

# UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

## FACULTAD DE INGENIERIA EN SISTEMAS, ELECTRONICA E INDUSTRIAL

### CARRERA DE ELECTRONICA Y COMUNICACIONES

---

TEMA:

“Diseño de una red telefónica inalámbrica para la Isla Santa Cruz ubicada en el archipiélago de Galápagos.”

---

Proyecto de graduación modalidad Tesis presentado como requisito previo a la obtención del Título de Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones.

Autor:

Mauricio Rodríguez Acosta

Director de tesis:

Ing. Marco Jurado

Ambato - Ecuador  
2008

## INDICE

	Pagina
Agradecimiento	i
Dedicatoria	ii
Declaración, Autenticidad y Responsabilidad	iii
Certificado	iv
Introducción	v
Índice de Figuras	6
Índice de Tablas	8
Resumen Ejecutivo	9

## CAPITULO I

1.1.- Planteamiento del problema	10
1.2.- Justificación	11
1.3.- Objetivos	11
1.4.- Hipótesis	11
1.5.- Variables de la hipótesis	11

## CAPITULO II

Marco Teórico	12
2.1.- Evolución de los sistemas de comunicación	12
2.2.- Redes de telecomunicaciones.	13
2.2.1.- Clasificación de redes según su uso.	14
2.2.1.1.- Red telegráfica.	14
2.2.1.2.- Red telefónica.	14
2.2.1.3.- Red télex.	15
2.2.1.4.- Red de datos.	15
2.2.1.5.- Redes de televisión por cable.	16
2.2.1.6.- Red inteligente.	16
2.2.1.7.- Red digital de servicios integrados (R.D.S.I.).	16
2.2.1.8.- Redes de telefonía móvil.	17
2.3.- Telefonía.	18

2.3.1.- Telefonía Celular.	19
2.3.1.1.- Ventajas del sistema móvil celular.	20
2.3.2.- Telefonía por cable.	20
2.3.3.- Tipos de redes.	22
2.3.3.1.- Comparación entre red rígida y flexible.	22
2.4. Planta Interna	23
2.4.1.- Centrales de conmutación	23
2.4.2.- Central interurbana	26
2.4.3.- Central concentración	26
2.4.4.- Oficina central	26
2.4.5.- Central satélite	26
2.4.6.- Central remoto	27
2.4.7.- Concentrador	27
2.4.8.- Equipo de conmutación automático de un establecimiento privado	27
2.4.9.- Central de energía y fuerza	27
2.4.10.- El Pararrayo	27
2.5. Planta Externa	28
2.5.1.-Diseño de la red de dispersión	29
2.5.2.-Diseño de la red secundaria	30
2.5.3.-Diseño de la red primaria	31
2.5.4.-Procesamiento de la información.	32
2.6. La Transmisión	33
2.6.1.- Transmisión en baja frecuencia	33
2.6.2.- Transmisión analógica de alta frecuencia	33
2.6.3.- Transmisión digital	34
2.7. La Conmutación Telefónica	35
2.7.1.- Órganos de comando	35
2.7.1.1.- Función de registro	35
2.7.1.2.- Función de traducción	35
2.7.1.3.- Función de tarifación	36
2.7.1.4.- Función de gestión	36
2.7.1.5.- Función de mantenimiento	37
2.7.2.- Señalización	37
2.7.2.1.- Transmisión de la señalización	38

2.7.2.2.- Métodos de transmisión de la señalización	38
2.7.3.- Conexión	38
2.8. Parámetros importantes en un Enlace	39
2.8.1.- Propagación	39
2.8.1.1.- Propagación por línea de vista	39
2.8.1.2.- Propagación por onda de superficie	39
2.8.1.3.- Propagación por onda ionosférica	39
2.8.2.- Atenuación	40
2.8.3.- Interferencia de ondas	40
2.8.4.- Difracción de ondas	40
2.8.5.- Microondas	40
2.9. Estructura general de los Radioenlaces	41
2.9.1.- Estación Base	41
2.9.2.- Repetidores	41
2.10. Espectro Electromagnético de Frecuencias	41
2.10.1.- Efectos de la Radio frecuencia en los animales	42
2.11. CDMA y su Evolución	43
2.11.1.- Evolución del interfaz de aire IS-95	43
2.11.2.- Beneficios a los Proveedores del Servicio	45
2.11.3.- Beneficios a los usuarios	46
2.11.4.- Ventajas de CDMA	47
<b>CAPITULO III</b>	
Metodología	48
3.1.- Enfoque	48
3.2.- Modalidad Básica de Investigación	48
3.3.- Tipos de Investigación	48
3.4.- Recolección de información	48
3.5.- Procesamiento de la información	49
<b>CAPITULO IV</b>	
Análisis e Interpretación de resultados	50
<b>CAPITULO V</b>	
Conclusiones y Recomendaciones	51

5.1.- Conclusiones	51
5.2.- Recomendaciones	52

## CAPITULO VI

Propuesta	53
6.1.- Ubicación Geografica del Sitio del Diseño	53
6.1.1.- Características demográficas	54
6.1.2.- Isla Santa Cruz	54
6.2.- Pacifictel S.A.	55
6.2.1.- Orientación al cliente	56
6.2.2.- Productos y Servicios Tradicionales	56
6.2.3.- Tasas y servicios	57
6.3.- Planimetría del área	59
3.3.1.- Planos de la red existente (anexos)	
6.4.- Datos Recopilados en los Distritos	61
6.4.1- Demanda Telefonica en Puerto Ayora	70
6.5.- Operadoras de Telefonía existentes en la Isla Santa Cruz	73
6.6.- Equipos existentes en la Central Telefónica	76
6.6.1.- VCL-MX, E1 Drop-Insert, Voice and Data Multiplexer	76
6.6.1.1.- Formación de señales E1	76
6.6.1.2.- Estructura de trama de la señal E1	77
6.6.1.3.- Tarjeta de control	78
6.6.1.4.- Tarjeta que provee Energía (PSC-Power Supply Card)	79
6.6.1.5.- Tarjeta generadora del timbre	79
6.6.1.6.- Tarjeta de Interface JNC/FXO (Junction Exchange Card)	80
6.6.1.7.- Tarjeta de Interface SLC/FXS (Subscriber Line Card)	81
6.6.1.8.- Tarjeta de Interface de 2 cables E&M	81
6.6.1.9.- Interface de Datos Asíncrona RS232	81
6.6.1.10.- Interface de Datos G.703	81
6.6.1.11.- Interface iDSL	82
6.6.1.12.- Tarjeta LAN	82
6.6.2.- Sistema Radio Digital de Baja Capacidad SRA L	84
6.6.2.1- Arquitectura del equipo	84
6.7.- Enlaces	86
6.7.1.- Puerto Ayora – Cerro Pacifictel	89

6.7.2.- Cerró Pacifictel – Santa Rosa	96
6.7.3.- Puerto Ayora – El Cascajo	
101	
6.8.- CDMA Fijo	106
6.8.1.- Acceso a la red	107
6.8.2.- Enrutamiento de llamada	108
6.8.3.- Cobertura	109
6.8.3.1.-Diseño de celdas	109
6.8.4.- Equipo terminal	111
Bibliografía	113
Anexos	114

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1.- Transporte eléctrico de información de audio	18
Figura 2.- Sistema de batería local o red en polígono	20
Figura 3.- Sistema de batería central o red en estrella	21
Figura 4.- Conmutadores manuales enlazados entre ellos	21
Figura 5.- Red de distribución	29
Figura 6.- Red secundaria	30
Figura 7.- Red primaria	31
Figura 8.- Espectro Electromagnetico	41
Figura 9.- Islas Galapagos	53
Figura 10.- Ubicación de Puerto Ayora	57
Figura 11.- Central Telefonica Puerto Ayora	58
Figura 12.- Antena Parabolica de la Central Puerto Ayora	58
Figura 13.- Repartidor de Puerto Ayora (cuarto 1)	69
Figura 14.- Repartidor de Puerto Ayora (cuarto2)	70
Figura 15.- Repartidor de Bellavista	71
Figura 16.- Cableado aereo de Fibra Optica	71
Figura 17.- Multiplexor VCL-MX	76
Figura 18.- Trama E1	77
Figura 19.- Estructura del equipo VCL-MX	77
Figura 20.- Equipos VCL-MX	83
Figura 21.- Radio Digital SRA L	84
Figura 22.- Enlaces existentes en la Isla Santa Cruz	86
Figura 23.- Configuracion del enlace Alpha – Beta	89
Figura 24.- Prestaciones del enlace Alpha – Beta	89
Figura 25.- Reporte del perfil del terreno	90
Figura 26.- Perfil del terreno	90
Figura 27.- Radio de Fresnel	91
Figura 28.- Puntos de reflexion del enlace	91
Figura 29.- Relacion de interferencia	92

Figura 30.- Indisponibilidad por lluvia	92
Figura 31.- Fuera de servicio por mal tiempo	93
Figura 32.- Punto de reflexion 1	93
Figura 33.- Potencia relativa en recepción	94
Figura 34.- Punto de reflexion 2	94
Figura 35.- Potencia relativa en recepción	95
Figura 36.- Reporte del radio Alpha – Beta	95
Figura 37.- Configuración del enlace Beta – Charlie	96
Figura 38.- Prestaciones del enlace Beta – Charlie	96
Figura 39.- Reporte sobre el perfil del terreno	97
Figura 40.- Perfil del terreno y punto de reflexión	97
Figura 41.- Relación de interferencias	98
Figura 42.- Radio de fresnel	98
Figura 43.- Indisponibilidad por lluvia	99
Figura 44.- Fuera de servicio por mal tiempo	99
Figura 45.- Reporte del Radio Enlace Beta – Charlie	100
Figura 46.- Configuración del enlace Alpha – Delta	101
Figura 47.- Prestaciones del enlace Alpha – Delta	101
Figura 48.- Reporte sobre el perfil del terreno	102
Figura 49.- Perfil del terreno y puntos de reflexión	102
Figura 50.- Relación de interferencias	103
Figura 51.- Representación del Radio de fresnel	103
Figura 52.- Indisponibilidad por lluvia	104
Figura 53.- Fuera de servicio por mal tiempo	104
Figura 54.- Reporte del radio enlace Alpha – Delta	105
Figura 55.- Puerto Ayora	109
Figura 56.- Forma de una Célula	110
Figura 57.- Teléfono Silver FWT-400	111

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Comparación entre red rígida y red flexible	22
Tabla 2.- Retardos de transmisión en la central digital	24
Tabla 3.- Espectro electromagnético	42
Tabla 4.- Índice C para nuestro país	60
Tabla 5.- Pares ocupados de cada distrito	61
Tabla 6.- Líneas ocupadas en el sector de Bellavista	72
Tabla 7.- Tabla de interrupciones ocasionadas por Porta	75
Tabla 8.- Composición del sistema	78
Tabla 9.- Puntos de enlaces	87
Tabla 10.- Tarifas telefónicas	112

## RESUMEN EJECUTIVO

A continuación se presenta un pequeño resumen, que detalla el contenido de cada capítulo.

El capítulo I, presenta el Planteamiento del Problema, la justificación del proyecto, los objetivos que se van a desarrollar, la hipótesis y el señalamiento de las variables de la hipótesis.

En el capítulo II, se tiene el Marco Teórico, aquí se analiza los conceptos básicos de las redes de comunicación, la telefonía, como realizar su diseño, también algo sobre los parámetros de enlaces, y sobre la tecnología CDMA con sus beneficios para los usuarios, permitiendo por medio de estos conceptos, darnos una idea clara sobre lo que se realizo.

En el capítulo III, se presenta la Metodología, el enfoque de la investigación, la modalidad de la investigación, el tipo de investigación utilizado, la manera de recolectar la información y procesamiento y análisis de la misma.

El capítulo IV, indica un pequeño resumen del análisis e interpretación de los resultados.

En el capítulo V, se presenta las conclusiones y recomendaciones más importantes que se han determinado, durante todo el proceso de investigación.

En el capítulo VI, esta la propuesta donde se verifica y estudia todos los aspectos necesarios, para el desarrollo de la red de telefonía inalámbrica, tales como la ubicación geográfica, planimetría, equipos y enlaces existentes en la central, tales como Puerto Ayora–Cerro Pacifictel, Puerto Ayora – El Cascajo y Cerro Pacifictel–Santa Rosa, también se recopila información que permite realizar el diseño que se describe en este mismo capítulo.

Por último se presenta la bibliografía ocupada para este proyecto, y también los anexos que detallan principalmente los planos realizados de la red telefónica del sector de Puerto Ayora, ubicado en la Isla Santa Cruz.

## CAPITULO I

### 1.1.- Planteamiento del Problema

Después de décadas de haber sido inventada las comunicaciones inalámbricas, su desarrollo y aplicación es evidente en los diferentes campos en los que las personas tienen la necesidad de contactarse con otras personas.

La utilización de las comunicaciones inalámbricas, nos permite adentrarnos mucho más a las últimas tecnologías en la actualidad.- Sin embargo en nuestro país que está en vías de desarrollo no se tiene la facilidad de contar con los elementos tecnológicos acordes al avance del mundo.- También la ausencia de apoyo a la investigación ha impedido el desarrollo de aplicaciones tecnológicas en nuestro país.

En la actualidad las redes inalámbricas tienden al uso de radio enlaces para el contacto de personas en las diferentes áreas que se desenvuelven.- Sin embargo los sistemas telefónicos desde sus principios para su utilización se ha empleado medio alámbrico como lo es el cable y es por eso que hasta la actualidad se utiliza en la mayor parte del mundo por gran cantidad de usuarios que tienen la necesidad de un teléfono convencional en sus hogares.

En ciertos lugares como las Islas Galápagos, donde la naturaleza es la que debe predominar y en lo posible se procura que las necesidades básicas de las personas que viven en el sitio, tales como el agua, la luz y el teléfono con toda la infraestructura que abarcan cada una de ellas, no afecten de una manera brusca el ecosistema.

Por el mismo hecho que la telefonía inalámbrica tiene gran apogeo, se siente la necesidad en gran parte de la Isla Santa Cruz de cambiar la telefonía alámbrica por telefonía inalámbrica fija y de esta manera mantener en lo posible el lugar en su ambiente más natural.

## 1.2.- Justificación

El desarrollo de nuevas tecnologías de comunicación en las que se busca la convergencia de la electrónica y la comunicación telefónica, para dar soluciones eficaces en los distintos campos del quehacer humano, que exige la puesta en marcha de sistemas que permitan a las personas ir acorde al avance tecnológico y exigencias del mercado.

Lo que se busca con este proyecto es hacer un diseño que permita brindar un mejor servicio todo el año y a un costo menor que las compañías de telefonía celular, también se puede dar la opción al usuario de recibir sus llamadas en cualquier lugar dentro del área de cobertura, sin la necesidad de extender tantos cables de planta externa, tal como se lo hace con la telefonía alámbrica.

## 1.3.- Objetivos

### Objetivo General:

- Diseñar una red de telefonía inalámbrica para la Isla Santa Cruz ubicada en las Islas Galápagos.

### Objetivos Específicos:

- Realizar las investigaciones tanto en telefonía fija como telefonía móvil.
- Efectuar el estudio detallado de la telefonía alámbrica existente y sus efectos en el medio ambiente.
- Diseñar una red de telefonía inalámbrica que permita sustituir en gran parte la telefonía alámbrica ya existente en la Isla Santa Cruz.

## 1.4.- Hipótesis

El radio enlace permitirá cambiar en gran parte la telefonía alámbrica por telefonía inalámbrica, permitiendo de esta manera mantener parte de la Isla Santa Cruz en su ambiente natural.

## 1.5.- Señalamiento de variables de la hipótesis

Variable Dependiente:- Infiltración de la telefonía fija en el medio ambiente de la Isla Santa Cruz.

Variable independiente:- Diseño de una red híbrida que nos permita tener telefonía inalámbrica en la isla.

## CAPITULO II MARCO TEORICO

### 2.1.- EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE COMUNICACIÓN

En los principios de la evolución de la humanidad, los tambores de las tribus que generaban mensajes con sus sonidos, fueron los primeros sistemas de comunicación, así también las señales generadas por las fogatas, posteriormente formaron parte de un sistema de comunicación, los faros que servían de guía para la navegación marítima, formándose así una gran variedad de elementos que las personas se ideaban para comunicarse entre ellas.

Sintiendo la falta de mejor comunicación entre personas que eventualmente se alejan, nace la necesidad de transmitir información entre dos fuentes que se encuentren separadas una de otra, siendo el principio básico de la telefonía, que consiste en el transporte de información audio frecuente utilizando un medio metálico, o un medio gaseoso como es el aire.

Luego con el invento del primer receptor telefónico se realizaron experimentos fundamentales que generaron una serie de eventos que permitieron desarrollar más eficientes y sofisticadas centrales telefónicas digitales, que permiten a un abonado comunicarse con cualquier otro abonado del mundo.

La red telefónica aparece como resultado de cuatro tecnologías, la del aparato telefónico, la de la línea de abonado, la de centrales telefónicas y la de los sistemas de transmisión.

Una de las contribuciones más importantes para el desarrollo de la telefonía es el apareamiento de la de la conmutación electrónica temporal, en la que se transmiten sobre un mismo soporte varias comunicaciones, utilizando ya la codificación PCM (Modulación por codificación de pulsos).- Con esta técnica los comandos de las

centrales dejan de ser electromecánicas y pasa a ser electrónicas, permitiendo de esta manera que un conmutador telefónico pueda ofrecer servicios tales como:

- Conmutación urbana
- Conmutación interurbana
- Conmutación rural
- Conmutación internacional

## 2.2.- REDES DE TELECOMUNICACIONES.

La situación actual de las redes se caracteriza por la existencia en general de redes telefónicas extendidas con mayor cobertura destinadas a la prestación del servicio telefónico básico, y que experimentan un enriquecimiento por los servicios adicionales (internet, mayor ancho de banda para internet) que se introducen día a día, al igual que se observa la proliferación de redes para comunicación de datos, y en menor grado redes para distribución de televisión (TV-Cable).- Los tres tipos de redes: Telefónica, datos y televisión, se han especializado en tres tipos de información: Voz, datos y video.

En una red se tiene tres funciones básicas:

1. Interconexión de los abonados.- Establece un servicio temporal que permite transmitir señales en la banda vocal en la frecuencia comprendida entre 300 Hz y 3400 Hz.
2. Señalización de abonados y de la red.- Esta dada por los intercambios de la información y de comandos dentro de la red que permite establecer, supervisar y liberar la comunicación.
3. Exploración de la red.- Se refiere al intercambio de información y de comandos dentro de la red para el funcionamiento de la misma, permite realizar reconfiguraciones en caso de avería, mediciones de tráfico, etc.

La tendencia parece indicar que en la medida que crece la demanda por servicios y estos se diversifican, también las redes podrían sufrir el mismo destino, o sea la aparición de nuevas redes dedicadas.- Sin embargo la normalización internacional trata de uniformar las tendencias con el objeto de ofrecer la mayor cantidad de servicios en la menor cantidad de redes, el mayor logro al respecto ha sido la derivación de la red telefónica hacia una red capaz de soportar una enorme variedad de servicios, tanto de voz, como

de datos e imagen.- Se refiere a la Red Digital de Servicios Integrados (R.D.S.I), la cual está actualmente en auge en muchos países, incluido el Ecuador.

## 2.2.1.- Clasificación de redes según su uso.

### 2.2.1.1.-Red telegráfica

Usando pulsos de corriente continua, el telégrafo fue el primer sistema de comunicaciones eléctricas, era posible efectuar transmisiones a gran distancia, a pesar de lo primitivo del sistema, el método de transmisión de datos formados de caracteres alfabéticos y numéricos se codificaban en alfabeto binario (Morse).

A mediados de 1860 se disponía de un cable transatlántico, y con la experiencia, un operador podía enviar o recibir alrededor de 30 palabras por minuto.

La necesidad de optimizar la transmisión tanto en tiempo como en velocidad, comienza a desarrollar un nuevo lenguaje, en el cual se omiten las palabras que no son estrictamente necesarias.- La telegrafía introduce en las telecomunicaciones el uso de códigos binarios como un método que buscaba asegurar precisión, privacidad y un correcto direccionamiento de los mensajes.

### 2.2.1.2.- Red telefónica.

La invención del teléfono ha convertido la red telefónica en la más grande del mundo con millones de líneas telefónicas.- En esta red las comunicaciones se logran en forma automática, aparentemente sin protocolos y casi instantáneamente.

Si bien el objetivo de la red telefónica es la transmisión de voz, puede dar la facilidad de utilizarla para otros servicios no vocales tales como:

Transmisión de datos por medio de módems,  
video-texto,  
alarmas, etc.

El interés de aprovechar la red telefónica para ofrecer otros servicios radica en su gran cobertura que tiene y el alto costo que significa implementar otra red para ofrecer servicios.- Los altos niveles de tecnificación de la red a través de la digitalización de los procesos de conmutación, transmisión, la utilización de la fibra óptica, enlaces de microondas y satélites, así como los conceptos de sincronización y señalización, indican una evolución hacia la Red Digital de Servicios Integrados (R.D.S.I.).

#### 2.2.1.3.- Red Télex.

Cuando hacia su aparición el teléfono, también lo hacia el teleimpresor de telegrafía, que permitía enviar información codificada, el teleimpresor se introdujo en las oficinas del operador de la red, y posteriormente en las oficinas de los usuarios.

Los teleimpresores utilizan el código BAUDONT (5 bits), en su versión moderna conocida como alfabeto telegráfico internacional.- Dada la limitación de los teleimpresores electromecánicos, la velocidad de transmisión se normalizó a 50 bps, lo cual equivale a unos 300 caracteres por minuto, Pero la velocidad no era lo suficiente rápido para transmitir en poco tiempo la información generada.

#### 2.2.1.4.- Red de Datos.

El teléfono y el télex son sistemas de transmisión de datos, sin embargo, el término red de datos se hace más común cuando se incrementa el uso de los computadores digitales, en particular lo referido a compartir el tiempo en varias tareas con varios terminales.

En un inicio estas redes se limitaban a recintos o edificios con distancias relativamente cortas, extendiéndose posteriormente y aumentando sus velocidades de transmisión, en este punto, la red telefónica era la única alternativa factible de transmisión, sin embargo rápidamente aparecen las redes privadas de datos, las redes de área local (L.A.N.) y las redes públicas de datos.

En la comunicación telefónica se requiere la disponibilidad de un circuito bidireccional en forma permanente mientras dura la conversación; en cambio en la comunicación de datos no se requiere la disposición exclusiva del canal para toda la comunicación, es más, en comunicación de datos, los entes estructuran sus mensajes a base de un

protocolo que divide la información a transferir en bloques, de tal modo que facilita el control de la comunicación y la detección de los posibles errores.

Otro aspecto significativo es el tiempo de establecimiento de una comunicación, en datos es mucho menor que en telefonía.- Existen tres formas de manejar o enrutar datos en una red:

- Commutación de circuitos.
- Commutación de mensajes
- Commutación de paquetes

#### 2.2.1.5.- Redes de Televisión por cable.

La televisión está en continuo proceso de expansión a tal punto que en muchos países se han implementado además de las estaciones de difusión, sistemas de transporte de señales de televisión vía cable coaxial en forma similar a la distribución de cable de planta externa de la red telefónica, mediante satélites es posible capturar transmisiones de otros países e inyectarlos a las redes de televisión por cable.- Estos sistemas en muchos países, compiten entre sí por ofrecer la mayor variedad y calidad de programas, pero estos sistemas sólo permiten la difusión, o sea la transmisión en una dirección.

La masificación de los sistemas de recepción de televisión por satélite ha permitido disponer de programas de diversos tipos, noticias, deportes, películas, etc., los cuales se inyectan a la red de cable.

#### 2.2.1.6.- Red Inteligente.

La red inteligente es un sistema proveedor de servicios a los usuarios de la red telefónica conmutada, la red inteligente tiene como beneficios el hecho de que al introducir un nuevo servicio, no se modifica la capacidad instalada en las oficinas centrales, sólo se modifica el software en un equipo, lo que trae consigo una reducción en los costos de implantación.

Además, los servicios son proporcionados a través de una base de datos centralizada, lo que permite introducir nuevos servicios en forma rápida, minimizando los efectos en la red.

#### 2.2.1.7.- Red Digital de Servicios Integrados (R.D.S.I.)

La idea surge a partir de la unificación que se quiere dar a los diversos servicios, que en la actualidad en su mayor parte están diversificados.- La RDSI es la evolución de la red telefónica, por lo tanto nos indica que la red telefónica está destinada a desaparecer, ya que los servicios de datos como de imagen se hacen cada vez tan necesarias como los de voz.

En la RDSI, la telefonía es un servicio más dentro de una amplia gama, tal como la posibilidad de conexión de múltiples equipos terminales de datos, PC, videotexto, etc.

#### 2.2.1.8.- Redes de Telefonía Móvil.

Una gran introducción al mundo de las comunicaciones en los últimos años han tenido los sistemas de radiocomunicaciones o radio-telefonía, ya sea público o privado con o sin acceso a la red telefónica fija.

Cuando el ente que gobierna la interconexión entre equipos o terminales móviles es una central de conmutación telefónica estamos en presencia de la denominada telefonía móvil o celular.

Las redes de telefonía celular móvil o portátil tienen actualmente fuertes crecimientos debido a la reducción de costos de los equipos así como la capacidad de expansión en el área de servicio, por otra parte la normalización ha permitido la utilización de los terminales en distintas redes en diferentes partes del mundo.

### 2.3.- TELEFONIA

El principio básico de la telefonía, consiste en el transporte de la información audiofrecuente utilizando un medio metálico como el cobre o un medio gaseoso como el aire.- Se requieren adicionalmente transductores de energía, de modo que la información sea apta a ser transportada.

