considerando el tipo de sector y las aplicaciones a ser utilizadas: Correo Electrónico, acceso a Internet, VoIp, Video sobre Ip y aplicaciones adicionales.
- Debido a la topografía de la zona se hizo necesaria la utilización de dos repetidoras estratégicamente ubicadas en las zonas de la Asunción y San Gerardo; más específicamente en las lomas Campanera y Huagrín, las cuales permiten un enlace entre las dos comunidades; además permiten tener a futuro una expansión del servicio a la comunidad de San Fernando y Chumblín en caso de ser necesario.

- El sistema elegido de banda ancha inalámbrico para la red es el Sistema Canopy de Morola, el mismo que permite el tráfico de voz, datos, imagen y video sobre el mismo canal de comunicaciones.
- Hemos considerado para el diseño de la red frecuencias libres de concesión según la resolución 417-15-CONATEL-2005, en las bandas ISM de 2.4 GHz y 5.8 GHz para los enlaces de punto a multipunto y de punto a punto respectivamente; las cuales están siendo ampliamente usadas con tecnologías de espectro ensanchado y OFDM, Canopy trabaja en estas frecuencias reduciendo de esta manera los costos operativos por licencias.
- Estas frecuencias están siendo ampliamente usadas en los sistemas de internet de banda ancha inalámbricos ya que entre sus ventajas presentan alta ganancia de las antenas y una angosta primera zona de fresnel, especialmente en la frecuencia de 5.8 GHz, lo que permite trabajar en espacios con mayores obstrucciones.
- La plataforma Canopy de Motorola brinda la posibilidad de llegar a sitios de difícil acceso ya que posee tecnología capaz de intercomunicar dos puntos remotos aunque no exista una clara línea de vista o si las condiciones topográficas no son las mejores para un radioenlace.
- La característica sobresaliente de Canopy del resto de equipos con tecnología banda ancha inalámbrica, es su CMM Micro que posibilita la sincronización de varios radioenlaces punto a punto como punto a multipunto por medio de su puerto de datos en el caso de un clúster y por medio de la intercomunicación del sincronismo de un equipo a otro por su puerto RJ-12.
- El sistema Canopy posee varios métodos de autenticación basándose en la sincronía de los módulos, encriptación, contraseñas y códigos establecidos por el usuario o Administrador siendo de esta forma un sistema con una alta seguridad de manejo de la información.
- La solución inalámbrica Canopy es una alternativa muy recomendada para ser implementada en zonas de difícil acceso o que no posean suficiente infraestructura; ya que proporciona confiabilidad, alto rendimiento, seguridad y bajos costos.

- Es necesario aclarar que los cálculos y el diseño de la red se basaron en las características de los equipos, potencias de transmisión permitidas, consideraciones de línea de vista, reflexión de la onda sobre la tierra esférica y una proyección de crecimiento del servicio.
- En lo que concierne al ámbito económico, se realizaron cálculos de viabilidad financiera en función de cálculos del TIR y el VAN en un periodo de 10 años cumpliendo los resultados esperados, con las consideraciones y colaboraciones pertinentes; sin embargo de lo que pudimos asesorarnos, para obtener resultados más precisos, se debe realizar un estudio de mercado más exhaustivo dentro de lo cual influyen análisis de oferta y demanda, lo cual no nos compete, ni es el objetivo de este trabajo.
- Los telecentros comunitarios requieren de un largo periodo de tiempo para alcanzar la sostenibilidad, los resultados del análisis financiero indicaron que la implementación del proyecto, es económicamente factible si se siguen las consideraciones propuestas de ingresos, costos y tasa mínima de referencia.
- Se presentan cálculos de RNI para cada uno de los radioenlaces para de esta manera responder hacia cualquier preocupación por parte de los habitantes de la zona que consideren probable que la exposición a señales de RF les produzca riesgos a su salud.
- Con ayuda de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur se ha podido crear un mapa de la zona del proyecto indicando las comunidades que forman parte de la red de telecentros, además de indicar lugares referenciales.
- Con estos precedentes podemos decir, que este diseño se basa en tres ejes, el social, el técnico y el económico. En base a estos tres parámetros se ha dimensionado este proyecto para suplir las necesidades de estas comunidades respecto a las TIC's y presentar una alternativa viable.
- Cabe recalcar, que la factibilidad de este proyecto depende en gran medida de un aporte de dinero externo, por lo que se debe poner el proyecto en consideración del FODETEL, pero si no hay un compromiso firme de las comunidades por aportar y

mantener este proyecto nunca podrá ser puesto en marcha, por más que el estudio presentado en este trabajo diga lo contrario.