A continuación se detalla un circuito eléctrico básico, donde el medio de transporte son dos hilos de cobre y los transductores son dos parlantes y dos micrófonos, tal como se muestra en la figura 1:

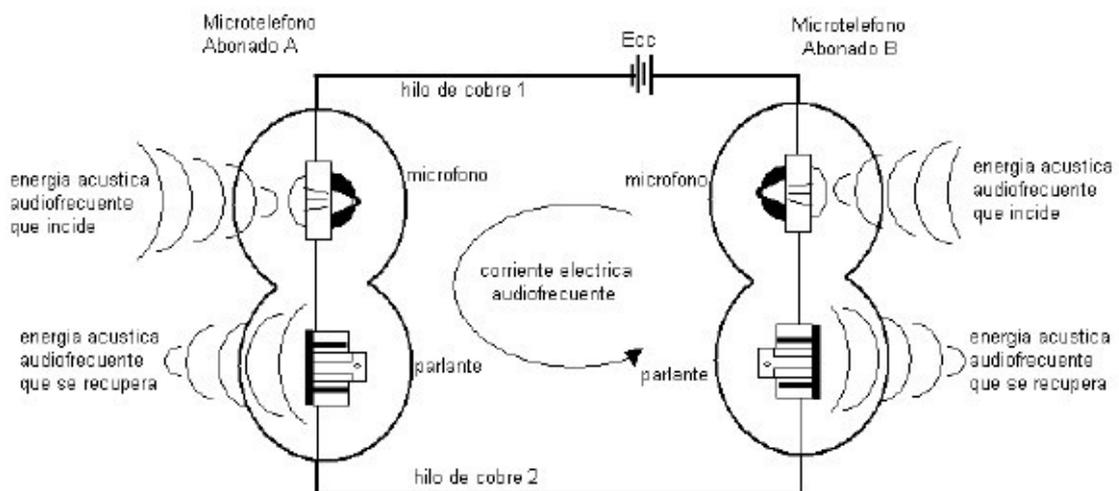


Fig. 1 Transporte eléctrico de información de audio

El micrófono se compone básicamente de pequeños gránulos de carbón, que se comprimen y se expanden con un ritmo audiofrecuente, gracias a una membrana sensible que vibra ante la incidencia acústica producida por un sonido.- De modo que tenemos una resistencia eléctrica de carbón variando audiofrecuentemente y con estas mismas características la corriente que circula por el par de hilos de cobre, que es el llamado par de telecomunicaciones.

La corriente eléctrica que viaja hacia el otro extremo va a incidir sobre el parlante, llegando a circular a través de una bobina móvil que se moverá a un ritmo audiofrecuente, junto a esta bobina existe una membrana muy sensible, que comprime y expande a las moléculas del aire circundante próximo con la misma audiofrecuencia, recuperando de este modo el sonido originado al otro extremo.

Igual situación se da en el sentido inverso, para tener un sistema de transporte de información bidireccional.

La presencia de Ecc nos permite tener en el circuito una corriente directa que es la señal portadora, siendo la señal moduladora la información de audio.

Lógicamente este es un sistema básico muy simple, que se complementa con otros elementos, como transformadores, amplificadores, etc., para eliminar un sinnúmero de efectos secundarios como ecos locales, atenuaciones para lazos largos, etc.

Entonces una red de telefonía fija es el conjunto de elementos que hacen al sistema de comunicación un implemento menor hasta el más complicado equipo de conmutación o de radio, de acuerdo a las funciones operativas, la red telefónica se puede diferenciar en Planta Interna y Planta Externa.

La planta interna comprende tanto el equipo de conmutación, señalización, fuerza y equipos auxiliares en las centrales telefónicas, así como también conmutadores o aparatos de abonados ubicados en el domicilio de los mismos.

La planta externa forma el conjunto de elementos o instalaciones que sirven de vínculo entre el abonado y su correspondiente central.

Los diferentes tipos de telefonía son:

### 2.3.1.- Telefonía Celular.

En un sistema de Telefonía Celular el área de servicio está dividida en celdas, cada una de aproximadamente 2 a 30 Km de diámetro, con una estación base cubriendo toda el área de la celda, esto permite utilizar equipos telefónicos de menor tamaño y potencia (portátiles).

Debido al incremento de la demanda por servicio, puede ocurrir que la cantidad de frecuencias asignadas a una celda sea insuficiente para absorber el tráfico, en este caso es posible subdividir la celda en celdas más pequeñas y por lo tanto repartirse el tráfico de la celda original.

#### 2.3.1.1.-Ventajas del sistema móvil celular.

Utilizar transmisores de baja potencia (menor de 10 Watts)

Las señales emitidas por la estación base de cada celda son de baja potencia (máximo 50 Watts) permitiendo la reutilización de frecuencia de radio en otras celdas del sistema.

La reutilización de frecuencias permite ampliar la capacidad del sistema para cursar mayor número de llamadas simultáneamente.

La capacidad de tráfico y cantidad de abonados del sistema puede ser ampliada en virtud de celdas y frecuencias.

La red internacional une las redes de los distintos países.

Una llamada puede ser establecida desde cualquier punto del área de servicio y terminar en un lugar lejano sin interrumpir la comunicación.

Los equipos para abonados pueden ser instalados en residencias (fijos al igual que un teléfono convencional), en vehículos (móviles), etc.

#### 2.3.2.- Telefonía por Cable.

En un principio solo un número reducido de usuarios contaba con el servicio telefónico, por lo que la interconexión entre ellos respondía a principios simples.- Cada abonado debía tener una línea conectada a cada uno de los usuarios que componía la red, seleccionando la conexión mediante un conmutador, lo que se llama un sistema de batería local o red en polígono y se muestra en la figura 2.

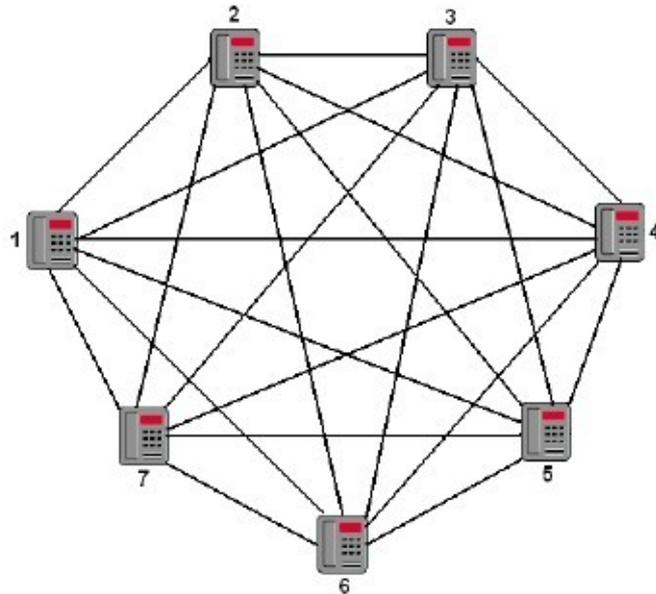


Fig. 2 Sistema de batería local o red en polígono  
 Cuando fue creciendo el número de abonados y la distancia entre ellos, también fue incrementándose la cantidad y longitud de los cables, de modo que fue necesario crear otra filosofía y esta fue el sistema de batería central o red en estrella (figura 3), donde mediante un conmutador manual, una persona encaminaba el tráfico telefónico dentro de una misma zona.

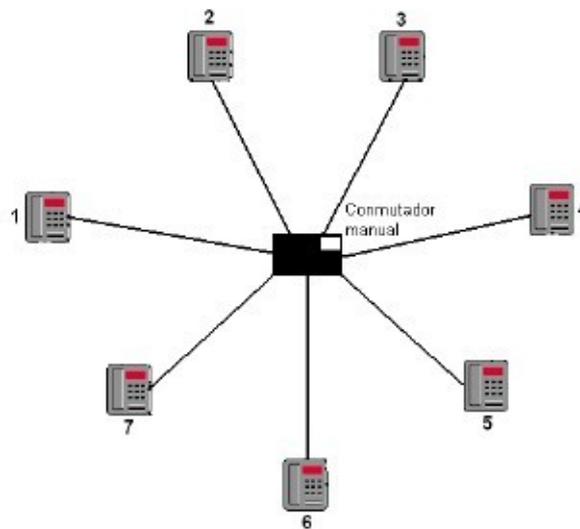


Fig. 3 Sistema de batería central o red en estrella.

Al crearse muchas estaciones con conmutador manual, se debió realizar enlaces entre ellas, tornándose el sistema muy complejo (figura 4).

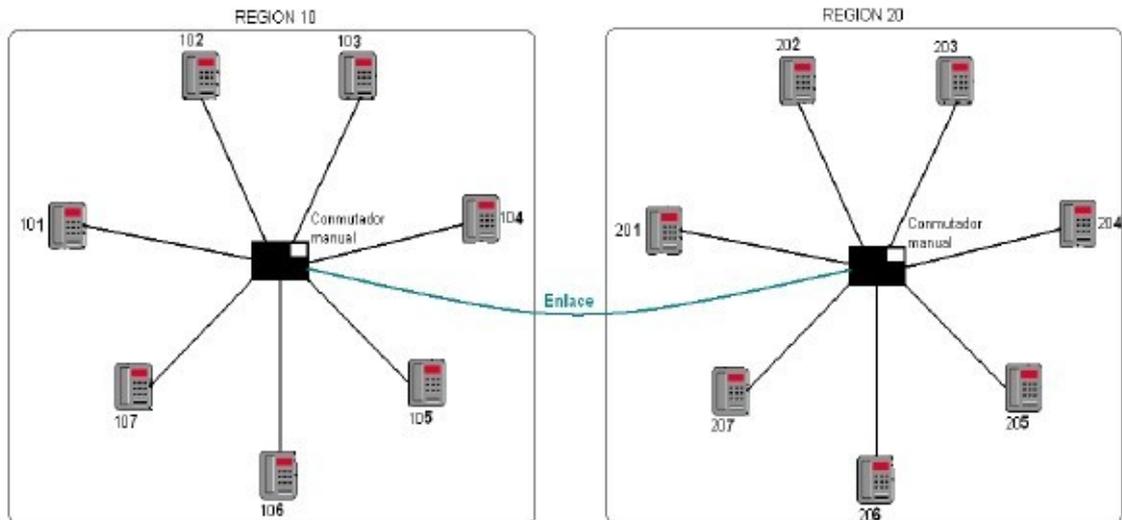


Fig. 4 Conmutadores manuales enlazados entre ellos.

Luego con el pasar del tiempo y mirando las necesidades, en una primera etapa se crearon los equipos de conmutación automática para interconectar los abonados solo dentro de una misma región, hasta que se llegó a la utilización masiva de la electrónica para automatizar todos los sistemas de telecomunicaciones.

En fin la función de la red telefónica es poner en relación dos abonados, para hacerlo se establece la comunicación utilizando información dada por el abonado que solicita la comunicación, luego se mantiene el enlace durante el tiempo de intercambio de información con una calidad de sonido suficiente, supervisándolo para detectar cuando se produce el fin de la comunicación para liberar los equipos, para que estos pasen a servir a otra comunicación.

### 2.3.3.- Tipos de redes

El aparato telefónico está unido con la central telefónica por un par de hilos conductores.- Las formas de unir el teléfono con la central son por medio de una **red rígida** y por medio de una **red flexible**.

**Red Rígida:-** En una red rígida, todos los conductores se prolongan eléctricamente, de una sección de cable a otra, mediante empalmes soldados, de esta manera, todos los pares quedan directamente establecidos desde el Repartidor Principal de la Central, hasta el punto de distribución.

**Red Flexible:-** En una red flexible, el aparato del abonado está conectado a un punto de sub-reparación denominado "Armario de distribución", desde el cual salen los cables

principales hacia la Central Telefónica.- Al conjunto de cables que van desde la Central Telefónica al Armario de distribución se le denomina Red Primaria y al conjunto de cables que van desde el Armario de distribución a los puntos o cajas de distribución se denomina Red Secundaria.

### 2.3.3.1.- Comparación entre red rígida y red flexible.

Las principales comparaciones entre los dos tipos de redes, se presentan en la tabla1:

Red rígida.	Red flexible.
Unión directa abonados con Central.	Abonados conectados al Armario, y este a la Central.
Fácil diseño.	Zonas de Armario difíciles de ubicar
Dificultad en las ampliaciones.	Ampliación sencilla.
Gran cantidad de pares no utilizados.	Economía de pares en la Red Primaria.
Dificultad en mantención.Fácil de hallar averías.	

Tabla 1. Comparación entre red rígida y red flexible

## 2.4.- PLANTA INTERNA

Para el diseño de una planta interna se debe tener en cuenta las características de cada uno de los componentes que la constituyen, los componentes primordiales son:

1. Centrales de conmutación
2. Central interurbana
3. Central concentración
4. Oficina central
5. Central satélite
6. Central remoto
7. Concentrador
8. Equipo de conmutación automático de un establecimiento privado(PBAX)
9. Central de energía y fuerza
10. El pararrayo.

### 2.4.1.- Centrales de conmutación

La conmutación es la parte inteligente de la red que permite unir temporalmente la línea del abonado que pide la conmutación, a la línea del otro abonado, siendo conectado a la

misma central o a un circuito intercentral que va a otro conmutador.- Las centrales de conmutación están compuestas por la [red de conexión, y una serie de órganos internos.](#)

## Red de Conexión

La función de la red de conexión en los sistemas de conmutación digitales es soportar mediante una o más etapas de conmutación de canales en el espacio y en el tiempo, el establecimiento de comunicaciones digitales a través de la central, dichas comunicaciones son bidireccionales.- Las informaciones digitales a transmitir pueden ser datos, o muestras de señales analógicas codificadas según las técnicas de M.I.C. (Modulación de Impulsos Codificados).

La red de conexión de los sistemas digitales es pasiva en cuanto al significado de las informaciones digitales que soporta y se limita a conmutar canales de 64 Kb/s con independencia del contenido de dichos canales proporcionando una característica de integridad de información transportada, de esta manera la red de conexión de un sistema de conmutación digital puede soportar tanto servicios de voz como de datos.

El retardo de transmisión introducido por la central digital se define como la suma de los tiempos necesarios para que las muestras de conversación o datos atraviesen la central en ambas direcciones y debe estar comprendido dentro de los límites que se muestran en la tabla 2:

Conexión.	Valor medio.
Digital - digital.	< 900µs.
Digital - analógico.	< 1500µs.
Analógico - analógico.	< 2100µs.

Tabla 2. Retardos de transmisión en la central digital

## Órganos Internos

Además de los elementos fundamentales ( red de conexión, control, e interfaces ), las centrales de conmutación digital incorporan una serie de elementos adicionales que realizan funciones diversas.- Algunas de estas funciones son indispensables para el funcionamiento de la central o su integración en la red, y otros para la prestación de servicios.- Existen órganos de sincronización del reloj, de señalización con otras

centrales y abonados, prueba de líneas y enlaces, circuito de conferencia múltiple, órganos de conmutación de paquetes, entre los principales órganos internos fundamentales tenemos:

Receptores Multifrecuencia

Emisores Multifrecuencia

Generador de Tonos

Generador de Locuciones

Conferencia Múltiple

Temporización y Sincronización

Reloj de Fecha y Hora

Señalización por Canal Común

Prueba de Líneas

Prueba de Enlaces

**Receptores Multifrecuencia:-** Los receptores multifrecuencia son los órganos de las centrales digitales que detectan y decodifican las señales multifrecuencia, la señalización multifrecuencia consiste en combinaciones de dos frecuencia de la banda local, cada pareja de frecuencias representa una señal telefónica o un dígito marcado por el abonado.

**Emisores Multifrecuencia:-** Generan las combinaciones de frecuencias utilizadas para señalización entre centrales, el emisor multifrecuencia genera continuamente las muestras correspondientes a todas las combinaciones de frecuencias del sistema de señalización de que se trate.

**Generador de Tonos:-** Los tonos son señales de audiofrecuencia que la central envía al abonado para informarle del progreso en el establecimiento de la llamada o durante el uso, activación, verificación, y desactivación de un servicio suplementario.

**Generador de Locuciones:-** Las locuciones son mensajes hablados que se envían a los abonados para informarles de incidencias relacionadas con el servicio solicitado tales como averías, sobrecargas, cambios de numeración, etc.

**Circuito de Conferencia Múltiple:-** Este servicio ofrece a los abonados la posibilidad de comunicarse simultáneamente con dos o más interlocutores, siempre y cuando el abonado haya pedido que le habiliten este servicio.

**Órganos de Temporización y Sincronización:-** Permiten que las señales digitales que fluyen a través de los sistemas de transmisión y conmutación digitales sean síncronas.

**Reloj de Fecha y Hora:-**Las centrales digitales disponen de fecha y hora para llevar a cabo sus tareas, debido a que la generación se realiza a partir del reloj de la central o de la frecuencia de la red.

**Órganos de Señalización por Canal Común:-** La señalización es una de las modalidades utilizadas actualmente entre centrales, en la red telefónica de cualquier compañía, dicha señalización es la que permite a las centrales entre ellas conversar y comunicarse para establecer las comunicaciones.

**Órganos de Prueba de Líneas:-** Permiten realizar pruebas automáticas en las líneas de los abonados, bajo el control del software de mantenimiento de la central, en base a indicaciones por los mecanismos de supervisión u órdenes del operador.

**Órganos de Prueba de Enlaces.**

Estas pruebas se las hace tanto en enlaces digitales como en enlaces analógicos y se los hace de la siguiente forma:

En los enlaces digitales, se mide la tasa de bits erróneos.

En los enlaces analógicos, se mide la atenuación, la respuesta de frecuencia y el ruido.

#### 2.4.2.- Central Interurbana.

Cuando llega el momento de enlazar una ciudad con otra, se supondría un número de enlaces enorme, pero lo más lógico es formar una central que se encuentre conectada a todas las centrales de la ciudad, luego unir estas dos nuevas centrales entre sí, a estas nuevas centrales se llamarán Centrales Interurbanas.

#### 2.4.3.- Central Concentración (Central Tándem).

Es una central de conmutación urbana que concentra varias centrales de un área múltiple y no dispone de abonados.

#### 2.4.4.- Central Local

Es básicamente la central de conmutación a la que se conectan los abonados.

#### 2.4.5.- Central Satélite.

Es la central de conmutación parcial, alejada de la central principal, y que permite dar servicio a abonados de esta central principal.

#### 2.4.6.- Central Remota.

Esta central permite dar servicio a un área independiente de la principal, y por lo general se encuentra alejada de la central principal.

#### 2.4.7.- Concentrador.

Es un equipo de conmutación que vincula las líneas de abonados de un área a un cable alimentador con su oficina central.

#### 2.4.8.- Central Privada (PBAX).

Es el equipo de conmutación automático de un establecimiento privado, este cumple funciones similares a las centrales públicas, con algunos servicios extras, pero su ámbito de trabajo se restringe a una empresa.

#### 2.4.9.- Central de energía y fuerza.

Es una sala al interior de la central telefónica en la cual se concentran los equipos de energía y fuerza, que permiten tener un buen suministro de energía, para los distintos equipos que conforman la central telefónica.

#### 2.4.10.- El pararrayos

El pararrayos está situado en las centrales, donde están los equipos de conmutación, sirve de protección a los circuitos telefónicos de cualquier descarga eléctrica, protegiendo a la vez los equipos mismos que puedan ser dañados con esta sobretensión.

#### 2.5.- PLANTA EXTERNA

La planta externa constituye la parte de la red que se encuentra desde el aparato del abonado a su conmutador, y se debe tener en cuenta que comprende básicamente de la siguiente secuencia de actividades que se desarrollan de acuerdo a las necesidades telefónicas del lugar:

- Red de dispersión
- Red secundaria
- Red primaria
- Procesamiento de la información.

Las principales consideraciones para el diseño de planta externa, es desarrollar las redes de telecomunicaciones en función de las necesidades y posibilidades económicas del país, permitiendo alcanzar una buena calidad de servicio de transmisión y obtenido el máximo rendimiento de los capitales invertidos.

Un diseño de planta externa será bueno si plasmado en un documento, permite al constructor su ejecución y luego de la construcción se observa que las redes atienden la demanda del servicio, operan y guardan la estética del entorno.- Es decir la planta externa debe soportarse en las tres Bs: Bueno, Bonito y Barato, metas a conseguirse tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

Procurar no causar una extrema alteración en la sociedad y en el aspecto financiero como: sobrecargar postes de energía eléctrica con cargas mayores a las permitidas, romper pavimentos o aceras sin un análisis previo y medurado, diseñar redes que vayan hacer afectadas por factores de naturaleza extraña (Inducción de alta o baja frecuencia, aguas servidas, etc.), por lo que se debe investigar las políticas y reglamentos de los municipios y empresas de servicio público.

Considerar las instalaciones existentes y su calidad, así fuesen el resultado de una mala planificación.

Considerar las reservas dentro de la zona de crecimiento de una red.

Escoger la mejor alternativa costo/beneficio, considerando los factores de transmisión.

Actividad económica del posible abonado: nivel de ingresos, nivel económico de la zona, analizando subjetivamente de acuerdo al tipo y uso de la construcción, capacidad adquisitiva para obtener el servicio, pero sin perder el horizonte social.

Ubicación geográfica del posible abonado: vías de comunicación, áreas de influencia, en qué dirección y como se desarrollara la población y las construcciones en el área, por lo que es necesario contactarse con las entidades públicas y empresas constructoras que tienen que ver con el uso del suelo.- Esto ayudara a determinar la cantidad lo más exacta posible de los abonados y su certera ubicación.

No creer que la automatización de ciertos procesos nos va a permitir alcanzar la excelencia en el diseño, porque las maquinas no pueden hacer un estudio de la demanda en el campo, y esta es la que va a dar la pauta en la realización del diseño.

### 2.5.1.- Red de dispersión

Cada caja de dispersión con sus cables salientes, conforma un área de dispersión y el conjunto de todas las áreas de dispersión forman la red de dispersión (figura 5).- Las cajas pueden ser de 10 pares ó 20 pares que son las más utilizadas en el país, pero también existen de mayor cantidad en el mercado.

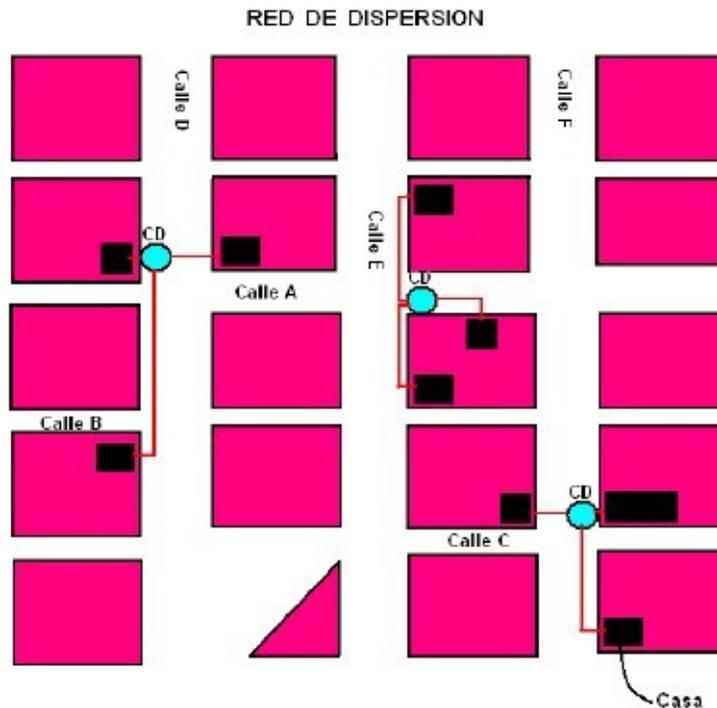


Fig. 5 Red de distribución

Las cajas de dispersión CD se las debe nombrar con un orden alfanumérico que comienza de manera descendente hacia el armario de distribución, es decir la caja A1 debe ser la más lejana al armario correspondiente.

Cabe decir que cada serie alfanumérica está compuesta de 50 pares es decir cinco cajas de la siguiente manera, A1,A2,A3,A4,A5, luego B1,B2,B3,B4,B5, y así sucesivamente dependiendo de la cantidad de regletas que tenga el armario.

Una vez estructurados los pequeños paquetes de áreas de dispersión, se los agrupa para formar los grandes paquetes llamados distritos, procurando que tenga una forma regular, se los debe limitar.

### 2.5.2.- Red Secundaria

Una vez que las cajas han sido ubicadas en el diseño de la red de dispersión, se procede a unir las con los armarios de distribución de cada distrito de donde salen cables de baja capacidad, que pueden ir desde 10pares, 20, 30, 50, 70, 100, 150 y hasta 200pares, para alimentar las cajas de dispersión, formando la Red Secundaria(figura 6).- El área de cobertura de la red secundaria es igual al área de cobertura de la red de dispersión, la suma de la red secundaria y la red de dispersión conforman el distrito.

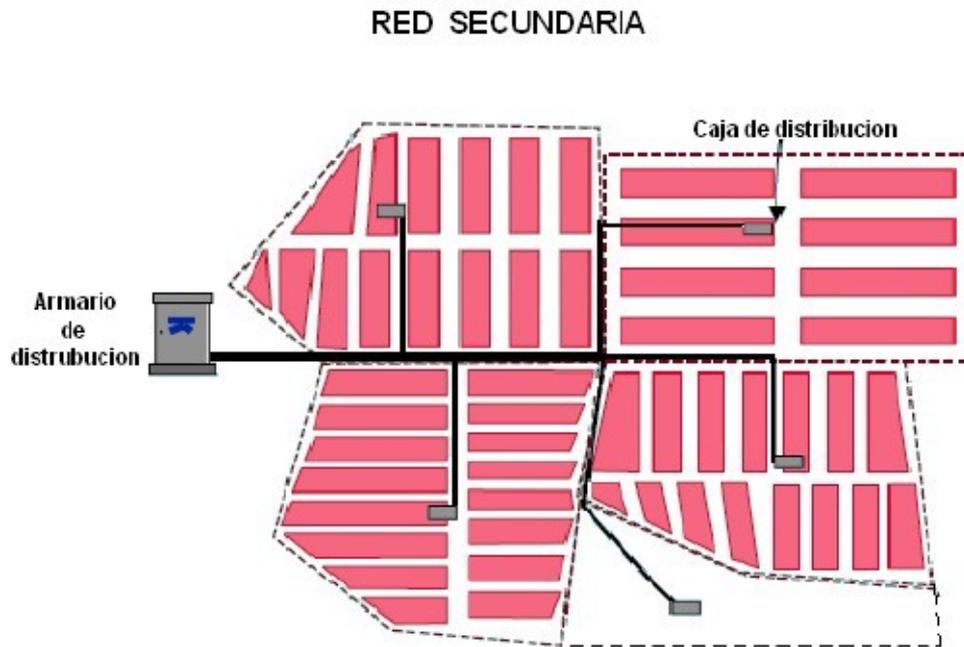


Fig. 6 Red Secundaria

Del cuidado que se haya tenido en limitar las áreas de dispersión, depende que se cumpla que los límites de un distrito deben ser los ejes de las vías, para que los cables de la red secundaria no las atraviesen transversalmente, debiéndose procurar que el armario de distribución se ubique en las coordenadas  $1/3$  de largo y  $1/3$  de ancho del rectángulo que forma el distrito, respectivamente medidos desde el vértice más cercano a la central local.

En caso de inducciones de energía eléctrica, de las emisiones de radio frecuencia, de las descargas atmosféricas, etc., se debe proyectar una tierra por cada serie secundaria a la altura de una caja, también por cada 500 metros en los cables superiores a 1500 metros, y en todas las cajas autoprotegidas ubicadas en postes con transformador.

### 2.5.3.- Red Primaria

Una vez que los armarios de distribución han sido ubicados en el diseño de las redes secundarias de los distritos componentes de la ruta se procede a unirlos por medio de cables aéreos o canalizados desde la central telefónica, los cables deben ser de una adecuada capacidad, y pueden ir desde los 400 pares hasta los 2400 pares, para alimentar a los distritos a través de los armarios de distribución, formando la Red

Primaria(figura 7).- Las sumas de las áreas de cobertura de los distritos conforman el área de cobertura de una ruta, termino equivalente a red primaria.

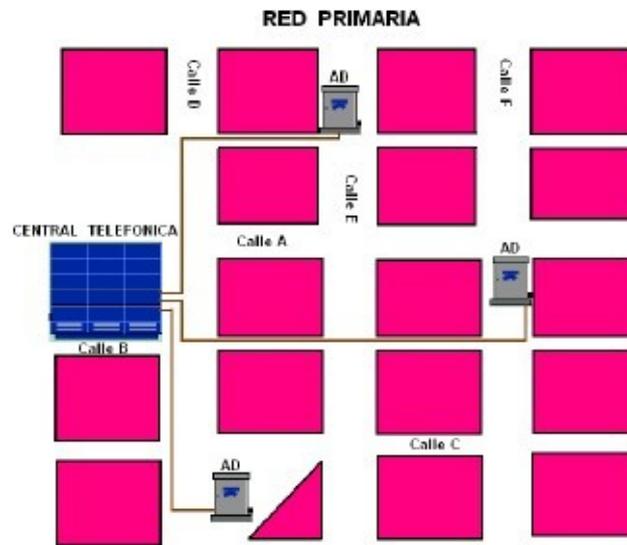


Fig. 7 Red Primaria

Los distritos se deben numerar de forma ascendente, desde el armario de distribución más cercano a la central local hacia la periferia, también se debe tomar en cuenta que cada armario tiene su respectiva tierra.

En caso de crearse nuevos distritos y solo y la secuencia numérica está copada, la nomenclatura será alfanumérica, es decir si un distrito 07 está copado y se necesita otro la nomenclatura quedaría, distrito 07 y distrito 07A.

#### 2.5.4.- Procesamiento de la Información

Una vez terminado el borrador del diseño total, se debe procesar la información ya sea siguiendo un proceso manual o un proceso informático, cualquiera que sea el proceso adoptado, en este se debe entregar los planos originales.

## 2.6.- LA TRANSMISION

La transmisión es el conjunto de medios o técnicas que permiten transmitir la señal telefónica (y la señalización asociada) entre los autoconmutadores con una calidad suficiente.- La transmisión utiliza varios soportes: pares metálicos simétricos (de cobre), cables coaxiales, guías de onda, fibras ópticas, etc.

Básicamente para comunicaciones telefónicas se puede tener tres técnicas de transmisión:

### 2.6.1.- Transmisión en baja frecuencia

Denominada también transmisión en banda base y utilizada en distancias cortas, inferiores a 10 kilómetros.- Cada circuito telefónico está asociado a un par de hilos de cobre sobre los cuales la señal es transmitida tal cual es esta, es decir sin ninguna transformación especial o traslación de frecuencia del mensaje que caracteriza a la modulación.

Aunque la mayoría de los sistemas de comunicación son sistemas de modulación, la transmisión en banda base es importante, puesto que los enlaces conectados con la banda base son parte de algunos sistemas de modulación y varios de los conceptos y parámetros de la comunicación de banda base conducen directamente a la modulación.

### 2.6.2.- Transmisión analógica de alta frecuencia

Cuando las distancias de transmisión son mayores a 10 kilómetros, un medio más económico de transmisión es multiplexar varios circuitos telefónicos sobre un mismo soporte.- Una de las primeras técnicas utilizadas constituye el multiplexaje analógico o de frecuencia.- El método de división de frecuencia es generalmente conocido debido a que mediante el todos los sistemas de radio comparten un medio común de comunicación, como lo es el espacio electromagnético, en este método cada canal tiene asignado una banda de frecuencias, superponiéndose estas ondas mediante el uso de filtros pasabanda.

En el caso de los filtros de recepción son especiales para separar el canal deseado de los demás, pero los filtros de emisión no son esenciales si se puede garantizar que cada canal esté libre de componentes de frecuencias adulteradas que puedan ocultarse junto con otros canales, en la práctica, los filtros de emisión son, a pesar de todo, siempre indispensables.

### 2.6.3.- Transmisión Digital

Este tipo de transmisión utiliza una técnica especial basada en el multiplexaje temporal o TDM.- El multiplexor por división de tiempo permite transmitir varios mensajes con facilidad, compartiendo en el tiempo una porción para cada mensaje, las varias señales a ser transmitidas son secuencialmente muestreadas y combinadas para ser transmitidas sobre un mismo canal.

En efecto, en este método conmutadores sincronizados (electromagnéticos o electrónicos) en cada extremo de la instalación de comunicaciones, permiten transmitir muestras por turno desde cada uno de los canales y entregarlas igualmente como muestras al canal adecuado del extremo receptor.

El teorema del muestreo, da la velocidad mínima a la que los conmutadores deben girar. Si existe  $n$  canales, cada uno de frecuencia límite superior  $f$ , entonces la velocidad mínima de rotación es  $2f$  y el número de pulsos por segundo es  $2nf$ , en la práctica la velocidad de conmutación deberá ser mayor que este número mínimo para permitir la construcción de un filtro de reconstitución adecuado en el extremo receptor.- Cada

pulso en el camino de transmisión conduce una amplitud y esto se llama modulación de amplitud de pulsos en ciertos casos.

En telefonía se utiliza el espectro de frecuencia comprendido entre 0 a 4000Hz, fijándose por consiguiente la frecuencia de muestreo en 8000Hz.

El CCITT recomienda dos tipos de multiplexación de primer orden: MIC de 30 canales de tipo europeo, y MIC de 24 canales de tipo americano.

## 2.7.- LA CONMUTACION TELEFONICA

Como se ha visto en las centrales de conmutación, la conmutación requiere de tres funciones básicas: comando, señalización y conexión

### 2.7.1.- Órganos de comando

Las características de estos órganos variaran de acuerdo a los sistemas, así pues si se refiere a un sistema de tipo electromagnético, los órganos de comando estarán constituidos por muchos elementos, en tanto que para un sistema electrónico lo constituye un computador.

Los órganos de comando cumplen entre otras las siguientes funciones:

- Función de registro

- Función de traducción

- Función de tarificación

Función de gestión

Función de mantenimiento.

#### 2.7.1.1.- Función de registro

Cuando se realiza la llamada, las primeras etapas en el establecimiento de la comunicación se refieren a registrar las características de la línea del abonado que llama.- El registrador es el órgano que cumple esta función, pues almacena ciertos datos como:

Las características del abonado, como por ejemplo características técnicas, especificando si la numeración se hace por disco o teclado.

Las cifras del numero del abonado llamado

Una vez que el registrador ha recibido del abonado toda la información para la comunicación, comanda el establecimiento de la misma.

#### 2.7.1.2.- Función de traducción

En operaciones de conmutación la principal información utilizada es el número de guía telefónico, el cual no es utilizado directamente, puesto que este número no da el lugar donde se encuentra el abonado a quien se llama.

Con las primeras cifras del numero llamado, se determina el autoconmutador al cual el abonado llamado está conectado, haciéndose un análisis para buscar un camino hacia su central, constituyéndose este proceso la traducción de entrada.- Luego la central hallada realiza el análisis completo del numero, para orientar la llamada hacia la línea del abonado llamado, siendo esta la traducción de llegada.

#### 2.7.1.3.- Función de tarifación

Normalmente el abonado que llama es quien paga la conmutación, existiendo otro tipo de llamada en la que el abonado llamado es quien paga.

Cada abonado en la central está conectado a un conmutador de pulsos de tarifación, cuya velocidad depende del tipo de llamada.

La línea de abonado está conectada con un equipo llamado yuntor de tarifación el cual envía los pulsos de tarifación hacia el contador.- La información se almacena en memorias, para luego pasar a registrarse en cintas.

#### 2.7.1.4.- Función de gestión

La gestión en una central telefónica depende de la demanda y de la evolución del tráfico en la red y servirá para proporcionar una correcta calidad de servicio.

Las operaciones de gestión que se realizan diariamente son:

- Conectar nuevos abonados

- Conectar nuevos circuitos

- Modificación de categorías

- Modificación de traducción

Estas operaciones se realizan en la central, en el caso de las del tipo electromecánico consiste en cambiar o hacer nuevos cableados, en tanto que en las electrónicas se hace mediante terminales que permiten dialogar con el computador de la central.

Para mantener la calidad de servicio son necesarias entre otras las siguientes operaciones:

- Medidas de tráfico

- Observaciones de la repartición de tráfico

- Mediciones de duración de las comunicaciones

- Evaluación de carga total de la central, para conocer si existe sobrecarga.

En su mayoría, estas pruebas son realizadas automáticamente.

#### 2.7.1.5.- Función de mantenimiento

Para mantener una cierta calidad de servicio se deben detectar las fallas, realizando un mantenimiento preventivo o correctivo.-En centrales electrónicas el computador realiza la supervisión de toda la central, efectuando:

- Supervisión de funcionamiento de la central: detectándose llamadas que introducen errores y realizándose pruebas de rutina.

- Supervisión del funcionamiento de los enlaces externos: desde la central se supervisan las líneas de abonado y los circuitos generalmente automáticamente por las noches.

- Localización de equipos averiados: el computador determina la tarjeta que no funciona y el personal de mantenimiento la reemplaza.

## 2.7.2.- Señalización

Una central telefónica puede recibir pedidos de comunicación hechos a distancia, ya sea por abonados o por centrales lejanas, necesitando por tanto del intercambio de informaciones, las mismas que permitirán el establecimiento de la comunicación.-

Todas estas informaciones constituyen la señalización.

### Señalización terminal

Es la señalización realizada entre la central y los abonados, y utiliza dos técnicas: abrir o cerrar el bucle de la línea de abonado y la emisión de frecuencias en la banda vocal.

En caso de señalización terminal, los equipos de señalización serán el aparato telefónico en el lado del abonado y los yuntores en el lado de la central.

Los yuntores son interfaces con la línea del abonado, con la central o con circuitos que llegan o salen de la central.- A los yuntores se los denomina también circuitos terminales, los yuntores son circuitos pasivos controlados por los equipos de comando.

### Señalización intercentrales

Es la señalización utilizada en el caso de comunicación no local, es decir en el caso que intervienen dos o más centrales y se la realiza intercambiando señales eléctricas.

#### 2.7.2.1.- Transmisión de la señalización

Como en el caso de la señalización entre abonado-central, se puede transmitir la señalización por el mismo soporte de transmisión de la conservación o utilizando otro soporte, dependiendo de esto, se pueden tener dos técnicas de transmisión de la señalización.

- a) Señalización canal por canal.- En esta señalización para cada canal telefónico existe un canal de señalización, pero se tiene el inconveniente de que la central debe emitir sobre todos los canales de señalización existente.- Los tipos de señales emitidas en la señalización canal por canal son:

- Señales por cambio de estado
- Señales por pulsos
- Señales por acuse de recibo

- b) Señalización por canal semáforo.- En este caso un solo canal transporta la señalización de todos los canales telefónicos.- Esta señalización se emplea en el caso de sistemas electrónicos.

### 2.7.2.2.- Métodos de transmisión de la señalización

En general la señalización puede ser intercambiada:

- Sobre un solo soporte
- Sobre varios soportes
- En la banda vocal
- Fuera de la banda local

Las técnicas utilizadas son:

- Señalización por corriente continua
- Señalización por corriente alterna
- Señalización en banda vocal: se utilizaran cuando no hay conversación o sobre otro soporte.
- Señalización fuera de banda: se utiliza en caso de multiplexaje entre dos centrales; por ejemplo FDM, TDM.

### 2.7.3.- Conexión

La función de conexión permite establecer un itinerario o camino para la transmisión de señales de conversación entre el abonado que llama y el llamado, o entre un órgano de la central y un abonado.

La conexión tiene que cumplir las características de transmisión (distorsión, ruido, atenuación, etc.)

## 2.8.- PARÁMETROS IMPORTANTES EN UN ENLACE

### 2.8.1.- Propagación

Las características de propagación de una onda dependen de:

- Obstáculos: suelo, colina, edificios, etc.
- Características eléctricas del terreno: constante dieléctrica, conductividad, etc.
- Propiedades físicas del medio: meteorológicas, etc.
- Frecuencia y polarización de la onda.

2.8.1.1.- Propagación en línea de vista:- Para la línea de vista bajo condiciones normales, las ondas son modificados a una trayectoria curva manteniéndola cerca de la tierra, este efecto puede ser aproximado por el hecho de que las ondas viajan en línea recta pero el radio terrestre incrementa la dimensión en un tercio, conocido como factor

k. ( $k=4/3$ ), en la mayoría de los casos, sobre todo en las bandas de microondas, se requiere enlace visual entre las antenas.

2.8.1.2.- Propagación por onda de superficie:- Los primeros modelos de onda de superficie son modelos que suponen una tierra lisa y de características eléctricas uniformes, lo que implica una longitud de onda mucho mayor que las posibles discontinuidades. Además se suponen que tanto la antena transmisora como la antena receptora se encuentran muy próximas a la superficie terrestre.- La componente vertical se propaga sobre la superficie sin mínimas pérdidas, mientras que la componente horizontal se atenúa por el efecto de la conductividad del suelo. La atenuación por absorción es tanto mayor cuanto menor sea la conductividad del suelo.

### 2.8.1.3.- Propagación por onda ionosférica

La ionosfera es la región de las capas altas de la atmósfera (60 a 400 km de altura), que debido a su ionización, refleja las señales radioeléctricas hasta las frecuencias de 30MHz.- La ionización, o presencia de electrones libres, se produce fundamentalmente por las radiaciones solares en las bandas de ultravioletas y de rayos X, por los rayos cósmicos y por los meteoritos. Esto hace que la densidad de electrones varíe según la hora del día, la estación del año y los ciclos de manchas solares.

2.8.2.- Atenuación:- Es la pérdida de potencia del haz de radiación electromagnética emitido por el radar al atravesar el medio en el que viaja.- La atenuación afecta al camino de ida y vuelta del haz del radar, en caso de la atenuación por espacio libre, esta viene dada por la siguiente fórmula:

$$\alpha_{dB} = -32,44 -20 \log f [ \text{ MHz } ] -20 \log r [ \text{ Km } ]$$

Donde: f es la frecuencia de la señal y r es la distancia del enlace.

La atenuación del haz se debe a varios componentes atmosféricos principalmente:

- Atenuación por lluvia
- Atenuación por niebla
- Atenuación por hielo y nieve
- Atenuación por gases atmosféricos
- Efectos de la vegetación y de las reflexiones multicamino.

Los fenómenos físicos implicados en el proceso de la atenuación son dos:

- 1.- Absorción de parte de la energía incidente.
- 2.- Dispersión de esta energía.

### 2.8.3.- Interferencia de las ondas

Si dos o más ondas coexisten en una misma región del espacio, se dice que se interfieren solo cuando las longitudes de onda son iguales.- Esto es, que las ondas originales individuales se superponen para producir una onda resultante.

### 2.8.4.- Difracción de las ondas

La difracción es un fenómeno característico de las ondas que consiste en la dispersión y curvado aparente de las ondas cuando encuentran un obstáculo.- La difracción ocurre en todo tipo de ondas, desde ondas sonoras, ondas en la superficie de un fluido y ondas electromagnéticas como la luz y las ondas de radio.

2.8.5.- **Microondas**:- Se denomina así a la fracción del espectro electromagnético, que cubre las frecuencias entre aproximadamente 3Ghz y 300Ghz que corresponde a la longitud de onda en el vacío entre 10cm y 1mm.

## 2.9.- Estructura general de los Radioenlaces

Un radioenlace está constituido por:

- Estaciones terminales
- Estaciones repetidoras intermedias
- Activos
- Pasivos
- Antenas
- Equipos de supervisión y control.

2.9.1.- **Estación base**:- Es una instalación fija de radio para la comunicación bidireccional, se usa para comunicar con una o más radios móviles o portátiles. Las estaciones base normalmente se usan para conectar radios bidireccionales de baja potencia, como por ejemplo la de un teléfono móvil, un teléfono inalámbrico o una computadora portátil con una tarjeta WiFi.- La estación base sirve como punto de

acceso a una red de comunicación fija (como la Internet o la red telefónica) o para que dos terminales se comuniquen entre sí yendo a través de la estación base.

2.9.2.- Repetidores:- Un repetidor es un amplificador de señal que permite extender la cobertura de una estación base en áreas donde hay poca señal, en ocasiones una densa vegetación o la construcción de nuevos inmuebles debilitan la cobertura de algunas zonas, haciendo imposible la comunicación mediante móvil o haciendo perder llamadas por la baja calidad de la llamada, en esos casos el mejor recurso es el de un repetidor.

Esta solución es una alternativa económica al uso de estaciones base por los operadores, que permite expandir el servicio de red ya existente dentro de edificios o zonas rurales.

## 2.10.- Espectro Electromagnético de Frecuencias

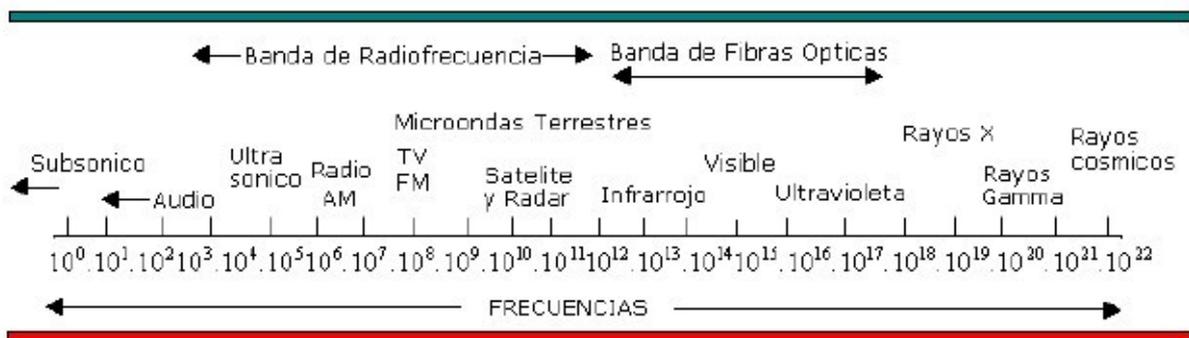


Fig.8 Espectro Electromagnetico

Las distintas partes del espectro electromagnético se diferencian por su frecuencia o por su longitud de onda, tal como se muestra en la figura 8.- Las ondas más largas (de menor frecuencia) son las de radio y televisión cuyas longitudes oscilan entre unos cuantos metros y unos mil kilómetros. Las de microondas tienen entre 1 y 0,001 m.- Con longitudes de onda más pequeñas que van desde  $10^{-3}$  hasta  $7 \times 10^{-7}$  m, se hallan los rayos infrarrojos.- Luego viene la que conocemos como luz o región visible del espectro, que va desde el rojo ( $7 \times 10^{-7}$  m) hasta el violeta ( $4,5 \times 10^{-7}$  m).- Por su parte, las ondas electromagnéticas con frecuencias más altas que las visibles son las siguientes: los rayos ultravioletas (desde  $4 \times 10^{-6}$  a  $5 \times 10^{-8}$  m); los rayos X (de entre  $10^{-8}$  hasta  $10^{-11}$  m), y los rayos gamma, que llegan a tener longitudes de hasta  $10^{-13}$  m. Las ondas electromagnéticas cubren una amplia gama de frecuencias o de longitudes de

ondas y pueden clasificarse según su principal fuente de producción.- La clasificación no tiene límites precisos y se presenta en la tabla 3:

Región del espectro	Intervalo de frecuencias (Hz)
Radio-microondas	$0 \text{---} 3,0 \cdot 10^{12}$
Infrarrojo	$3,0 \cdot 10^{12} \text{---} 4,6 \cdot 10^{14}$
Luz visible	$4,6 \cdot 10^{14} \text{---} 7,5 \cdot 10^{14}$
Ultravioleta	$7,5 \cdot 10^{14} \text{---} 6,0 \cdot 10^{16}$
Rayos X	$6,0 \cdot 10^{16} \text{---} 1,0 \cdot 10^{20}$
Radiación gamma	$1,0 \cdot 10^{20} \text{---} \dots$
Tabla 3. Espectro Electromagnético	

### 2.10.1.- Efectos de la Radio frecuencia en los animales

La comunicación entre teléfono y antena se realiza mediante ondas electromagnéticas, generadas por ambos aparatos, la antena de la estación base, crea a su alrededor un campo electromagnético o un espacio en el que actúan sus radiaciones.- Esta radiación de radiofrecuencia es no ionizante y sus efectos biológicos son diferentes de los de la radiación ionizante.- La interacción del material biológico de los animales y otros seres vivos, con una emisión electromagnética, depende de la frecuencia de la emisión, a frecuencias extremadamente altas las ondas electromagnéticas tienen suficiente energía para romper enlaces químicos (ionización), a frecuencias más bajas como las utilizadas en radiocomunicaciones, la energía de las ondas se considera demasiado baja para romper enlaces químicos (no ionizantes), de esta manera se puede deducir que los efectos de radio frecuencia hacia los animales y hacia las personas en la Isla Santa Cruz, no es perjudicial. (11)

### 2.11.- CDMA Y SU EVOLUCION

Los proveedores de redes móviles utilizan dos tecnologías que permiten adecuarse a la era digital.- Estas tecnologías son el TDMA (Acceso Múltiple por División de Tiempo) y el CDMA (Acceso Múltiple por División de Código).- De estas dos, la técnica más popular es la del CDMA debido a que es capaz de manejar mayores transmisiones por frecuencia, puede generar velocidades de transmisión de datos más altas y transmisiones más seguras que el TDMA.

#### CDMA

El Acceso Múltiple por División de Códigos (CDMA) es la tecnología digital de espectro ensanchado utilizada en las redes celulares de segunda y tercera generación,

debido a que provee una mejor calidad de voz, más privacidad, capacidad y flexibilidad que otras tecnologías inalámbricas.- CDMA se basa en el estándar de protocolo IS-95, se diferencia de las otras tecnologías por su uso de las técnicas separadas del espectro para transmitir voz o datos.- Más que dividir el espectro RF en canales de usuario separados por intervalos de frecuencia o de tiempo, esta tecnología separa a los usuarios asignándoles códigos digitales dentro del mismo espectro.- La tecnología de CDMA incluye alta capacidad e inmunidad del usuario de interferencia por otras señales y funciona en los 800 y 1900 MHz.

En la segunda generación se tiene la llamada cdmaOne que utiliza la interface IS-95, pero la evolución a servicios de tercera generación y la convergencia de servicios de voz y datos está transformando todo el campo de acción para los proveedores de cdmaOne.

#### 2.11.1.- Evolución del interfaz de aire IS-95

##### IS-95-A

Las redes que utilizan el interfaz de aire IS-95 CDMA y el protocolo de red ANSI-41 se marcan como redes cdmaOne.- La interface fue normalizada por la Asociación de Industrias de Telecomunicaciones (TIA) en 1993.

El primer lanzamiento comercial de una red cdmaOne se lleva a cabo en Hong Kong en septiembre de 1995, y hoy se estima que hay más de 50 millones de abonados cdmaOne por todo el mundo.

Algunos de los beneficios del interfaz de aire IS-95 son las transferencias condicionadas (hacer contacto antes de interrumpir) y un aumento de capacidad comparando con redes AMPS.