4.2 Recomendaciones

- Es conveniente formar una directiva encargada del control y la gestión de este proyecto, la cual debe estar en estrecha comunicación con el administrador de la red para de esta manera garantizar la operatividad y funcionamiento de este servicio de uso y beneficio comunitario. La directiva de preferencia debería estar formada por los representantes de cada parroquia ya que ellos están al tanto de las problemáticas y recursos de los que dispone cada comunidad.
- Los docentes de las instituciones educativas de cada comunidad juegan un papel muy importante en el apogeo de este proyecto, ya que de ellos depende en mayor medida el uso y aprovechamiento de los recursos que se ponen a consideración en cada comunidad; por lo tanto es conveniente formular políticas de auto cooperación y ayuda mutua para poder mantener este proyecto operando en búsqueda de la auto sustentabilidad y su rentabilidad social prevista.
- Es importante realizar una inspección periódica por cada uno de los telecentros para llevar un adecuado control de cada una de las máquinas tanto en el ámbito de hardware como en el de software; en este último aspecto es necesario formular políticas en cuanto al uso o instalación de software necesarios por los usuarios.
- Es importante destacar que debido a la robustez y facilidad en la administración de los equipos es posible brindar un servicio de internet a las instituciones educativas de los sectores en consideración si es que los mismos disponen de infraestructura y hardware necesarios.
- Es necesario solicitar cotizaciones a las empresas que estén en capacidad de brindar acceso a internet vía satelital mediante tecnología VSAT y de esta forma elegir la que brinde la mejor opción en cuanto a costo – beneficio.

- El uso de equipos de protección tales como UPS, supresor de sobrecargas 300ss para los elementos de la red debe ser una prioridad con el objetivo de preservar la inversión realizada.
- Se deberá realizar una capacitación técnica a los operadores de los telecentros de tal forma que despejen sus inquietudes y tengan conocimiento sobre cómo superar problemas de soporte técnico.
- Es importante que los coordinadores de los telecentros estén en constante vinculación con las comunidades y de esta forma poder generar los contenidos de interés para sus pobladores.

4.3 Bibliografía

- SKLAR Bernard, “Digital Communications”, Editorial Prentice Hall, USA, 2001.
- JENSEN Mike, ESTERHUYSEN Anriette, “Manual para los Telecentros Comunitarios de África”, Unesco, París, 2006.
- ALFONZO Alejandro, “Fortalecimiento de los Telecentros en Centroamérica”, UNESCO, San José, Costa Rica, 2006.
- PROENZA Francisco, BASTIDAS Roberto, MONTERO Guillermo, “Telecentros para el desarrollo socioeconómico y rural en América Latina y el Caribe”, Documento de Trabajo, Washington, D.C, Febrero 2001.
- LOPEZ Moisés, “Telecentros Comunitarios en Países en Desarrollo”, Universidad Politécnica de Madrid, 2003.

Artículos Consultados:

- BUETTRICH Sebastián, “Topología e Infraestructura Básica de Redes Inalámbricas”, 2007.

- INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (Cantón Girón), 2010.
- CONATEL. Consejo Nacional de Telecomunicaciones, 2010.
- Plan de Desarrollo Local, Parroquia San Gerardo, Septiembre 2004.
- Plan de Desarrollo Local, Parroquia Asunción, Septiembre 2004.
- CNT. Corporación Nacional de Telecomunicaciones, 2010.

Proyectos de Titulación:

- JIMÉNEZ Marlon, ROJAS Paucar, “Diseño de una Red Digital para el Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional”, Octubre 2008.
- VALLES Fabricio, “Estudio y Diseño de la Ampliación del Backbone para la Metro Ethernet de “Ecuonline S.A.”, mediante Radioenlaces en la Banda 5,8 Ghz con Modulación OFDM, para el Trayecto Quito-Cayambe-Otavalo-Ibarra”, Abril 2009.
- CHILUISA Milton, ULCUANGO Jorge, “Diseño de una Red Inalámbrica Mesh (WMNS) para las Parroquias Rurales del Cantón Latacunga de la Provincia de Cotopaxi” Marzo 2009.
- ORTEGA Jorge, “Estudio y Diseño de la Red Nacional de Datos del Servicio Social de la Fuerza Terrestre (SSFT) usando Tecnología Inalámbrica de Banda Ancha”, Marzo 2009.

Catálogos y Cursos:

- CPT200: Canopy Technical Training Course, curso de certificación Motorola, Octubre 2008.
- www.motorola.com/staticfiles/Business/Products/Accessories/A%20-%20C/.../Network_Planning_Guide_2008_Issue_1_New.

Sitios Web:

- <http://www.crea-si.com/papers/interracion2006published.pdf>
- <http://www.tele-centros.org/paginas/inicio.php>
- <http://www.crecenegocios.com/el-van-y-el-tir/>

ANEXOS

ANEXO A

1. Formulario de Registro de Red Privada.

| | | | |
|--|---|-------------------------------------|--------------------------------|
|  | FORMULARIO DE INFORMACION GENERAL PARA SOLICITAR PERMISOS DE RED PRIVADA | ST - 1A Elab.: DGGST | |
| SOLICITUD: | | | |
| 2) OBJETO DE LA SOLICITUD*: | <input checked="" type="checkbox"/> PERMISO RED PRIVADA <input type="checkbox"/> MODIFICACIÓN Y/O AMPLIACIÓN RED PRIVADA | | |
| 3) MEDIO DE TRANSMISIÓN DE SISTEMA*: | <input type="checkbox"/> MEDIO FÍSICO <input checked="" type="checkbox"/> SISTEMA MODULACIÓN DIGITAL DE BANDA ANCHA <input type="checkbox"/> SERVICIO FIJO MÓVIL POR SATELITE | | |
| DATOS DEL SOLICITANTE Y PROFESIONAL TECNICO: | | | |
| PERSONA NATURAL | | | |
| 4) NOMBRE | | | |
| APELLIDO PATERNO*: | APELLIDO MATERNO*: | NOMBRES*: | |
| | | CI*: | |
| PERSONA JURIDICA | | | |
| 5) NOMBRE DE LA EMPRESA*: | | | |
| 6) REPRESENTANTE LEGAL | | | |
| APELLIDO PATERNO*: | APELLIDO MATERNO*: | NOMBRES*: | |
| | | CI*: | |
| 7) CARGO* | | | |
| 8) ACTIVIDAD DE LA EMPRESA: | | RUC*: | |
| 9) DIRECCION | | | |
| PROVINCIA*: | CIUDAD*: | DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.):* | |
| Azuay | Girón | Centro Parroquial Asunción | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX*: | |
| | | | |
| 10) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) Certifico que el presente anteproyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | |
| APELLIDO PATERNO*: | APELLIDO MATERNO*: | NOMBRES*: | |
| | | LIC. PROF*: | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX*: | |
| | | | |
| DIRECCION (CIUDAD, CALLE Y No.):* | FECHA: | _____ | |
| | | FIRMA | |
| 11) DECLARACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA Declaro bajo juramento que la información proporcionada es verídica y que conozco que la comprobación de falsedad de la misma o de los documentos anexos, determinará el archivo de esta solicitud | | | |
| NOMBRE*: | FECHA: | _____ | |
| | | FIRMA | |
| 12) OBSERVACIONES: | | | |
| 13) PARA USO DE LA SNT | | | |
| SOLICITUD SECRETARIO NACIONAL () | CONSTITUCION DE LA CIA. () | NOMB. REPRESENTANTE LEGAL () | CUMP. SUPER BANCOS O CIAS. () |
| REGISTRO UNICO CONTRIBUY. () | COMPROBANTE DEL 1/1000 () | ANTEPROYECTO TECNICO () | COPIA LICENCIA PROFESIONAL () |
| COPIA CARACTERISTICAS MEDIOS FISICOS DE TRANSMISION () | COPIA CONTRATOS CON PORTADOR () | C. SUPTEL () | |
| COPIA DE ESCRITURAS PROPIEDAD () | COPIAS CONTRATOS DE ARREND. () | OTROS (AGUA, LUZ, IMP. PREDIAL) () | |