Los productos cdmaOne fue diseñada principalmente:

- para llevar al máximo las ventajas de la tecnología inalámbrica digital CDMA; y
- para incorporar las eficacias de IP

##### IS-95-B

La norma original de interfaz de aire IS-95-A fue completada con la norma IS-95-B, que incluye varios mejoramientos para algoritmos de transferencia, pero el cambio principal en la norma tenía que ver con tasas de datos más altas para datos CDMA de conmutación en paquetes.

En la tercera generación de CDMA se tiene la aparición de CDMA2000 y sus derivaciones.

## CDMA2000

La evolución de tercera generación de sistemas basados en IS-95 es cdma2000, esta norma inalámbrica fue desarrollada para apoyar a servicios de tercera generación, según la definición de la ITU, la norma está dividida en dos fases, conocidas generalmente como 1X y 3X.

### CDMA2000 1X

El término 1X, proviene de 1XRTT (tecnología de transmisión de radio), es usado para indicar que el portador estándar en el interfaz de aire es de 1.25 MHz, más que IS-95-A e IS-95-B (1 MHz).- Esta norma puede ser implementada en un espectro existente o en nuevas asignaciones de espectro, la norma también prepara el camino para la fase siguiente de redes de tercera generación.

En resumen, cdma2000 1X, que es implementada en asignaciones de espectro existentes:

- entrega aproximadamente el doble de la capacidad de voz de cdmaOne
- da tasas de datos en promedio de 144 Kbps; y
- es compatible hacia atrás con redes y terminales cdmaOne.

### CDMA2000 3X

El término 3X, que proviene de 3XRTT, es usado para significar tres veces 1.25 MHz, es decir 3.75 MHz aproximadamente, cdma2000 3X ofrecen una funcionalidad adicional a medida que evoluciona la industria, permitiendo:

- ofrecer tasas de datos de hasta 2 Mbps
- ser compatible hacia atrás con instalaciones 1X y cdmaOne.

La mayor parte de los operadores de cdmaOne ya implementan cdma2000 1X para obtener un aumento de la capacidad de voz y tasas de datos más rápidas, pero en vez de una migración a cdma2000 3X, se observan otras tecnologías, tales como 1X con datos reforzados, también llamada DS-41, o hasta el sistema local de distribución multipunto (LMDS), para tener un acceso de datos de alta velocidad.

### 2.11.2.- Beneficios a los Proveedores del Servicio

**Mayor cobertura.-** Con su alcance superior y las características de funcionamiento CDMA mejora la cobertura al aire libre y bajo techo.- Las redes CDMA requieren solamente una parte de los asentamientos de celdas que necesitan otras tecnologías inalámbricas para cubrir un área dada, con menos asentamientos de celdas, los proveedores de servicio pueden reducir su inversión de capital así como también sus costos corrientes de operación y mantenimiento.

**Mayor capacidad.-** CDMA provee de 10 a 20 veces la capacidad de las tecnologías analógicas inalámbricas, y más de tres veces la capacidad de otras tecnologías digitales; lo que permite apoyar más abonados.

**Flexibilidad.-** CDMA es la única tecnología inalámbrica que apoya con efectividad tanto los servicios fijos como móviles desde la misma plataforma, dando apoyo a dos fuentes de ingreso, también las redes CDMA cuestan menos en diseño e ingeniería que otros tipos de sistemas inalámbricos, haciéndolos más fáciles de reconfigurar y expandir.

**Implementación rápida.-** Los sistemas CDMA pueden ser implementados y expandidos más rápidamente que la mayoría de las redes de líneas alámbricas y cualquier otro tipo de red inalámbrica porque requiere menos celdas y espacio de celdas.

**Interacción en las operaciones.-** CDMA interacciona con AMPS que es la base de la mayoría de las redes de teléfonos celulares analógicos, con redes de teléfono IS-41 y además permite a otros operadores apoyarse en su equipo.

**Calidad de servicio.-** La superior calidad de la voz en CDMA y servicios que incluyen datos inalámbricos, dan a los proveedores del servicio una ventaja sobre la competencia para ganar y conservar clientes.

Existiendo una amplia opción de fabricantes líderes en telecomunicaciones en el mundo entero, los proveedores de servicios pueden elegir entre una amplia gama de productos de CDMA avanzados y de costo competitivo.

### 2.11.3.- Beneficios a los usuarios

**Calidad en la voz y comunicación.-** CDMA provee calidad superior de voz, considerada tan buena como la de línea alámbrica, también filtra los ruidos de fondo, cruces de llamadas, e interferencia, mejorando de esta manera la privacidad y calidad de la llamada.

**Menor consumo de energía.-** Los teléfonos de CDMA transmiten con fuentes de energía menores que los teléfonos que utilizan otras tecnologías, resultando en una vida más larga para las baterías, lo que permite utilizarlos por mayor tiempo para llamadas. Aunque en el caso de los teléfonos fijos CDMA, no se tiene este problema, debido a que estos se encuentran conectados a la red eléctrica.

**Menos llamadas interrumpidas.-** La tecnología CDMA aumenta la capacidad del sistema, eliminando señales de ocupado, cruces de llamadas, y llamadas interrumpidas que resultan de la congestión del sistema.

**Más extensa cobertura.-** La señal de espectro amplio de CDMA provee mayor cobertura que otras tecnologías inalámbricas, también interacciona con otras formas de sistemas de telecomunicación, permitiendo amplias y fluidas coberturas y conexiones.

**Mejoras en los servicios.-** El control digital de CDMA permite a los usuarios el acceso a servicios que incluyen identificación del que llama, mensajes cortos y transmisión de datos, también permite la transmisión simultánea de voz y datos.

### 2.11.4.- Ventajas de CDMA

- Calidad de voz semejante a la tradicional alámbrica.
- Cuenta con mayor cobertura que el sistema análogo.
- Un amplio rango de servicios de datos incluyendo la transmisión de voz y datos simultáneamente
- Eliminación virtual de caída y bloqueo de llamadas
- Capacidad de la red de 10 o más veces que la analógica, la cual conducirá a tarifas de tiempo aire más económicas.

Utiliza la mitad del número de sitios de celdas que la tecnología analógica u otras formas de tecnologías digitales.  
Minimiza el impacto del despliegue de la red en las comunidades.  
Privacidad y seguridad en su número telefónico.

La aplicación de CDMA es la forma fácil, rápida y más económica de migrar las redes análogas AMPS a digitales, aumentando la capacidad dónde y cuándo necesite el operador, siendo una excelente opción para proveer servicios de telefonía móvil y PCS.

En CDMA varias frecuencias se envían sobre la misma frecuencia sin multiplexado, en su lugar se agrega un código único para cada transmisión, de este modo los aparatos reciben todas las transmisiones, decodifican cada una y hallan el código correcto.- A esta tecnología de dispersar frecuencias por todo el espectro se le conoce como Dispersión espectral.

## CAPITULO III

### METODOLOGIA

#### 3.1.- Enfoque

Esta investigación busca analizar y comprender las causas y efectos que conllevan el desarrollo del proyecto, tomando en cuenta las condiciones necesarias para la percepción de los entes involucrados.

#### 3.2.- Modalidad Básica de Investigación

La presente investigación se contextualiza en la modalidad de investigación de campo y bibliográfica, debido a que los hechos fueron estudiados en primera instancia en base a

normas legales que se encuentran tipificadas en diversas leyes, reglamentos de las telecomunicaciones, etc. Y en un trabajo de campo efectuado por mi persona a la Isla de Santa Cruz durante tres meses.

### 3.3.- Tipos de Investigación

La investigación abarcó el nivel exploratorio pues reconoció las variables que nos competen, el nivel descriptivo permitió caracterizar la realidad investigada, y finalmente el nivel explicativo detectó las causas de determinados comportamientos y canalizó la estructuración de propuestas de solución a la problemática analizada.

### 3.4.- Recolección de información

Para la recolección eficaz de la información se empleó recursos como:

Libros, manuales, internet, entrevistas al personal de la empresa Pacifictel S.A., y a profesionales de la rama.

### 3.5.- Procesamiento de la información

Primeramente se procedió a la revisión de la información recolectada durante toda la investigación.

Acto seguido se procedió al análisis integral, enriquecido gracias a los elementos de juicio desprendidos del marco teórico, objetivos y variables de la investigación.

A continuación se efectuó la estructuración del proyecto, también las conclusiones y recomendaciones que organizadas en una propuesta lógica y factible, permitirán participar proactivamente en la solución o minimización de la problemática planteada.

## CAPITULO IV

### ANALISIS E INTERPRETACION DE RESULTADOS

En primera instancia, se realizo la investigación del impacto que tendría la elaboración de este proyecto en las personas y los animales de la Isla Santa Cruz, se pudo determinar que es una muy buena opción para precautelar que la infraestructura de la red alambrica fija existente, no siga afectando el ambiente natural de la Isla.

Con la propuesta de este proyecto, podemos adentrarnos mas en el desarrollo de nuevas tecnologías para las comunicaciones, permitiendo además que las personas o futuros abonados del sector de Puerto Ayora, puedan disfrutar de los beneficios de este avance tecnológico.

Se puede también predecir que con el cambio de telefonía alámbrica a telefonía inalámbrica, esto permitirá retirar una gran cantidad de cables telefónicos ya existentes en el sector de Puerto Ayora, cediendo así mucho más espacio al ambiente natural del sector afectado.

Además, se espera que los resultados de este proyecto se den paulatinamente en el sector de Puerto Ayora, hasta cumplir un tiempo aproximado de seis años, para la culminación total de este proyecto, donde ya toda la telefonía brindada por la empresa de telecomunicaciones Pacifictel S.A., será inalámbrica.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1.- CONCLUSIONES

- Mediante el trabajo realizado, se ha podido determinar que la infraestructura de la red telefónica existente, ha afectado parte del ecosistema natural, a tal manera que las aves grandes endémicas del lugar que convivían con los asentamientos humanos ahora se ha alejado más de estos.
  
- Se pudo verificar que la red existente, no cumple con un verdadero estudio de necesidades, y que al contrario el diseño de la red telefónica actual, hecho por la empresa Pacifictel S.A., se adecua a las necesidades de los clientes.

- Se comprobó que la red de dispersión, ha creado una congestión de cableado, en varios sitios de Puerto Ayora y que la empresa Pacifictel S.A., no ha desarrollado soluciones para ello.
  
- Se verifico que el personal de la central telefónica, no cuenta con los planos necesarios para la ubicación de los diferentes, distritos, cajas de dispersión, etc.
  
- Se concluye que la mejor opción actual en telefonía para este sitio, es la telefonía inalámbrica fija, ya que esta permitirá cumplir con las necesidades de todos los usuarios de Puerto Ayora.

#### 4.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la empresa Pacifictel S.A., en corto plazo dé soluciones, con respecto a la congestión que existe en algunos sitios de la red de dispersión.
  
- Se recomienda que se realice un plan de mantenimiento y actualización continua por parte del personal de Pacifictel S.A., en toda la red telefónica existente.
  
- Hacer que los equipos que sean instalados en la central telefónica de Puerto Ayora, sean operados por personal técnico especializado.
  
- Es necesario recomendar, que en la avenida Charles Darwin, siendo esta de gran concurrencia por turistas, el cableado aéreo existente allí, sea cambiado a cableado canalizado.

- También se recomienda que ya no se extienda más la red telefónica existente, y que se comience a implementar la telefonía inalámbrica fija, lo más rápido posible.

## CAPITULO VI PROPUESTA

### 6.1.- UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL SITIO DEL DISEÑO

La Isla Santa Cruz forma parte de las Islas Galápagos, estas constituyen un archipiélago ubicado aproximadamente a 965 kilómetros de la costa del Ecuador, políticamente son una provincia del país, cuya capital es Puerto Baquerizo Moreno.- El archipiélago (figura 9) está conformado por 13 grandes islas volcánicas, 6 islas más pequeñas y 107 rocas e islotes, las cuales se distribuyen alrededor de la línea del ecuador terrestre.



Fig.9 Islas Galapagos

Se encuentran aproximadamente a 965 Km, al Oeste el territorio continental Ecuatoriano, entre los 89° 15' y 92° de longitud Oeste y entre los 1° 40' de latitud Norte y 1° 25' de latitud Sur.

Las islas no son más que las cimas de volcanes que se elevan aproximadamente a 1.5Km de la plataforma del mar.- Estas islas pueden haberse formado hace 5 o más millones de años.- Sobre las islas existen una cantidad de conos volcánicos, el de mayor altitud es el Cerro Azul en la isla Isabela.- Hay volcanes con calderas de 4 y 9 Km de diámetro y con profundidades de hasta 1.000 m. Galápagos es uno de los veinte puntos calientes de la tierra, donde se manifiesta la actividad ígnea del planeta, en estos lugares la actividad volcánica es constante.

Se estima que tanto la flora como a fauna no son originarias de las islas, sino que fueron transportadas desde el continente.- Semillas o esporas que han pasado de una isla a otra han originado especies enteramente nuevas donde se ha repetido el proceso de evolución, muchas semillas han llegado traídas por el viento, navegando sobre masas de vegetación o transportadas en los vuelos migratorios de las aves.

#### 6.1.1.- Características Demográficas

La densidad de la población es similar a la de otras provincias si no se toma en cuenta el área destinada a parque nacional donde no se autorizan asentimientos poblacionales.

El archipiélago tiene una alta tasa de crecimiento demográfico, si bien la población está concentrada en las islas San Cristóbal y Santa Cruz.- En clasificación por edades, la mayoría de los habitantes se agrupa en las edades de 10 a 30 años, la población está concentrada en los puertos, lo cual se debe al crecimiento del turismo.

#### 6.1.2.- Isla Santa Cruz

Llamada en honor a la Cruz de Cristo, su nombre en inglés es el de un barco inglés de dicho nombre.- Tiene una superficie de 986 km<sup>2</sup> y una altitud máxima de 864 metros. En Santa Cruz está localizado el mayor asentamiento humano del archipiélago, en el poblado de Puerto Ayora, con una cantidad de 11262 habitantes, 5753 hombres y 5509 mujeres hasta el año 2007, según reportes de Ingala.- La Estación Científica Charles Darwin y las oficinas centrales del Servicio del Parque Nacional están ubicadas aquí.

Las actividades principales de la Estación Científica Charles Darwin han sido las siguientes:

Inventario de especies animales y vegetales, conservación de especies en peligro de extinción y control de especies introducidas, investigación ecológica de aves marinas, vertebrados terrestres y de áreas del litoral y sublitoral marinos, operación de un sismólogo y de una estación meteorológica, programa de becas para científicos y estudiantes ecuatorianos, convenios con universidades para estudios especializados, entrenamientos a guía turísticos, etc.

El Parque depende del Ministerio de Agricultura y Ganadería y sus metas son la preservación de las especies, la promoción de la investigación científica, el adecuado desarrollo turístico y la integración con la comunidad humana para la recreación y del desarrollo global, algunas de las actividades del Parque están duplicadas con las de la estación Charles Darwin.

La isla Santa Cruz tiene el mayor número de hectáreas (11.446,57) dedicadas a cultivos, pastos, frutales, bosques y sin uso, le sigue la isla San Cristóbal (7.891 hectáreas) y luego la Isabel (4.786,75 hectáreas.).

## 6.2.- PACIFICTEL S.A.

La siguiente información es completamente detallada por la empresa de telecomunicaciones Pacifictel S.A. y está de acuerdo a sus políticas y obligaciones.

El Directorio de PACIFICTEL S.A. en ejercicio de una de sus atribuciones, cumple con la responsabilidad de establecer y aprobar las políticas de la compañía, las mismas que serán de cumplimiento obligatorio y en función de éstas se revisarán y elaborarán los planes, programas, procedimientos y presupuestos; se administrarán los recursos, se organizará la administración y el funcionamiento de la compañía. (9)

### Su Visión

“ Ser la primera elección en soluciones de telecomunicaciones a precios competitivos, con estándares de calidad de clase mundial, a través de una estructura organizacional y tecnológica orientada a desarrollar productos y servicios innovadores, con un equipo humano profesional altamente capacitado, creativo, permanentemente motivado y comprometido con la creación de valor para la empresa y la comunidad”(9).

### Su Misión

“Proveer soluciones de telecomunicaciones a usuarios finales, aliados o socios estratégicos, integrando servicios de excelencia, con tecnología de nuestra propiedad o de terceros, anticipándose a las demandas del mercado y en permanente mejoramiento interno.”(9)

### 6.2.1.- Orientación al Cliente

Brindar especial atención y prioridad a los clientes, sean estos residenciales o corporativos, cuya facturación y recaudación generen el mayor porcentaje de ingresos en la compañía.

Se deberá contar con los procesos y/o mecanismos necesarios a fin de garantizar la correcta categorización, recategorización o segmentación del servicio telefónico conforme a la regulación vigente.

La facturación de los servicios de telecomunicaciones deberá ser realizada por cliente, para lo cual la compañía adecuará sus sistemas informáticos y procesos en el menor tiempo posible.

La Administración definirá estrategias sostenibles en el tiempo, para lo cual deberá explotar todas las fuentes de diferenciación al menor costo posible, desarrollando interrelaciones con empresas o unidades de negocios afines, que agreguen valor a los productos y servicios que se entreguen a nuestros clientes. Los procesos de liquidación y cruce de cuentas con los operadores nacionales e internacionales deben ser automatizados de manera prioritaria.

#### 6.2.2.- Productos y Servicios Tradicionales

- a) La Vicepresidencia Comercial es responsable de los procesos de comercialización (pre-venta, venta y post-venta) de todos los productos y servicios que la Compañía posee.
- b) Para la obtención de los productos y servicios adicionales, el cliente deberá estar al día en sus pagos y cumplir con los requisitos descritos en el Reglamento Técnico de Clientes, salvo excepciones estratégicas que deberán ser aprobadas por el Directorio.
- c) Los productos o servicios suplementarios que incentiven y generen un incremento en el tráfico telefónico podrán brindarse en forma gratuita previo estudio costo-beneficio y aprobado por el Presidente Ejecutivo.

#### 6.2.3.- Tasas y Servicios

Con el objeto de mantener competitivo a Pacifictel S.A. frente a la competencia la administración presentará para aprobación del Directorio las tarifas, tasas y porcentaje de descuentos para los distintos servicios que ofrece la empresa en función del mercado siempre y cuando se asegure una adecuada rentabilidad para Pacifictel S.A.

La tarifa básica establecida durante un mes de servicio telefónico, en la isla Santa Cruz, sector Puerto Ayora, para los usuarios es:

Usuario normal:	\$8.00 dólares
Usuario comercial:	\$12.00 dólares

Los servicios de telefonía fija que ofrece la empresa, en la Isla Santa Cruz, en su mayoría se encuentra en Puerto Ayora (figura 10), sitio donde se encuentra la mayor cantidad de población de esta Isla, también dan servicio a Bellavista es otra población que se encuentra aproximadamente a 6 kilómetros de distancia, desde la central telefónica (figura 11) ubicada en la zona central del comercio de la Isla.



Fig.10 Ubicación de Puerto Ayora



Fig.11 Central Telefonica Puerto Ayora

La empresa tiene instalados cinco armarios de distribucion en todo Puerto Ayora conjuntamente con una red directa, siendo el armario cinco el mas riesente y que se encuentra en constante crecimiento de usuarios.

Para poderse comunicar con el continente ellos utilizan una antena parabolica(figura 12) que recibe y transmite informacion desde y hacia un satelite geoestacionario, el mismo que permite realizar el enlace con la central telefonica de Guayaquil.



Fig.12 Antena Parabolica de la Central Puerto Ayora

### 6.3.- PLANIMETRIA DEL AREA

La planimetria del area u objeto de diseño, en este caso el sector de Puerto Ayora, se debe obtener de fuentes confiables como el IGM(Instituto Geografico Militar), INEC, municipios, consejos cantonales, juntas parroquiales, comites barriales, etc.

De no conseguirse, se debe hacer un levantamiento planimetrico de la zona, para facilitar el censo y los posteriores trabajos de diseño, se deben conseguir las respectivas ampliaciones y reducciones de los planos que van a ser utilizados.

Paralelamente a la actividad del censo se debe oficiar a las empresas de servicio publico, recabando informacion acerca de los proyectos que tengan previstos.

El papel que contiene la planimetria es la herramienta que nos va a permitir tomar datos en el campo, y tendra un gran deterioro luego de esa labor.

Entonces se debe proceder a actualizarla en el campo, recorriendo de calle en calle y de inmueble en inmueble, hubicando los nombres de las calles o avenidas antiguas y nuevas, pasajes convertidos en calles, etc. Aprovechando la labor de campo para ubicar puntos referenciales relevantes, como el norte, escuelas, cementerios, iglesias, posteria lotizacion, ubicación de cajas de dispersion, armarios de distribucion existentes y todos aquellos puntos de orientacion que permitan al personal de la empresa ubicarse facilmente en cualquier lugar que desee.

Mediante una inspeccion visual y con un criterio profesional, se deben ubicar los requerimientos individuales de servicio y las instalaciones existentes, por cada unidad habitacional y comercial, complementado con lo investigado para inmuebles multivivienda o multiuso privados como edificios, urbanizaciones, conjuntos habitacionales, cooperativas de viviendas, lotes sin construccion, etc.

Por cada una de las manzanas se deben ubicar indices C de tipo economico, correspondientes a la capacidad adquisitiva de los usuarios, cuyos valores establecidos en nuestro medio se muestran en la tabla 4, cuando los indices C no se muestran en los planos, se sobreentiende que el indice C es 1, esto es lo que sucede en los planos del sector de Puerto Ayora.

Ingreso Mensual	C	SECTORES
0 a 100 USD	0,2	Periferia poblaciones pequeñas
100 a 200 USD	0,5	Poblaciones pequeñas, periferia capitales, provincias y cabeceras cantonales
200 a 700 USD	1	Sectores de nivel medio de capitales provinciales y cabeceras cantonales, aplicable en la mayor parte de diseños
700 en Adelante	1,5	Sectores de nivel medio alto.

Tabla 4. Índice C para nuestro país

Con la actividad del censo, la planimetría original se transformara.- Según un proyectista de mediana experiencia(2 años), el rendimiento promedio para la actividad del censo es de 1.25Ha/h, considerando que cada hectarea(Ha), corresponde aproximadamente a una manzana.

Los recursos materiales utilizados son: la planimetría actualizada correspondiente, un medio de apoyo para el plano, un lapicero, un borrador, y de ser necesario unos binoculares.

Tomando en cuenta todo lo anterior, se procedió a realizar el levantamiento catastral tanto de Puerto Ayora como de Bellavista, luego del largo procedimiento se procedió a pasar todos los datos obtenidos al programa Autocad y de esta manera poder ser presentados en los planos que se muestran en los anexos:

Anexo1 Red Pimaria

Anexo2 Red Secundaria

Anexo3 Red de Dispersion

Anexo4 Canalizacion

Anexo5 Red de empalmes

#### 6.4.- Datos Recopilados en los Distritos

La información tomada durante la recopilación de datos, de la distribución y utilización de las líneas telefónicas en cada armario, se detalla en la tabla 5:

Armarios de Distribución y Red Directa				
D-01	D-02	D-03	D-04	RD
A1-1	A2-10	A1-1	A1-1	1.1
A1-10	A2-2	A1-10	A1-10	1.11
A1-2	A2-4	A1-2	A1-2	1.12
A1-3	A2-5	A1-3	A1-7	1.13
A1-4	A2-6	A1-4	A1-8	1.15
A1-5	A2-7	A1-5	A1-9	1.2
A1-6	A2-8	A1-6	A2-1	1.21
A1-7	A4-1	A1-7	A2-2	1.22
A1-8	A4-3	A1-8	A2-3	1.23
A2-1	A4-4	A1-9	A2-5	1.24
A2-10	A4-5	A2-1	A2-6	1.3
A2-2	A4-6	A2-10	A2-7	1.31
A2-4	A4-7	A2-2	A2-9	1.32
A2-5	A4-8	A2-3	A3-1	1.33
A2-6	A5-1	A2-4	A3-10	1.34
A2-7	A5-10	A2-5	A3-3	1.35
A2-8	A5-2	A2-6	A3-4	1.36
A2-9	A5-3	A2-7	A3-5	1.37
A3-1	A5-4	A2-8	A3-6	1.38
A3-10	A5-7	A2-9	A3-7	1.39
A3-2	A5-9	A3-10	A3-8	1.4
A3-3	B1-1	A3-2	A3-9	1.41
A3-4	B1-2	A3-3	A4-1	1.42
A3-6	B1-3	A3-4	A4-10	1.43
A4-1	B1-5	A3-5	A4-3	1.44
A4-10	B1-6	A3-6	A4-4	1.45
A4-2	B1-9	A3-7	A4-5	1.46
A4-3	B2-1	A3-8	A4-6	1.47
A4-5	B2-10	A3-9	A4-7	1.49
A4-6	B2-2	A4-1	A4-8	1.5
A4-7	B2-3	A4-10	A4-9	1.50
A4-8	B2-5	A4-2	A5-10	1.6
A4-9	B2-6	A4-3	A5-6	1.7
A5-1	B2-9	A4-4	A5-7	1.8
A5-10	B3-1	A4-5	A5-9	10.1
A5-2	B3-10	A4-6	B1-1	10.10
A5-3	B3-2	A4-7	B1-10	10.11
A5-5	B3-3	A4-8	B1-2	10.12
A5-6	B3-5	A4-9	B1-3	10.16















La nomenclatura ya se detallo anteriormente como se define pero en el caso de la red directa, la nomenclatura se describe tomando el siguiente ejemplo: 9.7 significa que en la serie 9 que tiene 50 pares, el par 7 está ocupado.

Dando un total de usuarios de líneas telefónicas en Puerto Ayora, por distrito de:

D-01	D-02	D-03	D-04	RD	Total
257	245	322	237	359	1420

Todas estas líneas telefónicas constan como abonados actuales y mediante una actualización del repartidor (figuras 13 y 14) ha sido verificada que existe dicha cantidad en el repartidor de Puerto Ayora.

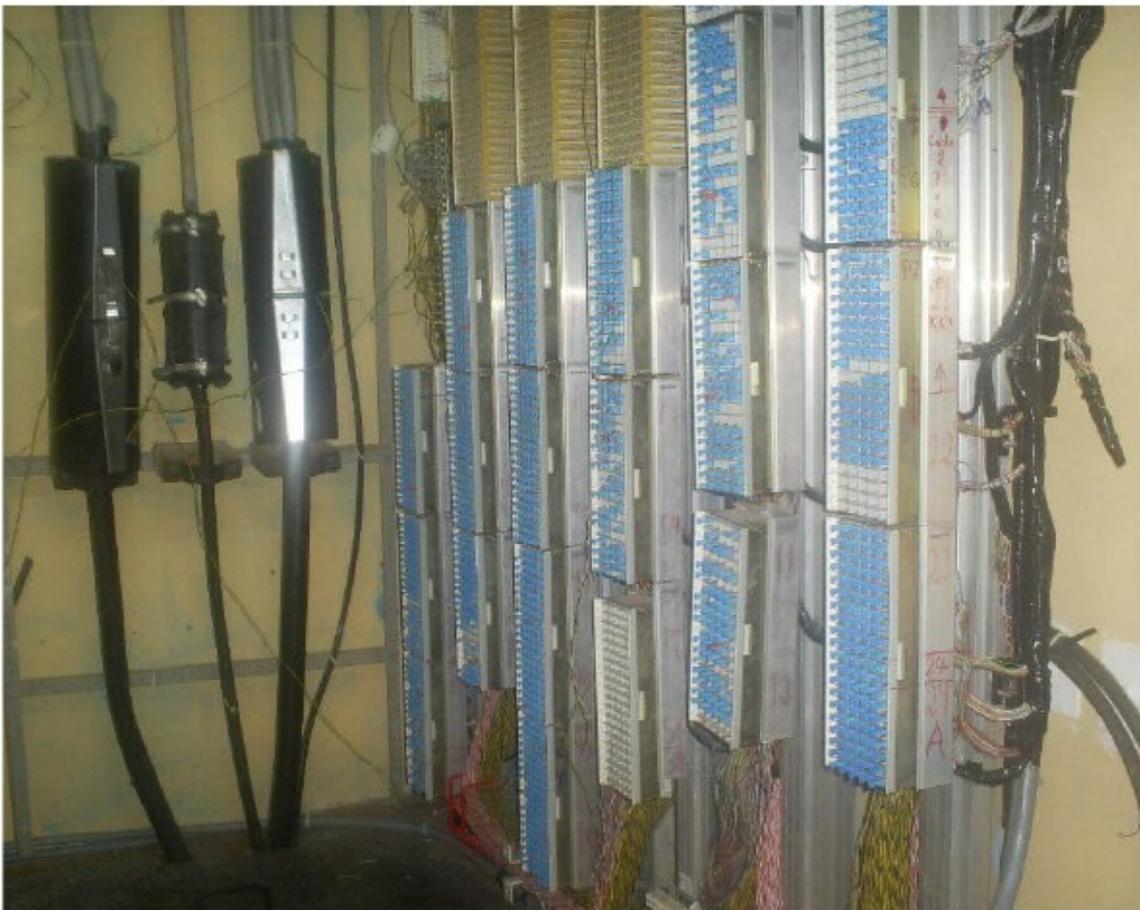


Fig.13 Repartidor de Puerto Ayora (cuarto 1)



Fig.14 Repartidor de Puerto Ayora (cuarto2)

#### 6.4.1- Demanda Telefonica en Puerto Ayora

La demanda telefonica implica el requerimiento de los posibles abonados, para obtener su linea telefonica.- Para determinar la demanda, las empresas de telecomunicaciones, deben tener una investigacion periodica de campo en cada sector que forma parte del diseño.- En el sector de Puerto Ayora, no se lleva estadisticas de la demanda telefonica, es por tal razon que se realizo la investigacion de campo, para poder determinar la demanda inicial del sector que conta de la cantidad de abonados existentes, asta Enero del año 2008, dando un total de 1420 abonados existentes en el sector.

Para determinar el comportamieto de la demanda en un tiempo de seis años, que es lo que se espera sea suficiente para que el diseño de red inalambrica en el sector se concrete.- Se utiliza un modelo matematico de prediccion de la demanda final y es el siguiente:  $D(t) = D_0(1 + i)^t$  , donde:

$D_0$ , es la demanda inicial, obtenida anteriormente es igual a 1420 abonados.

$i$ , es el índice de crecimiento de la demanda telefónica en el sector, que indica el porcentaje de número de abonados que cada año se incrementa a un 100% existente.

Gracias a los datos proporcionados por el personal técnico de la empresa Pacifictel S.A., se pudo determinar que el índice de crecimiento en Puerto Ayora el año pasado es de un 9%, cabe decir que este índice puede variar en el futuro dependiendo de leyes gubernamentales establecidas en este sector.

$t$ , es el tiempo para el cual se investiga la demanda, en este caso será de 6 años, los cuales se piensa que son suficientes para que el proyecto se concrete.

Entonces la demanda al final de 6 años será:

$$D_{(6)} = 1420(1 + 0,09)^6 = 2382 \text{ Abonados.}$$

Esta es la cantidad de abonados que se pronostica existan para el año 2015.

En el sector de Bellavista la empresa tiene instalados un repartidor (figura 15) con capacidad de hasta 300 líneas telefónicas, la comunicación se hace mediante cableado en su mayor parte aéreo de fibra óptica (figura 16) que va desde la central telefónica de Puerto Ayora hasta el sector de Bellavista.



Fig.15 Repartidor de Bellavista



Fig.16 Cableado aéreo de Fibra Óptica

La información tomada durante la recopilación de datos ha determinado la utilización de las líneas telefónicas en el repartidor de Bellavista, que se detalla en la tabla 6:



En el año 2007 las únicas empresas de telefonía móvil que operaban en la Isla Santa Cruz, eran Porta y Movistar, pero en este año 2008 gracias a la unión entre las empresas de telecomunicaciones Movistar y Alegre PCS, ya existe el servicio de las tres empresas en la Isla.

Ahora bien la empresa de telefonía fija Pacifictel S.A. debido al constante robo de cables telefónicos en el norte de la ciudad de Guayaquil y la oferta de nuevas líneas de sus competidores (Linkotel, Cetil y Ecuador Telecom), han llevado a la operadora estatal Pacifictel S.A., a poner en el mercado teléfonos inalámbricos, gracias al contrato de uso de facilidades de red, suscrito entre Pacifictel y Telecsa, para brindar telefonía fija inalámbrica, este contrato contó con la aprobación del Fondo de Solidaridad, accionista de la operadora guayaquileña, y con un pronunciamiento favorable de la Procuraduría General del Estado.

Los primeros beneficiados serán los usuarios que están localizados en Guayaquil, la vía a Daule, Samborondón, y Durán.

El costo de instalación de las nuevas líneas será de 250 dólares para los sectores residenciales y de 320 dólares para los comerciales.

Actualmente la colocación de una línea con cable de cobre, cuesta 88 dólares, la compañía explica que la diferencia de costos se debe a la nueva tecnología, las garantías, mantenimiento y cobertura y a que los aparatos son importados de China. La inversión hecha por la empresa para el nuevo servicio fue de 22 millones de dólares, y espera colocar 100 000 líneas en Guayas, El Oro, Loja, Azuay, Los Ríos, Manta y Esmeraldas, sobre todo donde hay cobertura de su aliada Telecsa.

Entonces PACIFICTEL S.A, presenta su producto de telefonía fija inalámbrica, Activo Inalámbrico, disponible en varias ciudades de la región de cobertura de Pacifictel S.A, con las mismas tarifas de la telefonía convencional y con la ventaja de estar soportada en redes inalámbricas de última generación.

Pacifictel S.A., ofrece prepagar al cliente su consumo telefónico, el plan prepago residencial de Activo Inalámbrico es la mejor elección para el hogar.

Se paga una pensión básica mensual de U\$25,00 (incluye imp.) de la cual se descuenta la pensión básica de U\$6,20; el valor restante es totalmente consumible y se podrá

hacer llamadas a cualquier destino.- Si este saldo se termina y se quiere seguir hablando, simplemente se debe recargar la cuenta activando inmediatamente minutos adicionales a los contratados, y el costo del minuto será igual al del plan contratado.- Además, los saldos sin consumir de las recargas adquiridas, no se pierden, se acumulan hasta por 30 días.

La activación del servicio es inmediata, ya que no se requiere ningún tipo de instalación física.

Tiene alta continuidad del servicio, ya que al ser un producto inalámbrico, no existe la posibilidad de rotura de cables ni corrosión de los mismos.

El control en sus consumos telefónicos, se hace mediante la introducción de planes prepagados y controlados evitando así sorpresas por planillas elevadas y fraudes telefónicos.

Este estudio nos permite determinar que como actualmente OTECEL (Movistar) y TELECSA (Alegro PCS), son aliados, esto beneficia a Pacifictel S.A. ya que tienen un convenio de facilidades de red entre TELECSA y Pacifictel.

Entonces en la Isla Santa Cruz, se prestan las facilidades para realizar un proyecto de telefonía inalámbrica fija para los usuarios que lo deseen, sea por medio del convenio de facilidades de red o simplemente que la empresa compre todos los recursos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

En la isla Santa Cruz, no existe el mismo inconveniente que en Guayaquil por el robo de cables en la ciudad, pero existe el inconveniente de con la infraestructura que implica la telefonía fija por cables, esta baya afectando cada vez más al ecosistema de este lugar que es un Patrimonio Natural Mundial y por lo cual en lo posible se debe conservar en su estado natural.

Varios de los usuarios de la Isla Santa Cruz, manifiestan su descontento con la operadora Porta por su servicio que ha ido decayendo, debido a que en varias ocasiones el servicio no existe o se interrumpe, para dar un ejemplo se muestra en la tabla 7, las interrupciones en el año 2005.

Año 2005				
Sector afectado	Fecha de interrupción	Hora inicio	Hora fin	Ciudad
SANTA CRUZ TDMA/GSM	17/03/2005	09:46	09:55	GALAPAGOS
PUERTO AYORA GSM	17/03/2005	09:46	09:55	GALAPAGOS
PUERTO AYORA GSM	11/09/2005	08:00	11:30	GALAPAGOS
SANTA CRUZ TDMA	11/09/2005	08:00	11:30	GALAPAGOS
MOVISTAR-PORTA Y ALEGRO-PORTA TDMA Y GSM MENSAJES ESCRITOS	11/10/2005	12:12	12:30	A NIVEL NACIONAL
SANTA CRUZ TDMA	27/10/2005	10:30	23:30	GALAPAGOS
PUERTO AYORA GSM	27/10/2005	10:30	23:30	GALAPAGOS
MENSAJES ESCRITOS	02/11/2005	19:00	22:00	A NIVEL NACIONAL

Tabla 7. Tabla de interrupciones ocasionadas por Porta (12)

Bastan estos datos para darse cuenta que las personas tienen la razón y por tal razón la popularidad de esta empresa ha decaído.

En el caso de la empresa Pacifictel S.A., esta no ha tenido mayores inconvenientes con sus clientes, y por eso la gente busca la oportunidad de tener los servicios telefónicos por parte de la empresa, siendo así que la gente ha acogido la idea de que Pacifictel S.A. brinde un servicio de telefonía inalámbrica en la Isla, tomando en cuenta los beneficios que implicaría el desarrollo de este proyecto.

## 6.6.- EQUIPOS EXISTENTES EN LA CENTRAL TELEFONICA

Los equipos que existen actualmente en la central telefónica, para enlaces de radio se detallan a continuación:

#### 6.6.1. - VCL-MX, E1 Drop-Insert, Voice and Data Multiplexer



Fig.17 Multiplexor VCL-MX

El VCL-MX (figura 17), con E1 de 2Mbps tiene 30 canales de voz y datos, también es un multiplexor que provee un gran rango de servicios telefónico básicos de voz y servicio digital de datos, puede establecer una red de voz y datos sobre un enlace E1 integrando las comunicaciones analógicas con equipos de comunicación digital. El VLC-MX, es un simple multiplexor de Voz y Datos que entre sus características incluye los siguientes servicios:

La Telefonía de Voz (FXO, FXS, E&M)

La Comunicación del datos (V.35, V.24, 64Kbps Co-direccional)

Comunicación Inalámbrica (Celular, Radio del Microonda)

Interconexión con terminales de computación.

Interconectando LAN

La opción de usarse para el acceso a internet o la aplicación de video conferencia.

##### 6.6.1.1.- Formación de Señales E1

Se llama señal E1 a la estructura de primer orden de la norma Europea, en total son 32 señales de 64Kbps cada una, para un total de  $2.048\text{Mbps}=2\text{Mbps}$ , formándose de 30 canales PCM y 2 canales para sincronía y control.

6.6.1.2.- Estructura de trama de la señal E1 (figura 18)

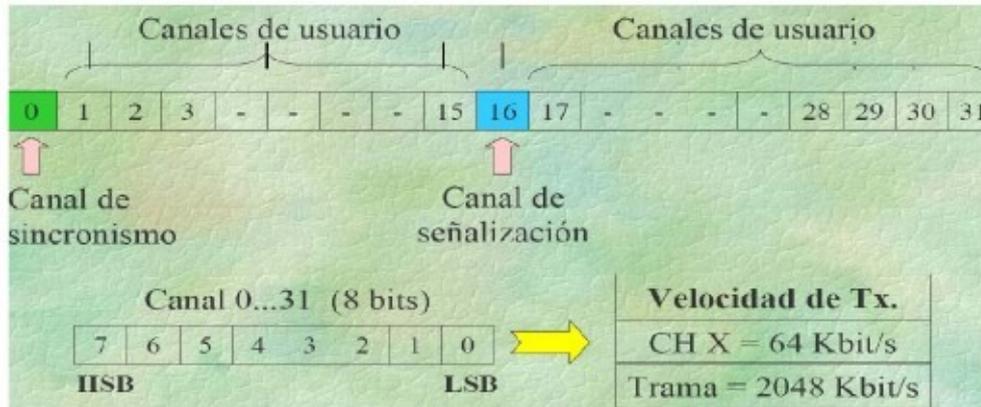


Fig.18 Trama E1

La estructura está comprendida de la palabra de alineamiento de trama y su formato es:

X0011011, donde el primer bit sirve para el CRC (Chequeo redundante cíclico)

La función del bit de chequeo cíclico redundante, es monitorear la ocurrencia de errores en la información y evitar alineamientos de trama falsos.

Esto se realiza mediante una operación aritmética (división) sobre la información a enviar, se envía el residuo de este cálculo junto con la información. En la parte receptora se repite la operación y se comparan los residuos, en caso de no ser iguales se entiende que ocurrieron errores en la transmisión.

La estructura de la cual está compuesto el equipo VCL-MX, es la siguiente:

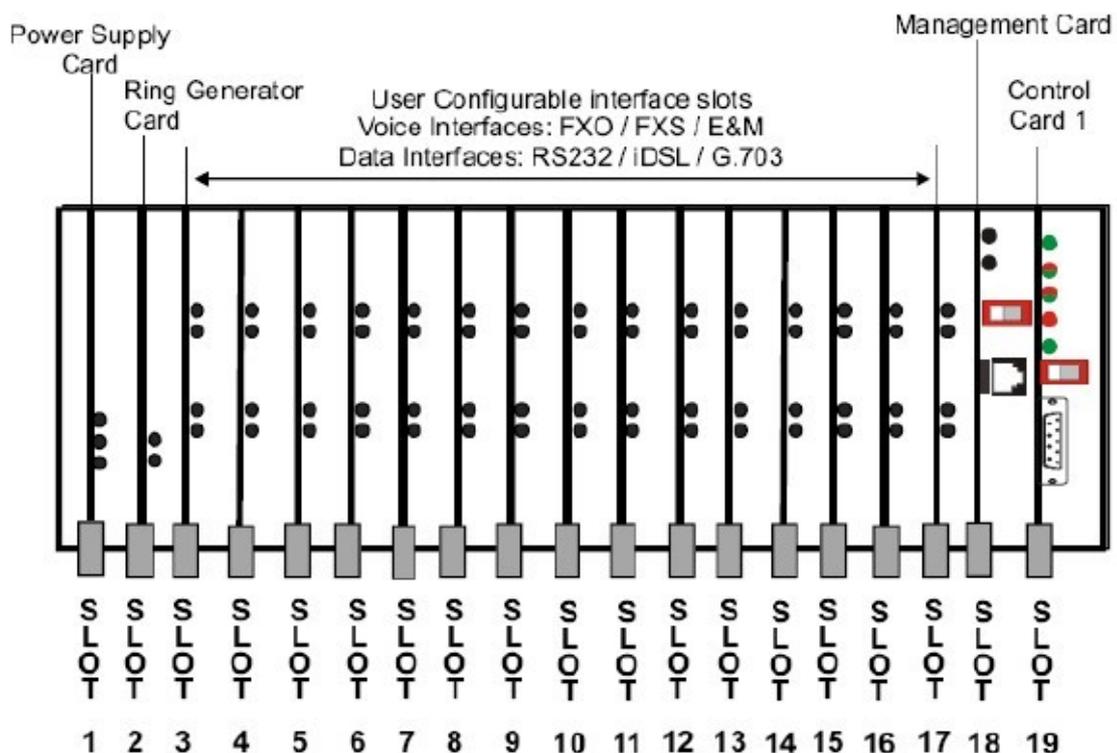


Fig.19 Estructura del equipo VCL-MX

### Composición del Sistema

Está compuesta de 19 ranuras y cada una tiene una función, que se detalla en la tabla 8.

Composición del sistema	Descripción
Slot 1	Tarjeta que provee energía
Slot 2	Tarjeta de timbrado
Slot 3 a 17	15 interfaces Configurables de voz y datos
Slot 18	10BaseT - LAN tarjeta de manejo
Slot 19	Tarjeta de control

Tabla 8. Composición del sistema

El equipo tiene la opción de que puede usarse para configurar el sistema y supervisarlo remotamente mediante el mando de los sistemas inter-conectados en la red.

El Multiplexor ofrece una flexibilidad excelente en la opción del medio de la transmisión que puede hacerse por pares del cable, el cable de fibra óptico, o inalámbrico.

### Uso de Interfaces

El uso de estas interfaces se detallan a continuación, las cuales son asequibles con el equipo multiplexor VCL-MX de voz y datos, se puede elegir cual modulo usar en el sistema según las necesidades, basándose en la naturaleza de la voz y requerimientos de las interfaces de datos, la configuración de este equipo es flexible a permitir a los usuarios optimizar sus recursos de canal de voz.

#### 6.6.1.3.- Tarjeta de Control (CC)

La tarjeta de control es instalada en la placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodada en la ranura 19 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

La tarjeta de control forma el corazón del multiplexor, y está provista de las siguientes funciones:

Interfaces E1, HDB3

Interfasado y control de tarjetas

Sincronización externa de reloj

Extensión de alarma

Provee interface al enlace A y enlace B

Provee una configuración, manejo y control de interface al usar el puerto serial DB-9.

Led de indicación para la fuente, alarma y estado de enlace

Configurable para modo LMS (configuración local y modo administración) o modo NMS (Configuración de red-remota y modo administración), estos modos se seleccionan con un interruptor, cuando SW1-ON usa puerto de PC, cuando SW1-OFF usa acceso remoto.

#### 6.6.1.4.- Tarjeta que provee Energía (PSC-Power Supply Card)

La tarjeta que provee energía es fabricada en la placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodado en la ranura 1 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

La tarjeta requiere una entrada de 48V y provee el subministro necesario para el otro núcleo del sistema de tarjetas.

El subministro que genera esta tarjeta es de: +5V, -5V y un voltaje filtrado de -48V, la tarjeta genera las siguientes indicaciones en el frente:

Led1 = +5V

Led2 = -5V

Led3 = -48V

#### 6.6.1.5.- Tarjeta Generadora del Timbre

El modulo de timbrado es fabricado en la placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodado en la ranura 2 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

El modulo de timbres timbrado provee el tono de timbrado en acuerdo con el tipo de cadencia provista por la tarjeta de control.

La tarjeta genera las siguientes funciones en el frente:

Led1 = -48V a la entrada

Led2 = Presencia del timbre.

#### 6.6.1.6.- Tarjeta de Interface JNC/FXO (Junction Exchange Card)

La tarjeta de unión e intercambio es fabricada en una placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodado en las ranuras 3 a 17 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

FXO es la interfaz que envía una indicación de colgado/descolgado (cierre de bucle).

Esta tarjeta es utilizada para el interfasado para una norma (POTS= servicios telefónicos básicos y antiguos) y provee las siguientes funciones de tiempo de transportación de un canal de voz:

Transporte de voz a 64Kbps

Detección de timbre

Detección de voz y activación de tono de fax.

La tarjeta tiene las siguientes indicaciones al frente:

Led1 = canal2 timbrado (amarillo)

Led2 = canal2 ocupado (verde)

Led3 = canal1 timbrado (amarillo)

Led4 = canal1 ocupado (verde)

#### 6.6.1.7.- Tarjeta de Interface SLC/FXS (Subscriber Line Card)

La tarjeta de línea de abonado es fabricada en una placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodado en las ranuras 3 a 17 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

FXS es la interfaz que envía tono de marcado, corriente para la batería y tensión de llamada.

Esta tarjeta es utilizada para el interfasado para una norma (POTS= servicios telefónicos básicos y antiguos) y provee las siguientes funciones de tiempo de transportación de un canal de voz:

Led1 = canal2 ocupado (verde)

Led2 = canal2 timbrado (amarillo)

Led3 = canal1 ocupado (verde)

Led4 = canal1 timbrado (amarillo)

#### 6.6.1.8.- Tarjeta de Interface de 2 cables E&M

El modulo de interface de dos cables E&M es fabricada en una placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodado en las ranuras 3 a 17 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

Es usada para el interface a una norma 2cables E&M, interface de equipo y provee un transporte de voz a 64Kbps.

En la tarjeta se provee las siguientes indicaciones:

Led1 = Lazo extendido en línea M, canal2 (Amarillo)

Led2 = Lazo sensed en línea E, canal2 (Amarillo)

Led3 = Lazo extendido en línea M, canal1 (Amarillo)

Led4 = Lazo sensed en línea E, canal1 (Amarillo).

#### 6.6.1.9.- Interface de Datos Asíncrona RS232

El modulo de la interface de datos RS232 es fabricada en una placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodado en las ranuras 3 a 17 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

La interface de datos RS232 provee una transportación por canal de datos a 19,2Kbps asíncronos, y genera las siguientes indicaciones al frente:

Led1 = libre a enviar, canal2

Led2 = solicitud a enviar, canal2

Led3 = libre a enviar, canal1

Led4 = solicitud a enviar, canal1

#### 6.6.1.10.- Interface de Datos G.703

Esta interface es fabricada en una placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodado en las ranuras 3 a 17 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19”.

La G.703 es usada para interfazar a normas CCITT de equipos a 64Kbps.

La interface provee las siguientes funciones de tiempo de transportación de un canal de datos:

Transporte de datos G.703 a 64Kbps

Provee señales de sincronización

Las indicaciones que genera al frente, son:

Led1 = Perdida de señal, canal2

Led2 = Perdida de sincronismo, canal2

Led3 = Perdida de señal, canal1

Led4 = Perdida de sincronismo, canal1

#### 6.6.1.11.- Interface iDSL

Esta interface es basada en la tecnología ISDN y es un robusto recurso de 128Kbps de datos al predio del cliente en un solo par de cable de cobre hasta una distancia de 5Km. iDSL ofrece una amplia variedad de interfaces hasta los predios del cliente, las cuales incluyen 10BaseT integrando a una interface para un router, esto puede conectar a un usuario directamente a una LAN.

Las indicaciones que genera la interface al frente, son:

Led1 = sincronización (verde)

Led2 = lazo conectado (amarillo)

Led3 = hardware fallido (rojo)

Led4 = alarma de enlace (rojo).

#### 6.6.1.12.- Tarjeta LAN

Esta tarjeta es instalada en la placa de circuito impreso de 22cmx10cm, el ensamblaje de la tarjeta es diseñado para ser acomodada en la ranura 18 del equipo multiplexor VCL-MX y este viene diseñado para ser colocado en un rack de 19". La tarjeta es usada al conectar el VCL-MX a una oficina LAN para ser manejada remotamente sobre una red TCP/IP.

Al usuario se le asigna un único nombre IP (por cada tarjeta).

Existen actualmente cuatro equipos VCL-MX (figura 20), dos ya habilitados uno para el Cascajo y otro para Baltra, quedando aun dos equipos hasta febrero aun no habilitados.



Fig.20 Equipos VCL-MX

## 6.6.2.- SISTEMA RADIO DIGITAL DE BAJA CAPACIDAD SRA L



Fig.21 Radio Digital SRA L

La familia de sistemas de radio de baja capacidad SRA L, que se muestra en la figura 21, está concebida tanto para interconexiones en redes celulares como para enlaces punto a punto convencionales.

Las principales aplicaciones para este sistema radio digital son las siguientes:

Interconexiones en BTS ↔ BTS, BTS ↔ BSC, BSC ↔ MSC en redes celulares

BTS= sistema estación base transmisor-receptor,

BSC=Controlador estación base

MSC=Centro de conmutación móvil

Enlaces punto a punto en redes de distribución de abonados.

Redes empresarias

Enlaces de emergencia y/o temporarios.