ANEXO B

Formularios de RNI (Radiaciones no Ionizantes)

1. Loma Campanera – Loma Huagrín

| | | | |
|--|---|--|------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | RC-15A RNI-T1 | |
| | | Fecha.: | |
| 1) USUARIO : | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | |
| DIRECCIÓN : | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Loma Campanera | 3°11'58.08"S |
| | | LONGITUD (°) (') (") | 79°17'33.72"O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | |
| 2 m | | 48,541 | |
| 5 m | | 48,757 | |
| 10 m | | 49,52 | |
| 20 m | | 52,461 | |
| 50 m | | 69,658 | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: |
| | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| | | | |
| DIRECCION: | FECHA: | _____ | |
| | | FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | |
| NOMBRE: | FECHA: | _____ | |
| | | FIRMA | |

| | | | | | |
|--|---|--|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") | |
| Azuay | Girón | Huagrín | 3° 8'3.28"S | 79°10'53.89"O | |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 - 300 Ghz | | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | | |
| 2 m | | 48,541 | | | |
| 5 m | | 48,757 | | | |
| 10 m | | 49,52 | | | |
| 20 m | | 52,461 | | | |
| 50 m | | 69,658 | | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | | GANANCIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | | |
| DISTANCIA | | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | | APELLIDO MATERNO: | | NOMBRES: | |
| | | | | | |
| e-mail: | | CASILLA: | | TELEFONO / FAX: | |
| | | | | | |
| DIRECCION: | | | FECHA: | | |
| | | | | | FIRMA |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | | |
| NOMBRE: | | | FECHA: | | |
| | | | | | FIRMA |

2. Asunción – Loma Campanera

| | | | | |
|--|---|--|--|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACION DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Asunción | 3°12'40.06" S | 79°15'33.96" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 30 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 28,57 | | |
| 5 m | | 28,935 | | |
| 10 m | | 30,203 | | |
| 20 m | | 34,817 | | |
| 50 m | | 57,552 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | | 0,2239 | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 2564,325 | | 0,0000694 | |
| 5 m | 2630,298 | | 0,0000676 | |
| 10 m | 2865,918 | | 0,0000621 | |
| 20 m | 3808,396 | | 0,0000467 | |
| 50 m | 19495,74 | | 0,0000171 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Loma Campanera | 3°11'58.08"S | 79°17'33.72"O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 - 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |

3. Asunción – Arozhuma

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACION DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Asunción | 3°12'40.06" S | 79°15'33.96" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 30 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 28,57 | | |
| 5 m | | 28,935 | | |
| 10 m | | 30,203 | | |
| 20 m | | 34,817 | | |
| 50 m | | 57,552 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE ($\pi * R^2$) | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 2564,325 | | 0,0000694 | |
| 5 m | 2630,298 | | 0,0000676 | |
| 10 m | 2865,918 | | 0,0000621 | |
| 20 m | 3808,396 | | 0,0000467 | |
| 50 m | 19495,74 | | 0,0000171 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | | TELEFONO / FAX: | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | | |
| | | | FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | | |
| | | | FIRMA | |

| | | | | |
|--|---|--|--|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Arozhuma | 3°13'45.72" S | 79°15'53.83" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | | 0,2239 | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