La capacidad de transmisión puede ser de:

2x2 Mbps

4x2 Mbps

8x2 Mbps

### 6.6.2.1- Arquitectura del Equipo

El equipo está constituido por dos complejos sub-equipos, uno externo llamado ODU y uno interno llamado IDU, esta subdivisión permite:

Minimizar la pérdida de RF debido a la interconexión entre ODU y la antena

Tener un IDU común para todas las aplicaciones.

Se puede utilizar antenas de distinto diámetro, dependiendo de la longitud del recorrido a realizar.

### Arquitectura de la IDU

La IDU está constituida por:

La unidad RTM(4x2Mbps u 8x2Mbps), que incluye toda la elaboración de la banda base, las funciones de modulación, las conversiones IF, la protección del cable y la gestión del canal de servicio auxiliar IDU-ODU

Una unidad tributaria de 2Mbps (75ohm desbalanceado o 120ohm balanceado), que representa el acceso físico del equipo para los flujos tributarios de 2Mbps de la red pública.

Una unidad controladora, que incluye todas las funciones de control y supervisión.

También puede incluir opcionalmente una unidad de alarmas, en caso de uso del equipo en un intervalo extendido de temperatura (-5°C a +55°C).

Una unidad para conexiones fónicas locales y remotas entre IDU y ODU.

Una unidad Q-Adapter para la conexión a un sistema de supervisión.

### Arquitectura de la ODU

La ODU está constituida por un contenedor hermético en el que se alojan todos los módulos que la constituyen.- La ODU está constituida por los siguientes módulos:

Modulo de protección

Modulo distribuidor

Oscilador local

Transmisor RF

Conversor DC/DC

Filtro Diplexor.

La protección del sistema SRA L, garantiza en lo posible la continuidad de la conexión entre dos terminales de radio cuando se verifica una de las siguientes condiciones.

Falla de hardware

Degradación de la calidad del enlace.



Puerto Ayora – Cerro Pacifictel  
 Cerró Pacifictel – Isla Baltra  
 Cerró Pacifictel – Santa Rosa  
 Puerto Ayora – El Cascajo

También a finales del año 2007, se realizo un enlace de Fibra Óptica para el sector de Bellavista, donde actualmente ya tienen el servicio telefónico.

Estos enlaces tienen un funcionamiento correcto y están ya instalados completamente en los sitios determinados en la tabla 9.

PUNTOS GEOGRAFICOS ISLA SANTA CRUZ		
Latitud	Longitud	Altitud
Puerto Ayora 0.44° 36' S	90.16° 49' O	30m
Cerro Pacifictel 0.37° 18' S	90.22° 13' O	620m
Santa Rosa 0.39° 7' S	90.22° 13' O	390m
Bellavista 0.41° 35' S	90.17° 22' O	200m
Tabla 9. Puntos de enlaces		

El existente proyecto tiene como finalidad comunicar las poblaciones de la Isla Santa Cruz, con cualquier otro sitio, mediante enlaces punto a punto y con las características necesarias para cubrir los requerimientos de la empresa.

Para la realización del estudio, de los enlaces existentes, se ha recabado datos principalmente de la empresa Pacifictel S.A., también se ha recurrido a otras instituciones como, el Instituto Geográfico Militar, el Municipio de Santa Cruz, el Parque Nacional Galápagos, tratando de encontrar la cartografía existente de toda la Isla Santa Cruz.

Dándome cuenta que en todas estas instituciones, no me pudieron facilitar, por las razones que aun no lo hacían, o que no hay alguna actualización del sitio, o que simplemente la topografía del sector no la tenían, por ultimo mediante investigaciones en internet que ya había hecho pude saber que ya se hizo un estudio de la cartografía y que esta ya existía, y con la ayuda de INGALA, el instituto que controla la inmigración en las Islas, fueron los que me facilitaron la cartografía de la Isla, la misma que es realizada por las siguientes instituciones nacionales e internacionales:

CLIRSEN (Centro de Levantamientos Integrados de Recursos Naturales por Sensores remotos), y la Conservación Natura con la colaboración del Parque Nacional Galápagos, La Universidad de Carolina del Norte, El Instituto Oceanográfico de la Armada (INOCAR), El Instituto Geográfico Militar (IGM).

Estas instituciones, llevaron adelante el desarrollo del proyecto "Cartografía de Galápagos", cuyos principales resultados han sido la generación de cartografía topográfica escala 1:50000, cartografía temática sobre cobertura vegetal y uso de suelos a la misma escala y la cartografía temática sobre especies invasoras, escala 1:25000, para todo el archipiélago en caso de los dos primeros productos, y sobre cinco islas para el tema de las especies invasoras.

Este aporte cartográfico, está sustentado en el uso de imágenes satelitales de varios sistemas, e imágenes aeroportadas de alta resolución, las mismas que fueron adquiridas periódicamente para poder cubrir la totalidad de las islas, con las mejores características de calidad en cuanto a cubrimiento de nubes, resolución espacial y espectral y actualidad.

Para la georeferenciación se tomaron puntos de control en campo, usando sistemas de posicionamiento global GPS.

El modelo digital del terreno correspondió a los datos de la misión topográfica de radar adquirida por el transbordador espacial (SRTM), con el que se generaron las curvas de nivel con un intervalo de 40 metros.

A partir de las imágenes georeferenciadas se actualizó el perfil de las islas, el trazado de la red vial, la red de drenaje y la actualización de los centros poblados, todos estos elementos con sus respectivas bases de datos, estructuradas en base a información de campo y recopilación de información secundaria proporcionada por el parque Nacional Galápagos e Instituto Oceanográfico de la Armada.

Se ha buscado estos planos (Anexo 6), para poder identificar los sitios de los radio enlaces y también para poder realizar las simulaciones de los mismos en el programa Herald, este programa sigue las normas y estándares establecidas por IEEE, y el INAMHI para factores de clima y terreno.

El objetivo principal es verificar si existe línea de vista entre puntos de los radios enlaces, la nomenclatura que se dará en la simulación a los sitios o puntos de enlace es:

Puerto Ayora = Alfa  
Cerro Pacifictel = Beta  
Santa Rosa = Charlie  
El Cascajo = Delta

Entonces a continuación se presenta los enlaces:

### 6.7.1.- ENLACE PUERTO AYORA (ALFA) ---- CERRO PACICTEL (BETA)

		Latitud	Longitud	Elevación
Alfa	Puerto Ayora	0.44° 36' S	90.16° 49' O	30m
Beta	Cerro Pacifictel	0.37° 18' S	90.22° 13' O	620m

En la figura 23, lo que se muestra es los datos de la configuración del enlace generados por el simulador, y en la figura 24, se muestra las prestaciones del enlace, ambas figuras muestran algunas características del enlace.

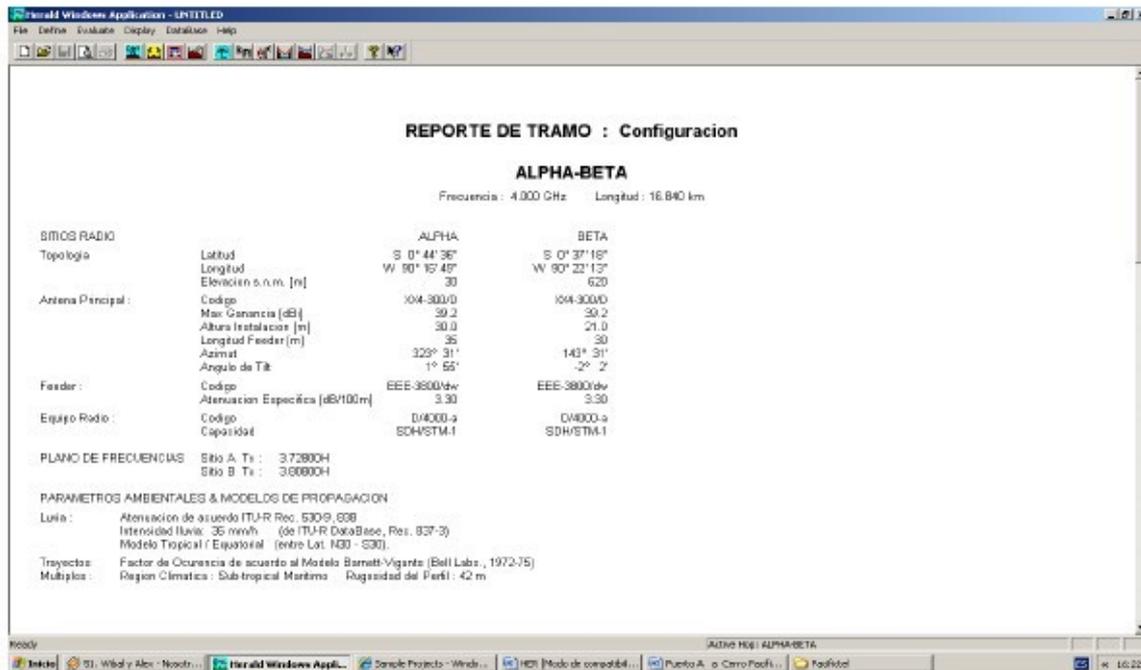


Fig.23 Configuración del enlace Alpha – Beta

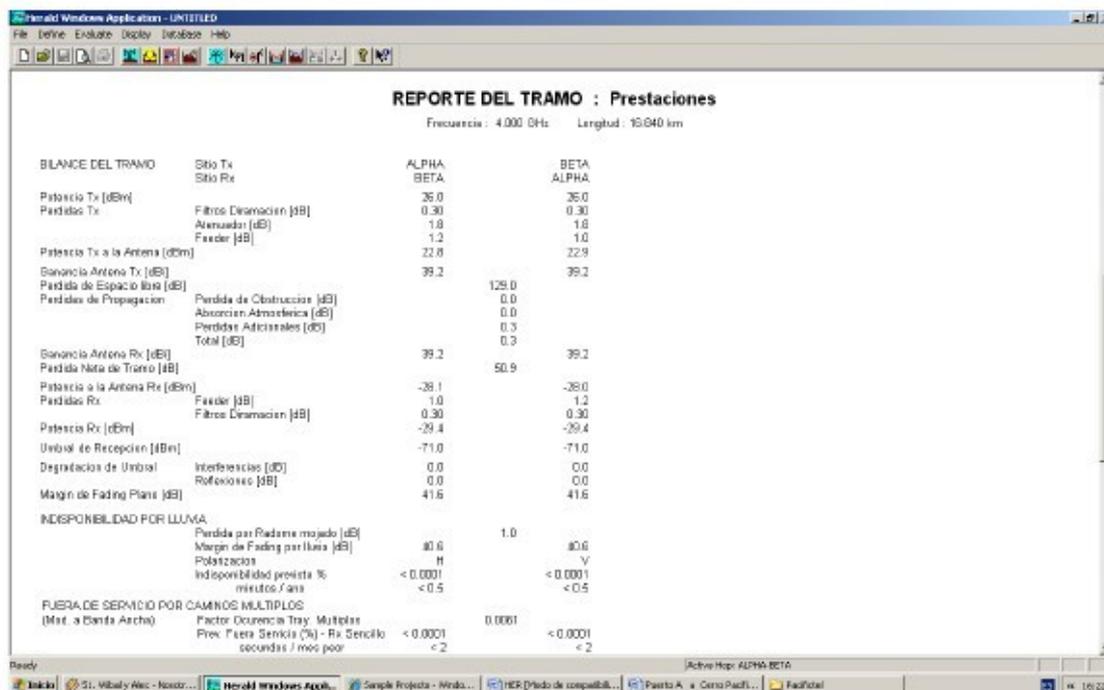


Fig.24 Prestaciones del enlace Alpha – Beta

En la figura 25, se presenta el reporte sobre el perfil del terreno y en la figura 26, se presenta el perfil del terreno.

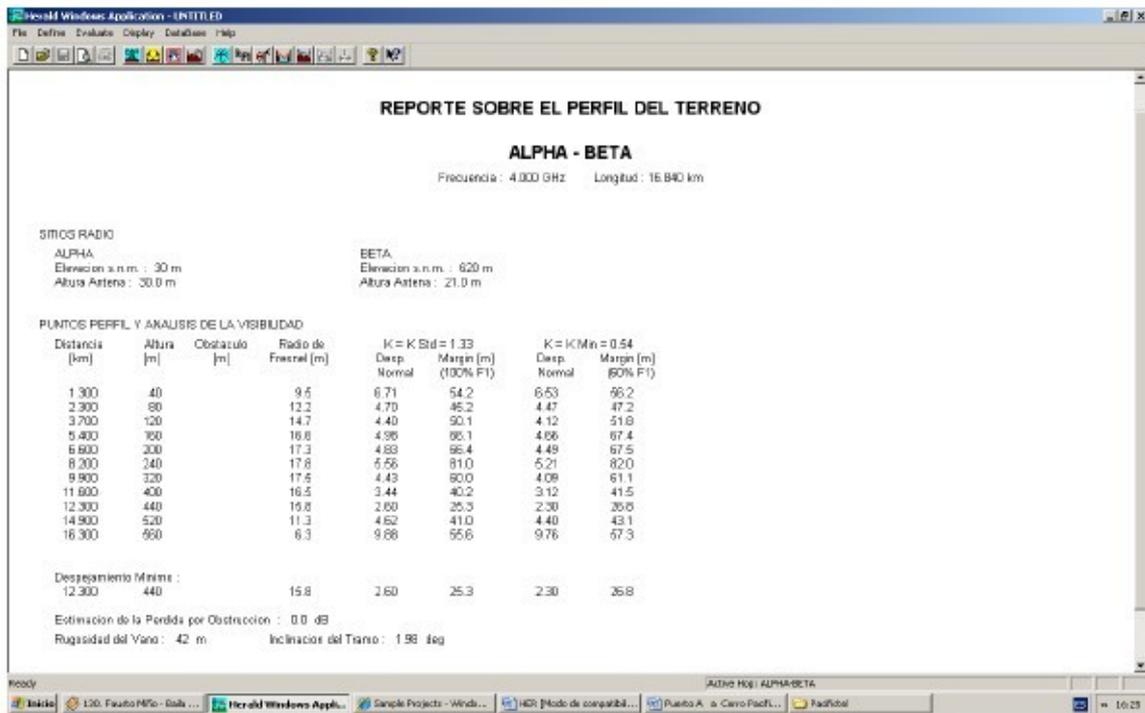


Fig.25 Reporte del perfil del terreno

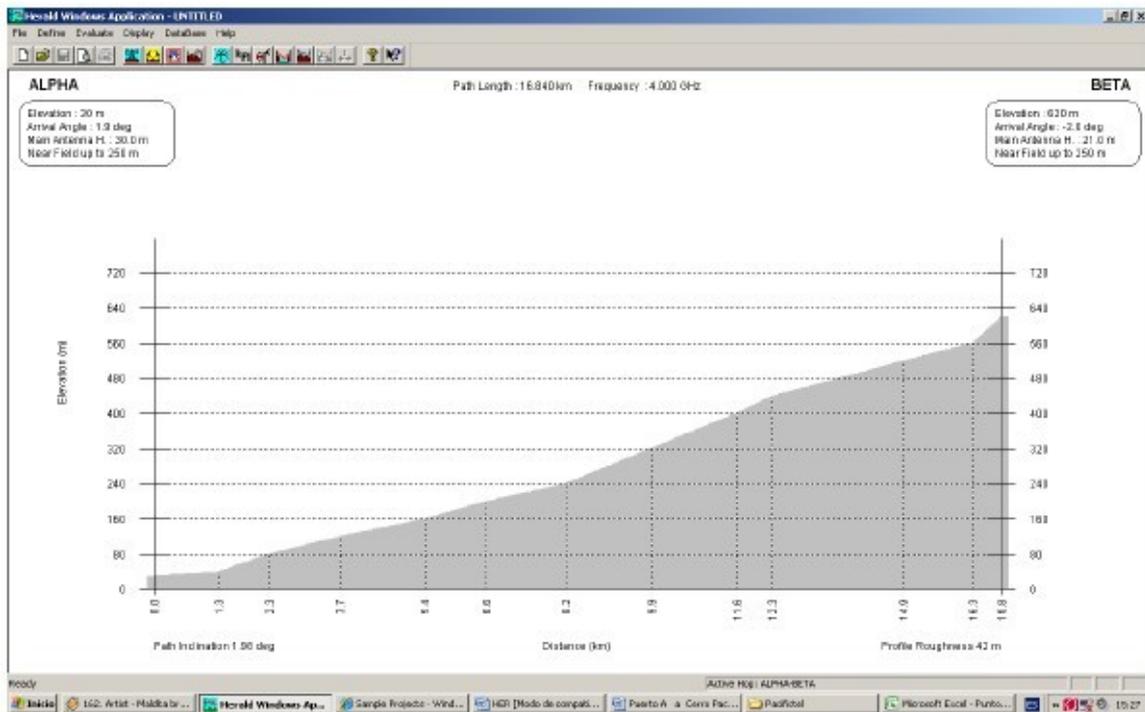


Fig.26 Perfil del terreno

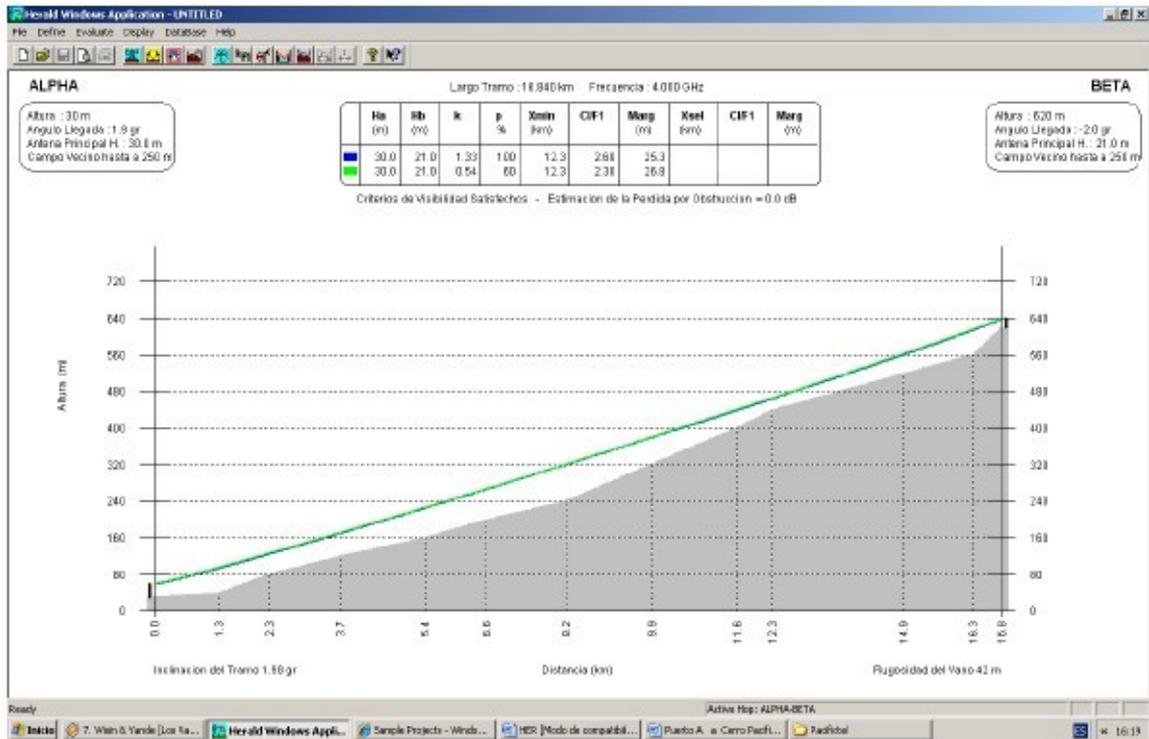


Fig.27 Radio de Fresnel

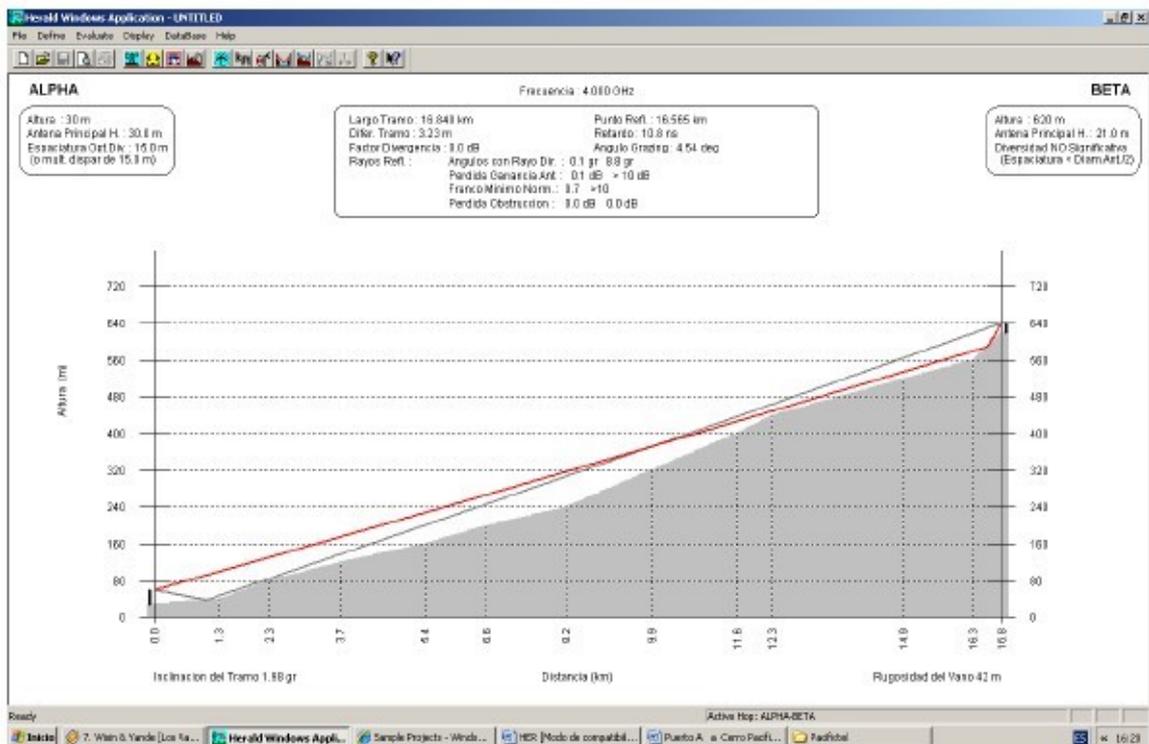


Fig. 28 Puntos de reflexion del enlace

En la siguiente figura 29, el simulador determina que no existe ninguna interferencia en el enlace.

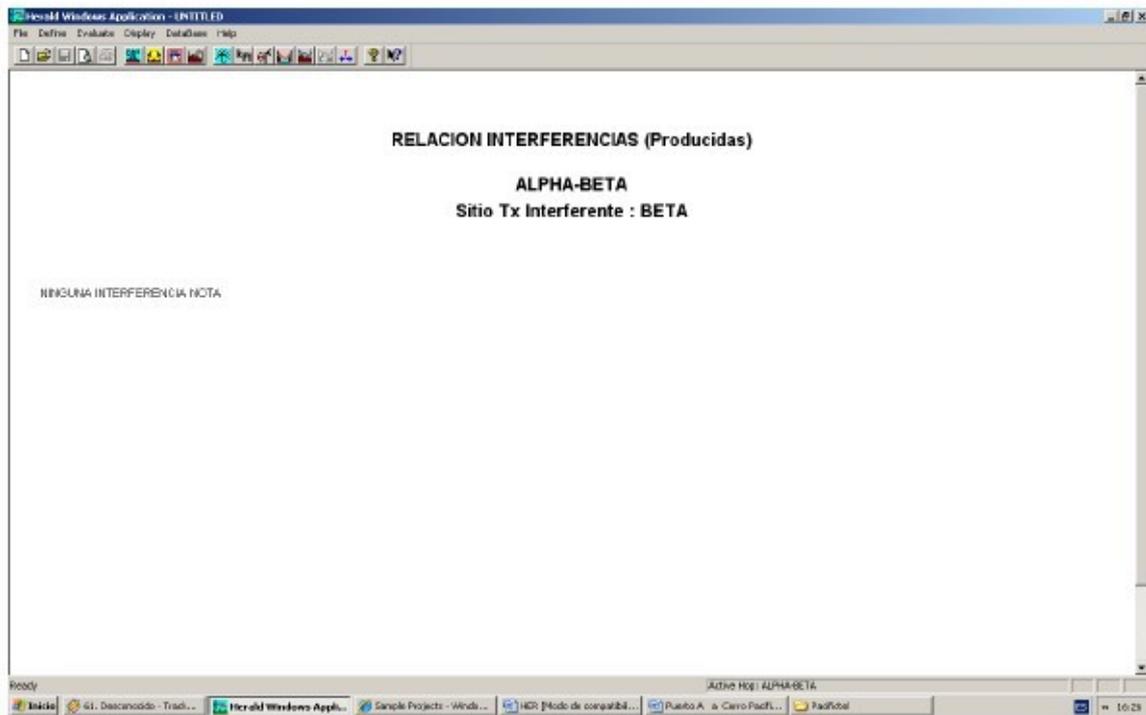


Fig. 29 Relacion de interferencia

Mediante la siguiente figura 30, se puede determinar que la indisponibilidad por lluvia en el enlace es mínima.