4. Arozhuma – Cochaloma

| | | | | |
|--|---|--|--|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Arozhuma | 3°13'45.72" S | 79°15'53.83" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | | 0,2239 | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Cochaloma | 3°13'47.41" S | 79°15'11.04" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 - 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 10 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 8,732 | | |
| 5 m | | 9,861 | | |
| 10 m | | 13,124 | | |
| 20 m | | 21,731 | | |
| 50 m | | 50,717 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 239,546 | | 0,0007427 | |
| 5 m | 305,486 | | 0,0005824 | |
| 10 m | 541,106 | | 0,0003288 | |
| 20 m | 1483,574 | | 0,0001199 | |
| 50 m | 8080,849 | | 0,000022 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| DIRECCION: | | FECHA: | _____ FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | _____ FIRMA | |

5. Arozhuma – Corazón de Lentag

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Arozhuma | 3°13'45.72" S | 79°15'53.83" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Corazón de Lentag | 3°14'11.88"S | 79°13'41.20" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 - 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 30 | $R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 28,57 | | |
| 5 m | | 28,935 | | |
| 10 m | | 30,203 | | |
| 20 m | | 34,817 | | |
| 50 m | | 57,552 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 2564,325 | | 0,0000694 | |
| 5 m | 2630,298 | | 0,0000676 | |
| 10 m | 2865,918 | | 0,0000621 | |
| 20 m | 3808,396 | | 0,0000467 | |
| 50 m | 19495,74 | | 0,0000171 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| DIRECCION: | | FECHA: | <hr/> FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | <hr/> FIRMA | |

6. Arozhuma – Pichanillas

| | | | | |
|--|---|--|--|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Arozhuma | 3°13'45.72" S | 79°15'53.83" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | | 0,2239 | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE ($\pi * R^2$) | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Pichanillas | 3°15'38.98" S | 79°12'32.90" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R^d : | | | | |
| Altura h (m) : | 10 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 8,732 | | |
| 5 m | | 9,861 | | |
| 10 m | | 13,124 | | |
| 20 m | | 21,731 | | |
| 50 m | | 50,717 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 239,546 | | 0,0007427 | |
| 5 m | 305,486 | | 0,0005824 | |
| 10 m | 541,106 | | 0,0003288 | |
| 20 m | 1483,574 | | 0,0001199 | |
| 50 m | 8080,849 | | 0,000022 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| DIRECCION: | | FECHA: | _____ | |
| | | | FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | _____ | |
| | | | FIRMA | |

7. Loma Campanera – Tuncay

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Loma Campanera | 3°11'58.08"S | 79°17'33.72"O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| DIRECCION: | | FECHA: | _____ | |
| | | | FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | _____ | |
| | | | FIRMA | |

| | | | | |
|--|---|--|--|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Tuncay | 3°11'42.69" S | 79°17'54.34" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 - 300 Ghz | | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 10 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 8,732 | | |
| 5 m | | 9,861 | | |
| 10 m | | 13,124 | | |
| 20 m | | 21,731 | | |
| 50 m | | 50,717 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | | GANANCIA MAXIMA DE LA ANTENA | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | | 0,2239 | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 239,546 | | 0,0007427 | |
| 5 m | 305,486 | | 0,0005824 | |
| 10 m | 541,106 | | 0,0003288 | |
| 20 m | 1483,574 | | 0,0001199 | |
| 50 m | 8080,849 | | 0,000022 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

8. Loma Campanera – Las Nieves

|  | | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
|--|--|---|---|-------------------------|------------------|
| | | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") | |
| Azuay | Giron | Loma Campanera | 3°11'58.08"S | 79°17'33.72"O | |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | | |
| 2 m | | 48,541 | | | |
| 5 m | | 48,757 | | | |
| 10 m | | 49,52 | | | |
| 20 m | | 52,461 | | | |
| 50 m | | 69,658 | | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANANCIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | | |
| | | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | _____ | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | _____ | | |

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Las Nieves | 3°11'29.28"S | 79°16'38.71"O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 15 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 13,647 | | |
| 5 m | | 14,396 | | |
| 10 m | | 16,80 | | |
| 20 m | | 24,129 | | |
| 50 m | | 51,79 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 585,092 | | 0,0003041 | |
| 5 m | 651,078 | | 0,0002732 | |
| 10 m | 886,683 | | 0,0002006 | |
| 20 m | 1829,184 | | 0,0000973 | |
| 50 m | 8426,523 | | 0,0000211 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | | TELEFONO / FAX: | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

9. Loma Huagrín – San Gerardo

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Huagrín | 3° 8'3.28"S | 79°10'53.89"O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| DIRECCION: | | FECHA: | <hr/> FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | <hr/> FIRMA | |

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | San Gerardo | 3° 8'15.17" S | 79°12'9.45" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 - 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 10 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 8,732 | | |
| 5 m | | 9,861 | | |
| 10 m | | 13,124 | | |
| 20 m | | 21,731 | | |
| 50 m | | 50,717 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 239,546 | | 0,0007427 | |
| 5 m | 305,486 | | 0,0005824 | |
| 10 m | 541,106 | | 0,0003288 | |
| 20 m | 1483,574 | | 0,0001199 | |
| 50 m | 8080,849 | | 0,000022 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |

10. Loma Huagrín – San Martín Grande

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Huagrín | 3° 8'3.28"S | 79°10'53.89"O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{(X^2 + (h - d)^2)}$ | | |
| DISTANCIAS X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|--|---|-------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | Fecha.: | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | San Martín Grande | 3° 8'14.72" S | 79°13'21.42" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | _____ | |
| | | | FIRMA | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | _____ | |
| | | | FIRMA | |

11. Loma Huagrín – Cauquil

| | | | | |
|--|---|--|---|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Huagrín | 3° 8'3.28"S | 79°10'53.89"O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 – 300 Ghz | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | | |
| 4) CALCULO DE R' : | | | | |
| Altura h (m) : | 50 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 48,541 | | |
| 5 m | | 48,757 | | |
| 10 m | | 49,52 | | |
| 20 m | | 52,461 | | |
| 50 m | | 69,658 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | 0,2239 | | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 7402,378 | | 0,000024 | |
| 5 m | 7468,351 | | 0,0000238 | |
| 10 m | 7703,971 | | 0,0000231 | |
| 20 m | 8646,448 | | 0,0000206 | |
| 50 m | 15243,79 | | 0,0000117 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | FECHA: | FIRMA | | |
| | | | | |

| | | | | |
|--|---|--|--|--------------------------|
|  | FORMULARIO PARA ESTUDIO TECNICO DE EMISIONES DE RNI (CALCULO DE LA DISTANCIA DE SEGURIDAD) | | | RC-15A RNI-T1 |
| | | | | |
| 1) USUARIO : | | | | |
| NOMBRE DE LA EMPRESA: | | | | |
| DIRECCIÓN : | | | | |
| 2) UBICACIÓN DEL SITIO : | | | | |
| PROVINCIA : | CIUDAD / CANTON : | LOCALIDAD : | LATITUD (°) (') (") | LONGITUD (°) (') (") |
| Azuay | Girón | Cauquil | 3° 9'56.90" S | 79°11'18.92" O |
| 3) S_{lim} A CONSIDERAR (VER ARTICULO 5 DEL REGLAMENTO) : | | | | |
| FRECUENCIAS (MHz) 2 - 300 Ghz | | S _{lim} OCUPACIONAL (W/m ²) 50 | S _{lim} POBLACIONAL (W/m ²) 10 | |
| 4) CALCULO DE R² : | | | | |
| Altura h (m) : | 15 | $R = \sqrt{X^2 + (h - d)^2}$ | | |
| DISTANCIA X | | VALOR CALCULADO PARA R (m) | | |
| 2 m | | 13,647 | | |
| 5 m | | 14,396 | | |
| 10 m | | 16,80 | | |
| 20 m | | 24,129 | | |
| 50 m | | 51,79 | | |
| 5) CALCULO DEL PIRE : | | | | |
| POTENCIA MAXIMA DEL EQUIPO (W) | | GANACIA MAXIMA DE LA ANTENA | VALOR DE PIRE (W) | |
| 0,7943 | | 0,2239 | 0,177843 | |
| 6) CALCULO DEL S_{lim} TEORICO : | | | | |
| $S_{lim} = PIRE / (\pi * R^2)$ | | | | |
| DISTANCIA | VALOR DE $(\pi * R^2)$ | | VALOR DE S _{lim} (W/m ²) | |
| 2 m | 585,092 | | 0,0003041 | |
| 5 m | 651,078 | | 0,0002732 | |
| 10 m | 886,683 | | 0,0002006 | |
| 20 m | 1829,184 | | 0,0000973 | |
| 50 m | 8426,523 | | 0,0000211 | |
| 7) CERTIFICACION DEL PROFESIONAL TECNICO (RESPONSABLE TECNICO) | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado por el suscrito y asumo la responsabilidad técnica respectiva | | | | |
| APELLIDO PATERNO: | APELLIDO MATERNO: | NOMBRES: | LIC. PROF.: | |
| | | | | |
| e-mail: | CASILLA: | TELEFONO / FAX: | | |
| | | | | |
| DIRECCION: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |
| 8) CERTIFICACION DE LA PERSONA NATURAL, REPRESENTANTE LEGAL O PERSONA DEBIDAMENTE AUTORIZADA | | | | |
| Certifico que el presente proyecto técnico fue elaborado acorde con mis necesidades de comunicación | | | | |
| NOMBRE: | | FECHA: | FIRMA | |
| | | | | |