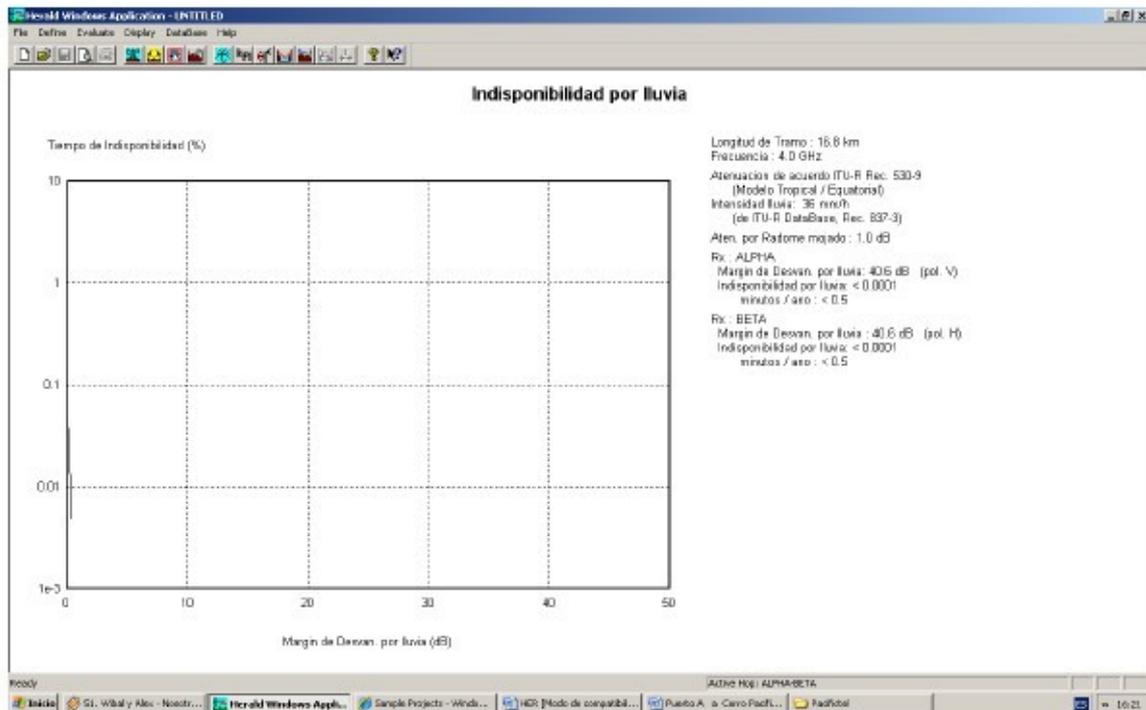


Fig.30 Indisponibilidad por lluvia

También se determina en la figura 31, que la probabilidad al año, que el enlace este fuera de servicio por mal tiempo, es mínima.

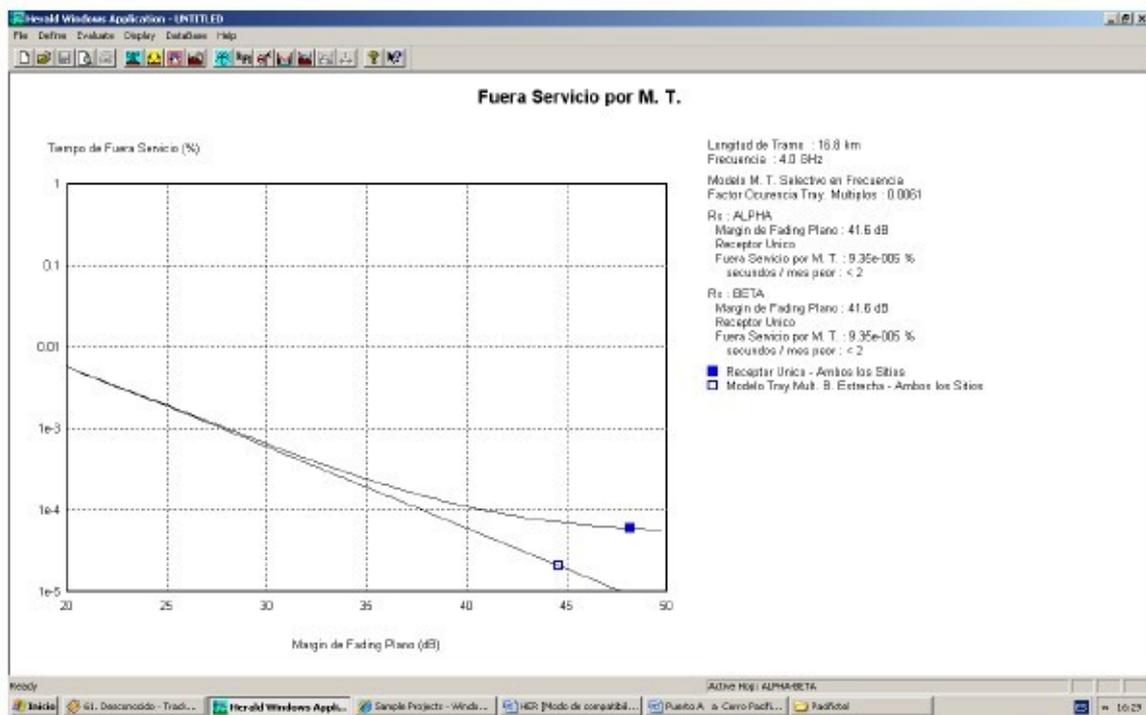


Fig. 31 Fuera de servicio por mal tiempo

Para el caso existen dos puntos de reflexión, los cuales se presentan en las siguientes figuras:

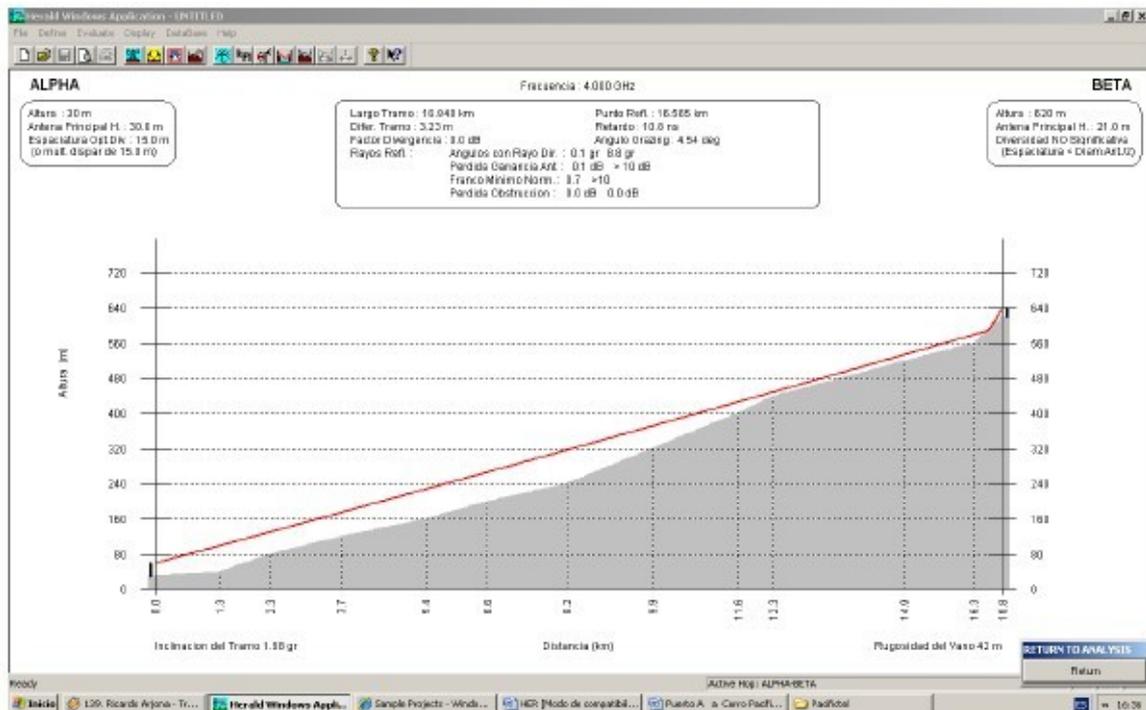


Fig. 32 Punto de reflexión 1

En la siguiente figura se presenta la señal relativa en recepción, del punto de reflexión uno.

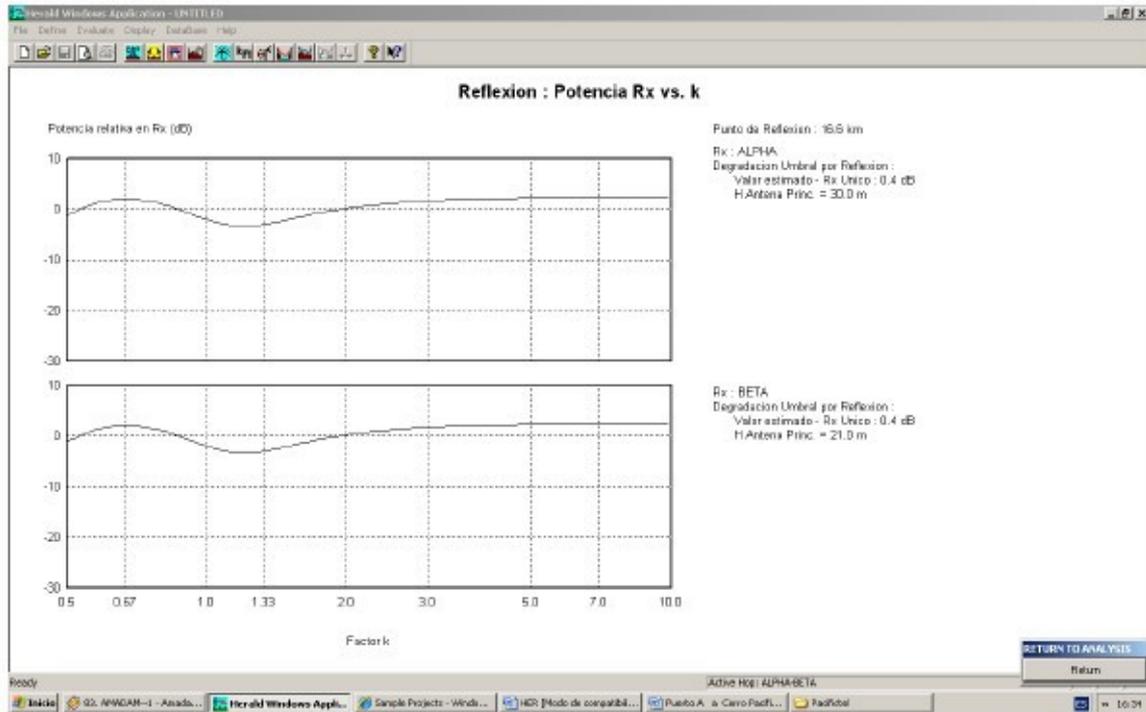


Fig. 33 Potencia relativa en recepción

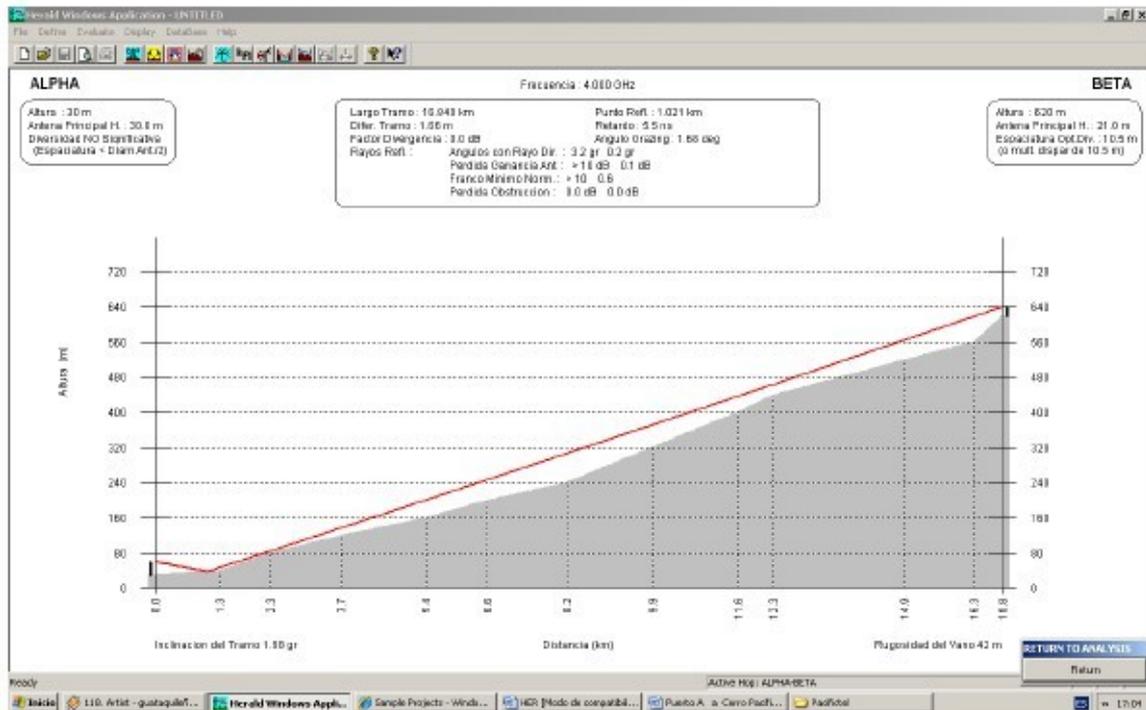


Fig. 34 Punto de reflexion 2

En la siguiente figura se presenta la señal relativa en recepción, del punto de reflexión dos.

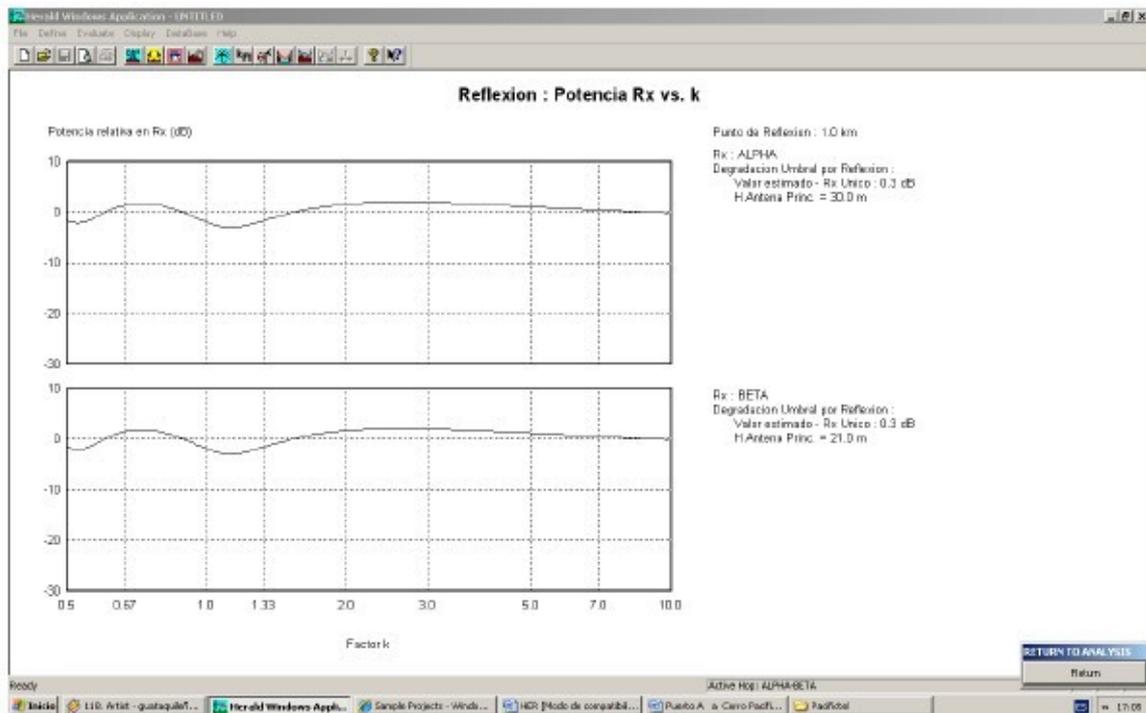


Fig. 35 Potencia relativa en recepción

El Reporte del Radio Enlace se presenta en la figura 36.

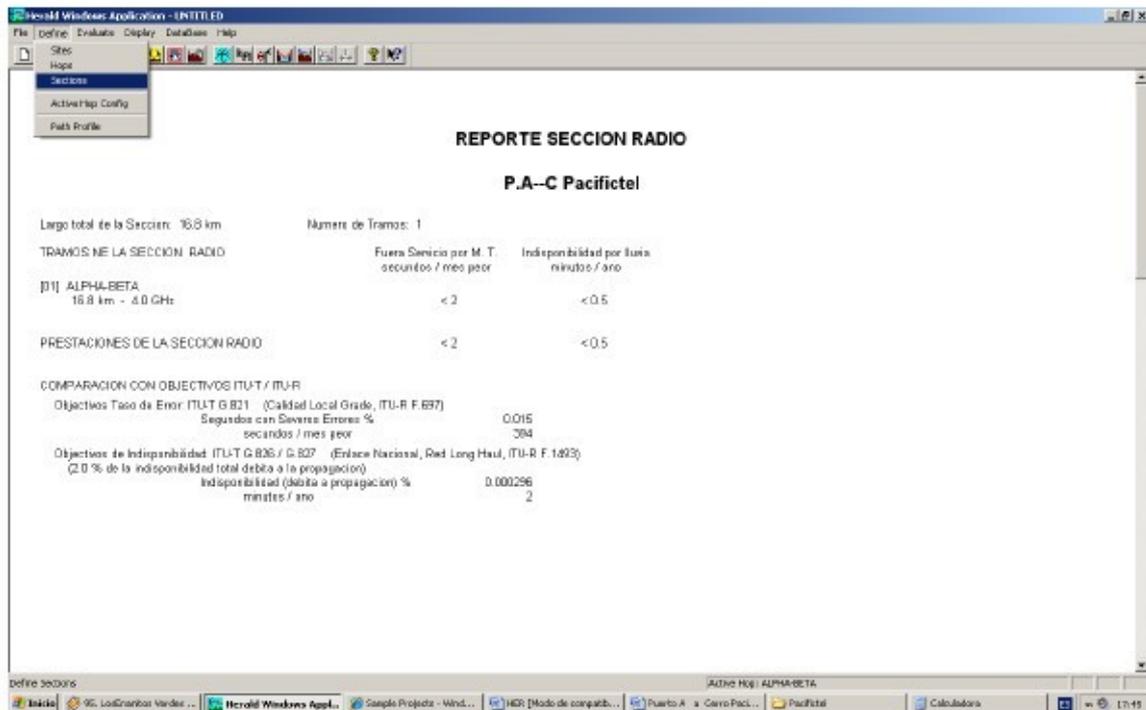


Fig. 36 Reporte del radio Alpha - Beta

6.7.2.- ENLACE CERRO PACIFICTEL (BETA) ---- SANTA ROSA (CHARLIE)

		Latitud	Longitud	Elevación
Beta	Cerro Pacifictel	0.37° 18' S	90.22° 13' O	620m
Charlie	Santa Rosa	0.39° 7' S	90.22° 13' O	390m

En la figura 37, se muestra los datos de la configuración del enlace generados por el simulador, y en la figura 38, se muestra las prestaciones del enlace.

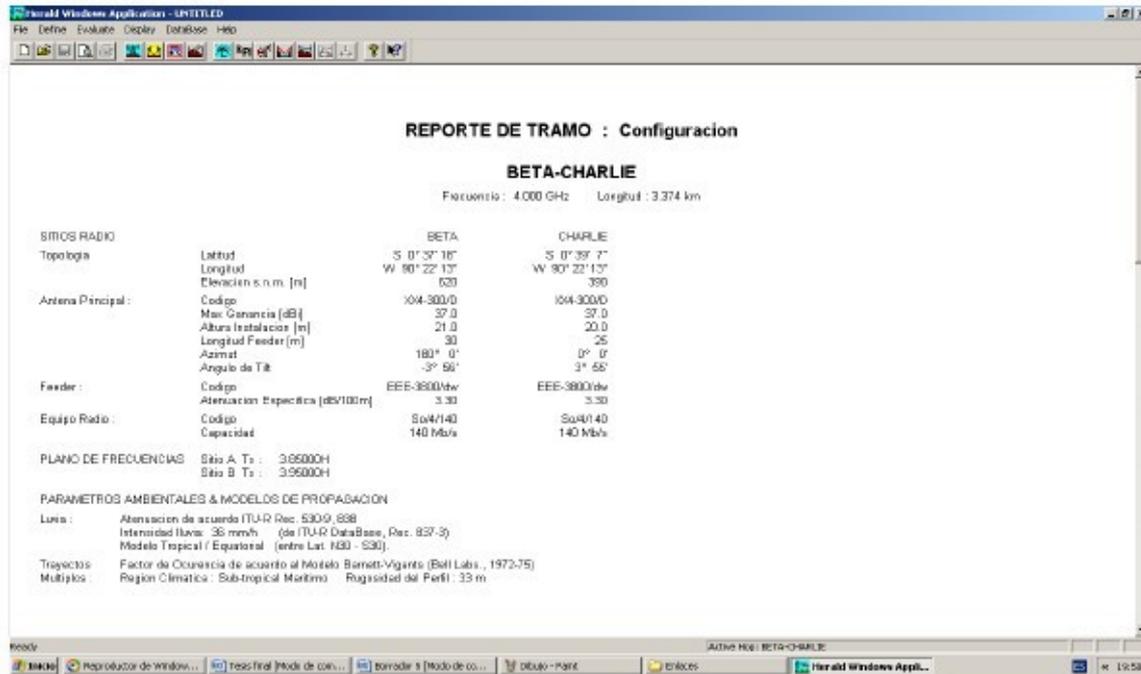


Fig. 37 Configuración del enlace Beta - Charlie

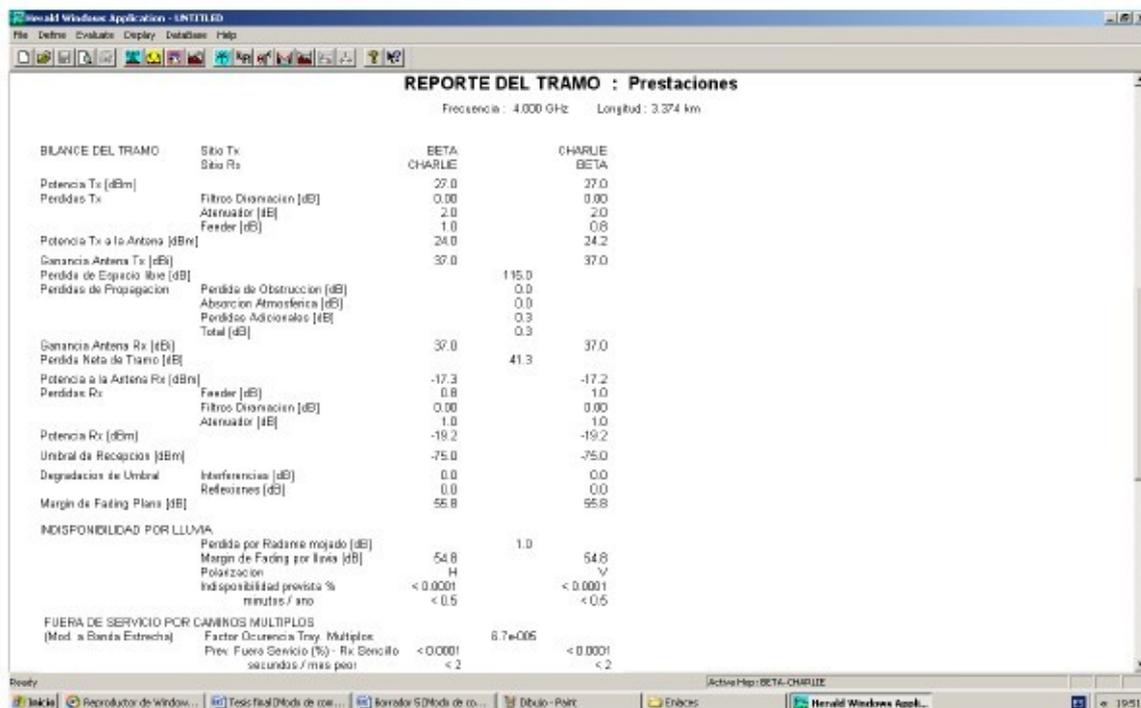


Fig. 38 Prestaciones del enlace Beta - Charlie

En la figura 39, se presenta el reporte sobre el perfil del terreno y en la figura 40, se presenta el perfil del terreno conjuntamente con el punto de reflexión.