ANEXO C

1. Mapa de la Zona del Proyecto

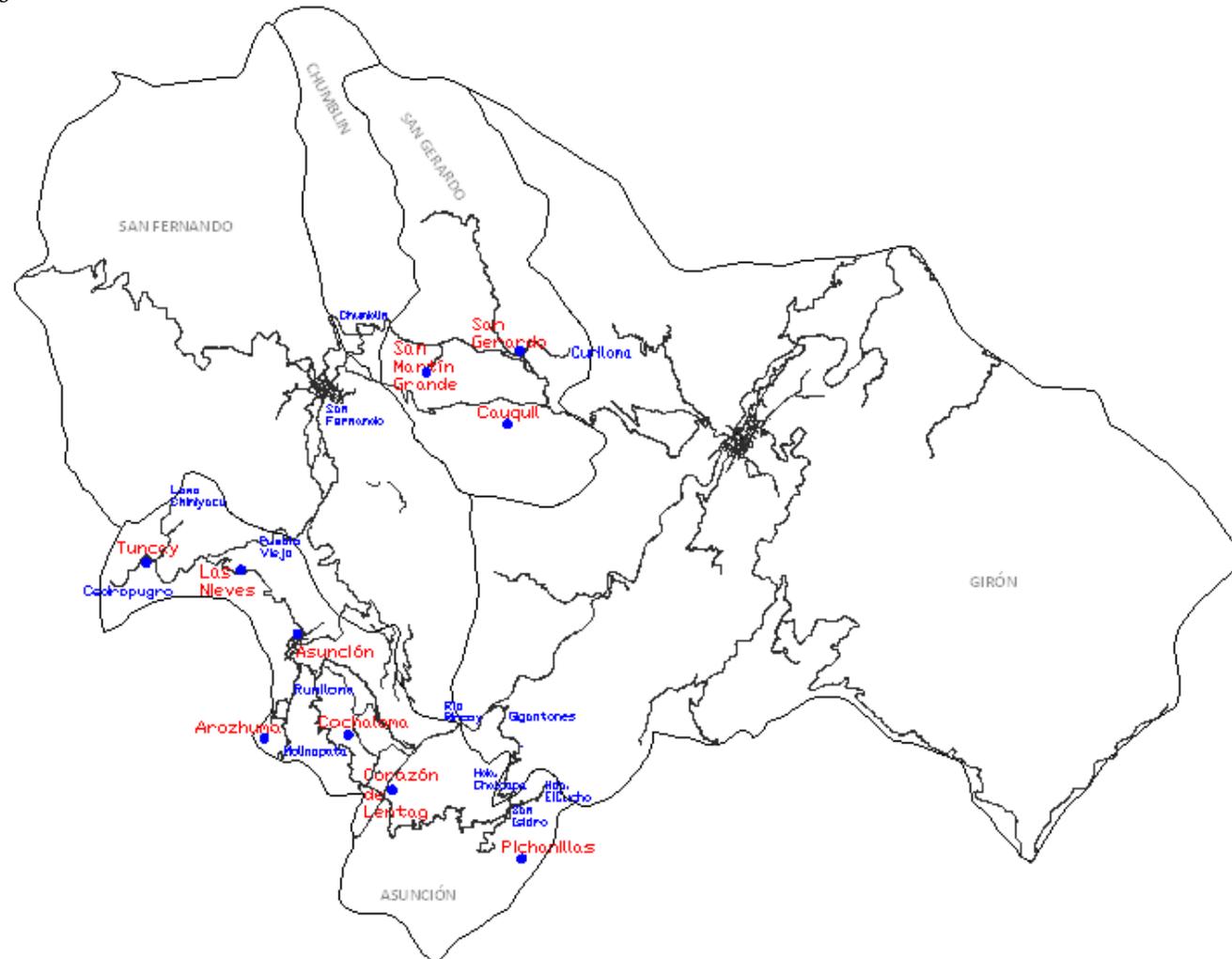


Figura C1. Mapa de Ubicación de las Localidades de la Zona del Proyecto.

GLOSARIO

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.

FODETEL: (Fondo para el Desarrollo de las Telecomunicaciones en Áreas Rurales y Urbano Marginales).

TIC: Tecnologías de Información y Comunicaciones.

CONATEL: Consejo Nacional de Telecomunicaciones

INEC: Instituto Nacional de Estadística y Censos.

CNT: Corporación Nacional de Telecomunicaciones.

CDMA: Multiplexación por División de Código

NLOS: Fuera de Línea de Visión.

GPS: Sistema de Posicionamiento Global

ANCHO DE BANDA - BANDWIDTH: Cantidad de datos que puede ser enviada en un período de tiempo determinado a través de un circuito de comunicación dado. Técnicamente es la diferencia en hertzios (Hz) entre la frecuencia más alta y la más baja de un canal de transmisión.

ATENUACIÓN: pérdida o reducción de amplitud de una señal, por lo general, se expresa en decibeles [dB].

dB: DECIBEL. Una medida utilizada para expresar la proporción que relacionan dos valores, usualmente la potencia de señales eléctricas, ópticas o acústicas, igual a 10 veces el logaritmo del cociente de los dos niveles de potencia expresados en vatios [w]

DESPEJE: condición que permite la línea de vista entre un transmisor y receptor.

DESVANECIMIENTO: término usado en la propagación de señales de radiofrecuencia que describe la pérdida temporal de una señal debido a cambios en las condiciones atmosféricas.

DIFRACCIÓN: La difracción es el mecanismo responsable de la atenuación por obstáculos.

EIRP: potencia isotrópica efectiva radiada, se define como la potencia equivalente de Transmisión

LAT: Latitud.

LON: longitud.

MICROONDAS: Parte del espectro electromagnético entre el infrarrojo y las ondas de Radio.

RJ11: Conector modular de cuatro cables usado para telefonía, 10baseT, Ethernet LAN

RJ45: (Jack). Conector modular de 8 pines en el estándar 10base-T para conexiones UTP de estaciones de trabajo o pequeños concentradores.

SWITCH: Dispositivo Ethernet multipuerto diseñado para aumentar las prestaciones de la red permitiendo sólo el tráfico esencial en cada segmento de la red a los que está conectado. Se filtran o se remiten paquetes basándose en sus direcciones fuente y destino

THROUGHPUT: Rendimiento de la velocidad efectiva de procesamiento

ZONA DE FRESNEL: se definen como elipsoides que rodean la trayectoria entre un transmisor y un receptor.