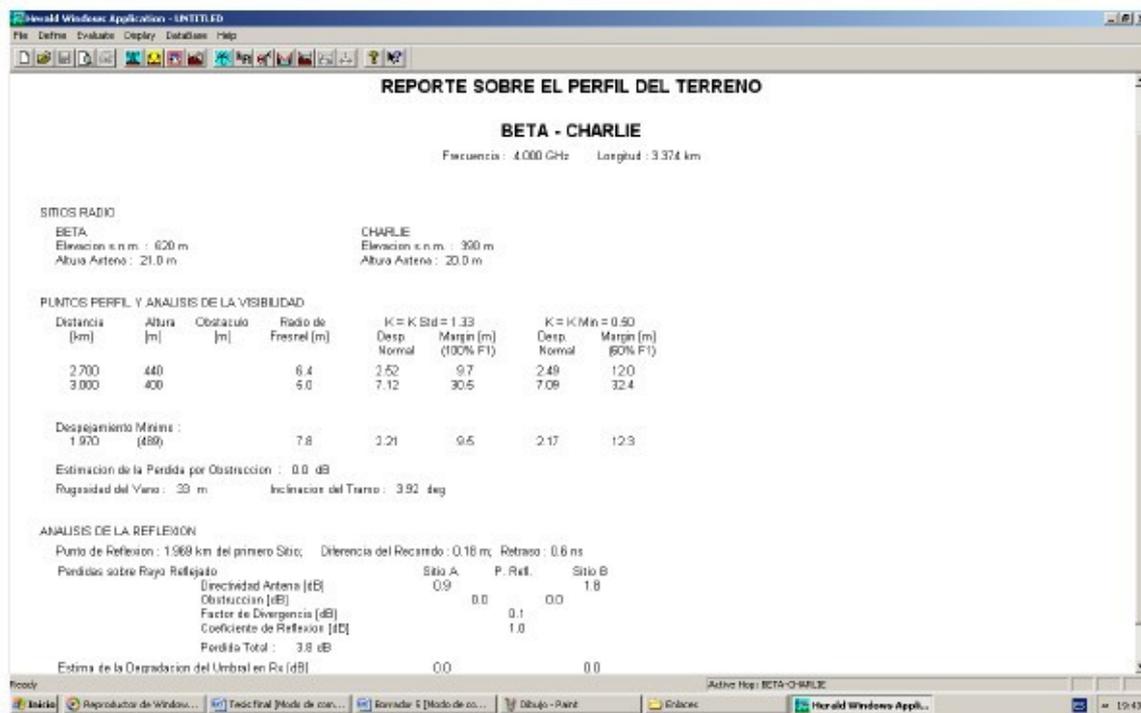


Fig. 39 Reporte sobre el perfil del terreno

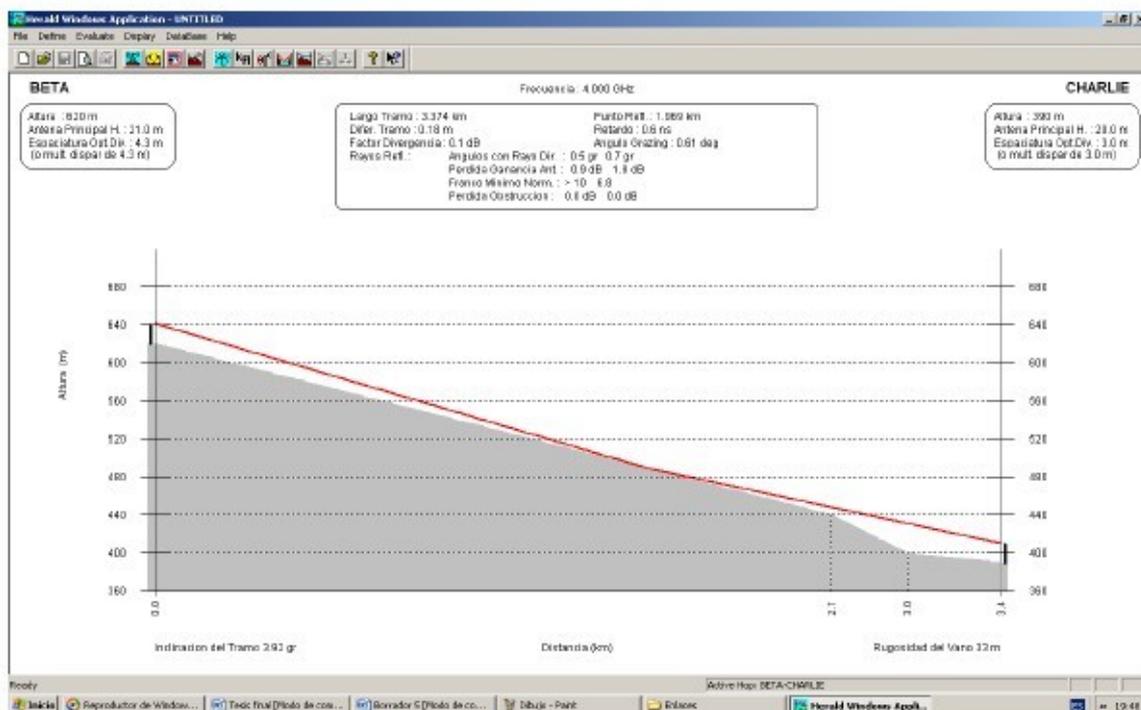


Fig. 40 Perfil del terreno y punto de reflexión

En la siguiente figura 41, el simulador determina que no existe ninguna interferencia en el enlace.

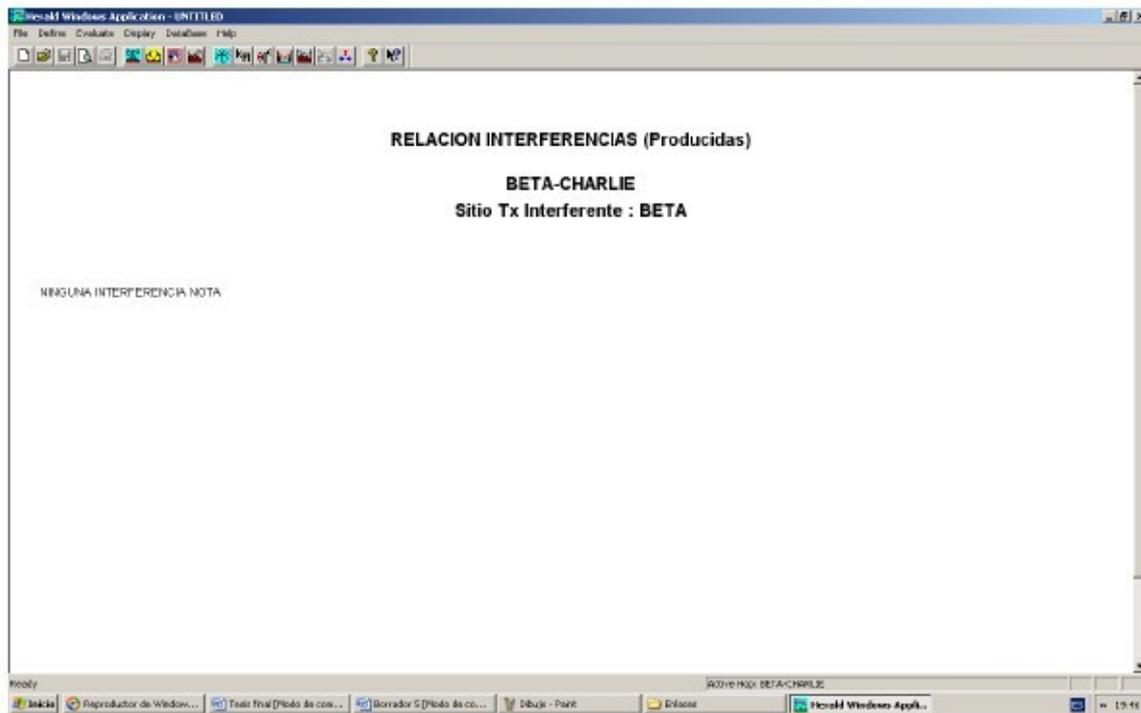


Fig. 41 Relación de interferencias

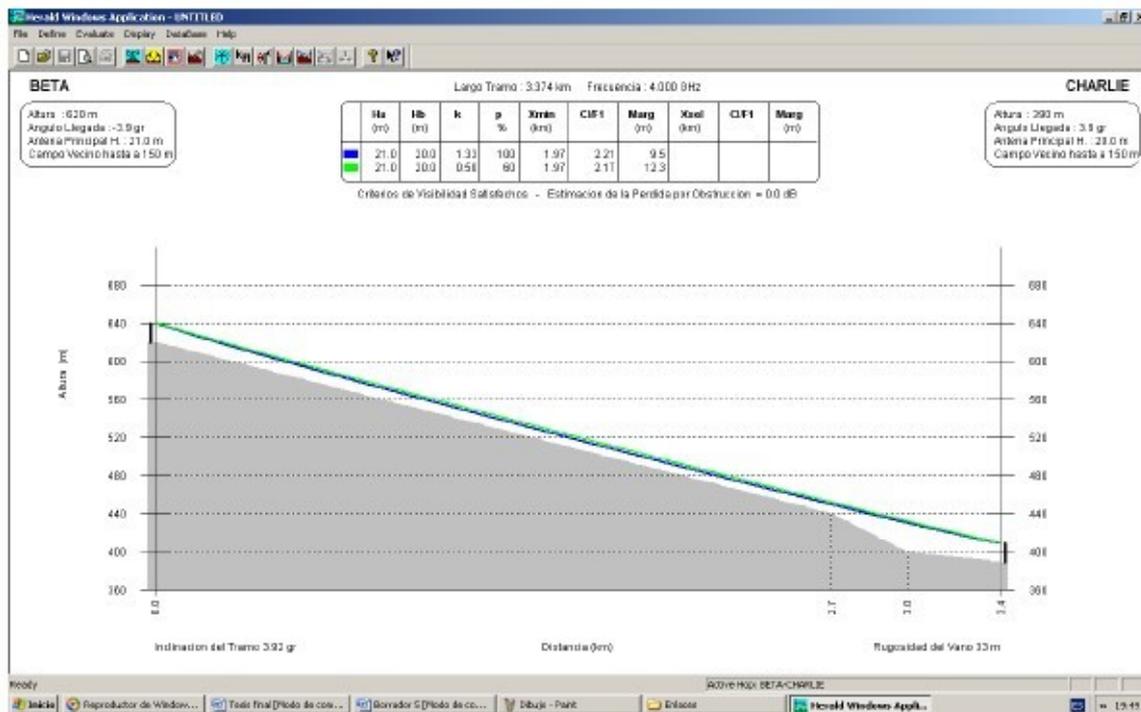


Fig. 42 Radio de fresnel

Mediante la siguiente figura 43, se puede determinar que la indisponibilidad por lluvia en el enlace es mínima.

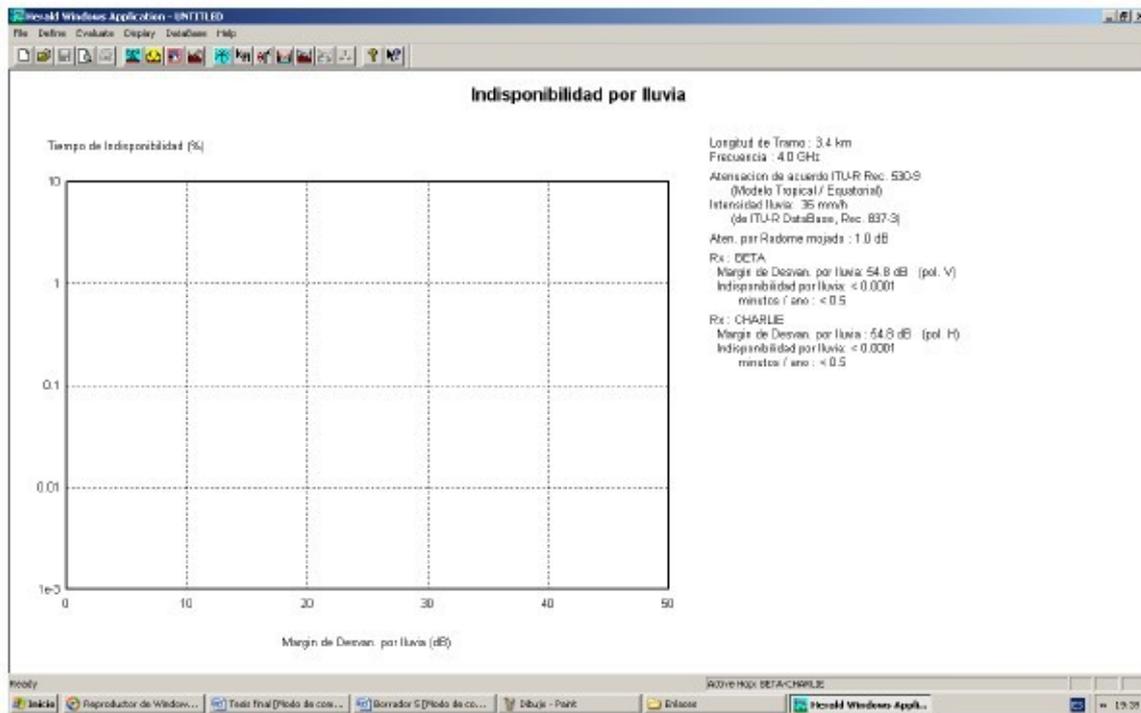


Fig. 43 Indisponibilidad por lluvia

También se determina en la figura 44, que la probabilidad al año, que el enlace este fuera de servicio por mal tiempo, es mínima.

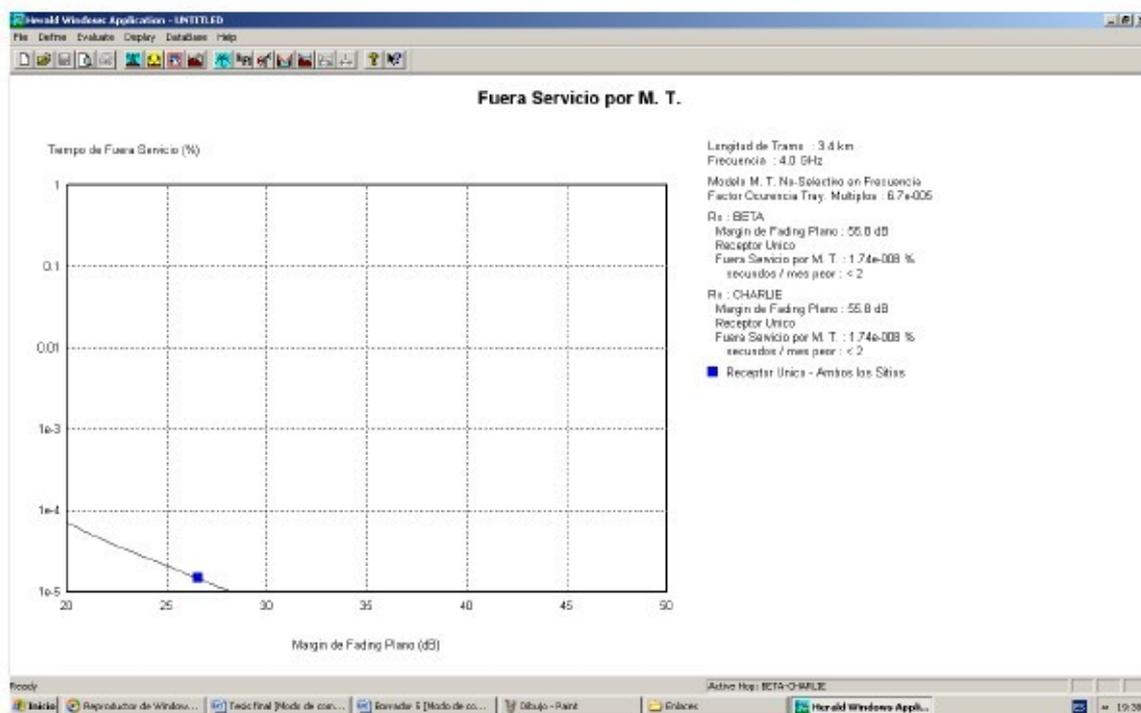


Fig. 44 Fuera de servicio por mal tiempo

El Reporte del Radio Enlace se presenta en la figura 45:

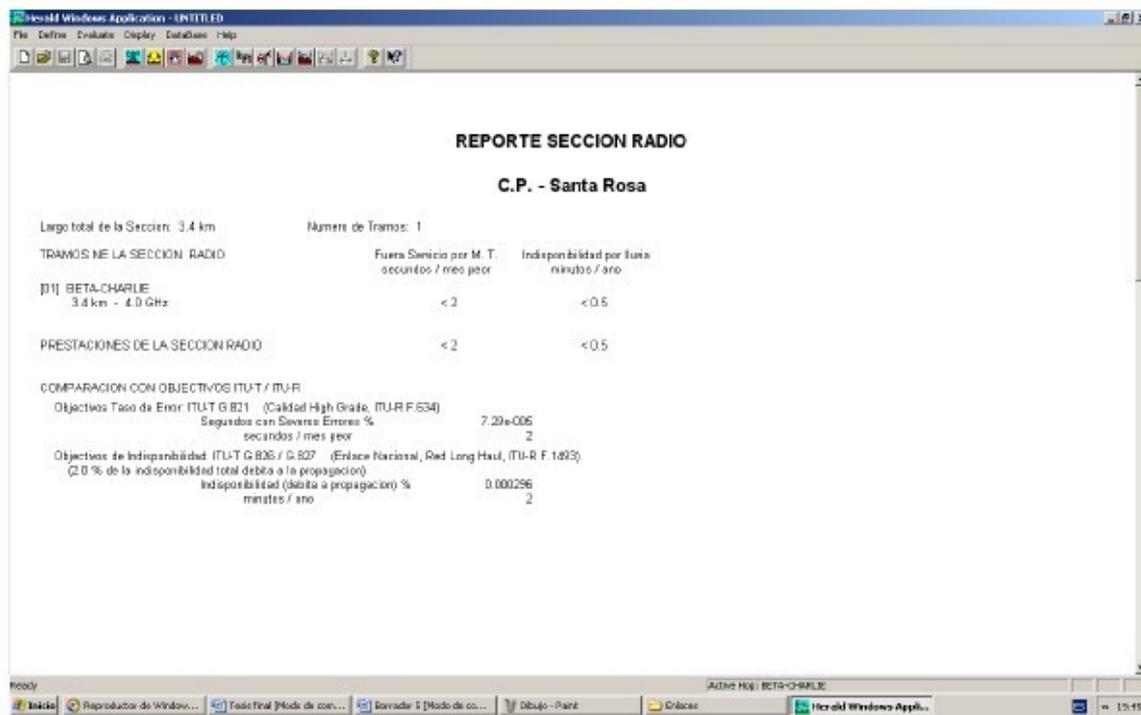


Fig. 45 Reporte del Radio Enlace Beta - Charlie

### 6.7.3.- ENLACE PUERTO AYORA (ALFA) ---- EL CASCAJO (DELTA)

	Latitud	Longitud	Elevación
Alfa Puerto Ayora	0.44° 36' S	90.16° 49' O	30m
Delta El Cascajo	0.40° 2' S	90.14° 5' O	280m

En la figura 46, se muestra los datos de la configuración del enlace generados por el simulador, y en la figura 47, se muestra las prestaciones del enlace.

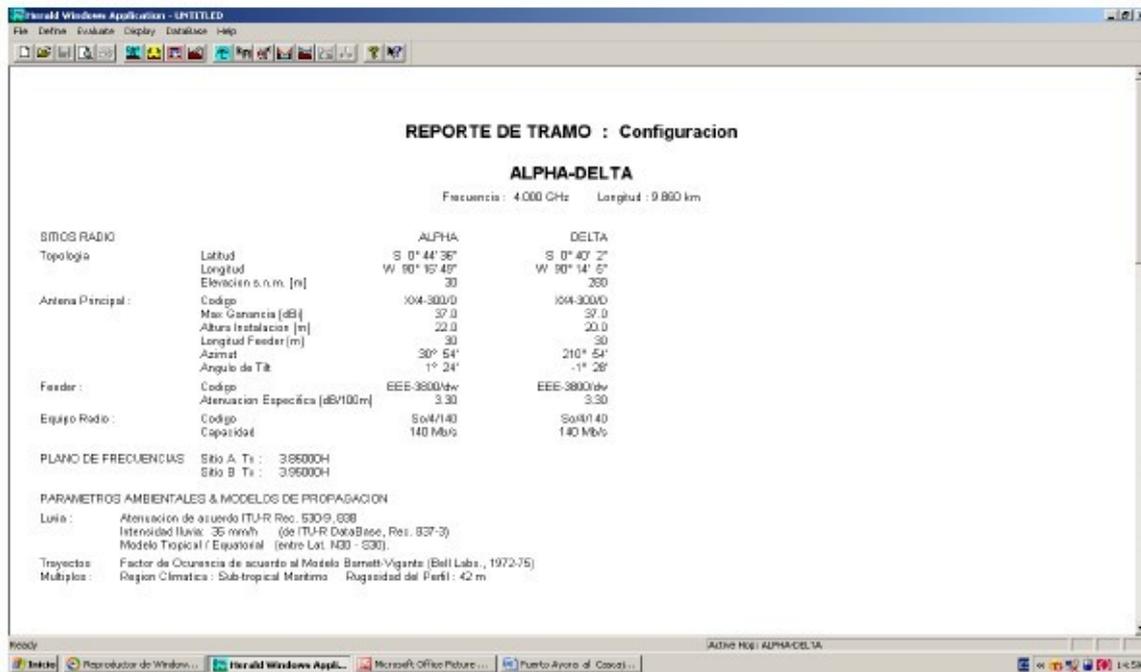


Fig. 46 Configuración del enlace Alpha – Delta

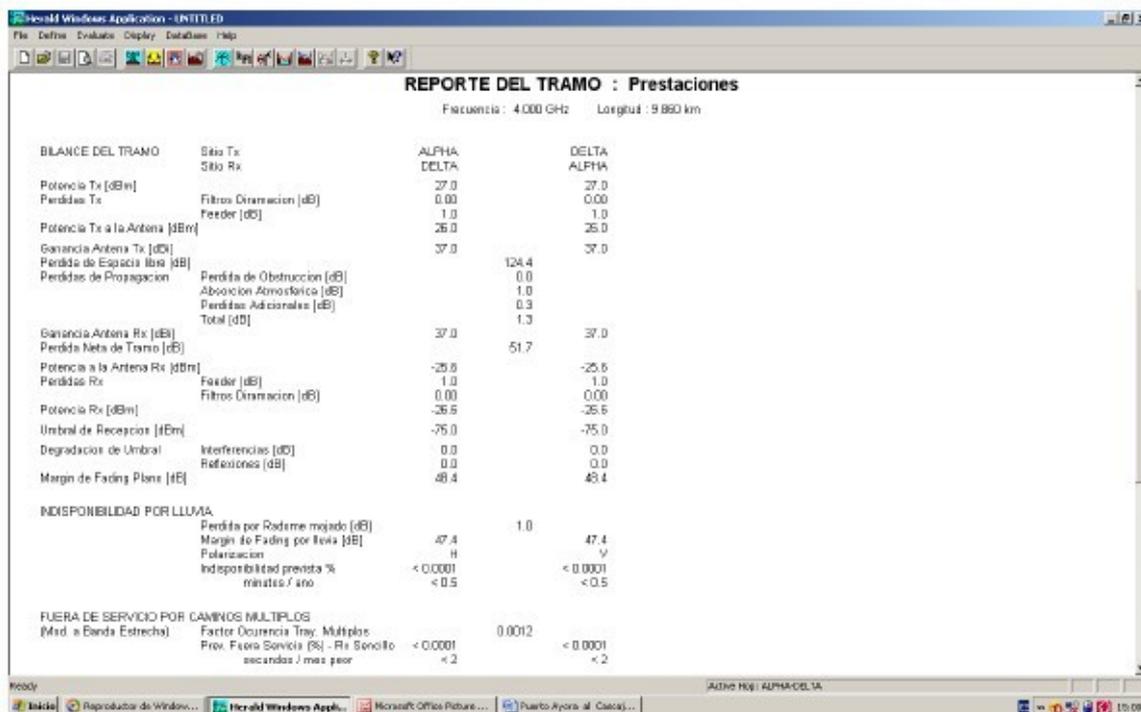


Fig. 47 Prestaciones del enlace Alpha – Delta

En la figura 48, se presenta el reporte sobre el perfil del terreno y en la figura 49, se presenta el perfil del terreno conjuntamente con los puntos de reflexión.

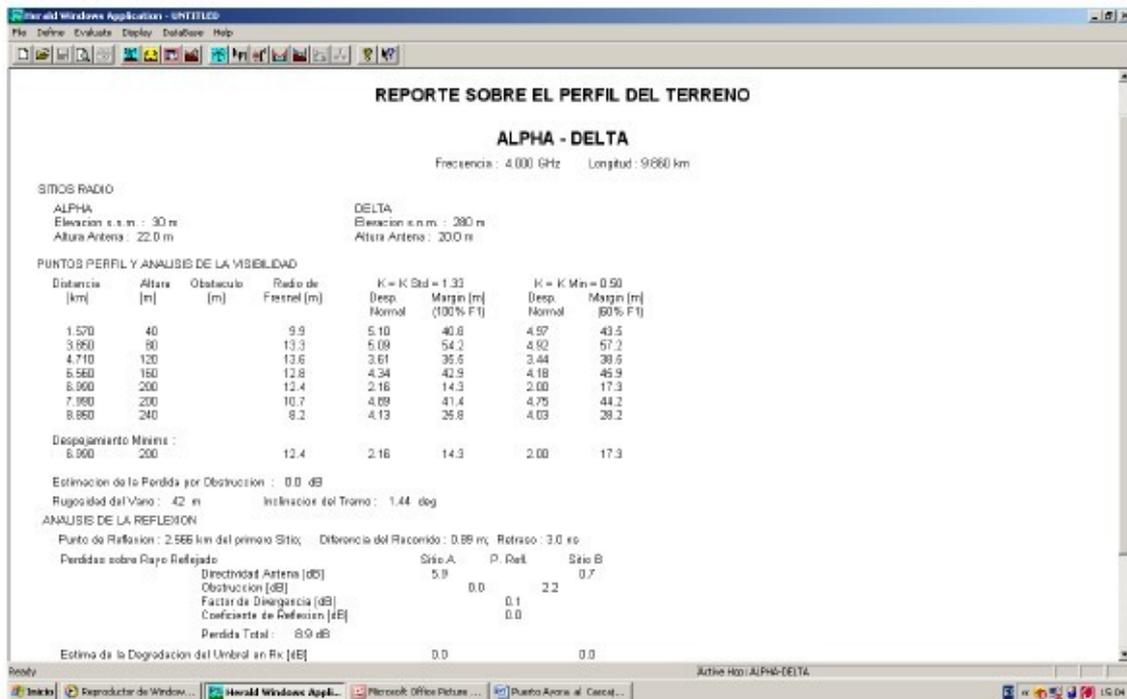


Fig. 48 Reporte sobre el perfil del terreno

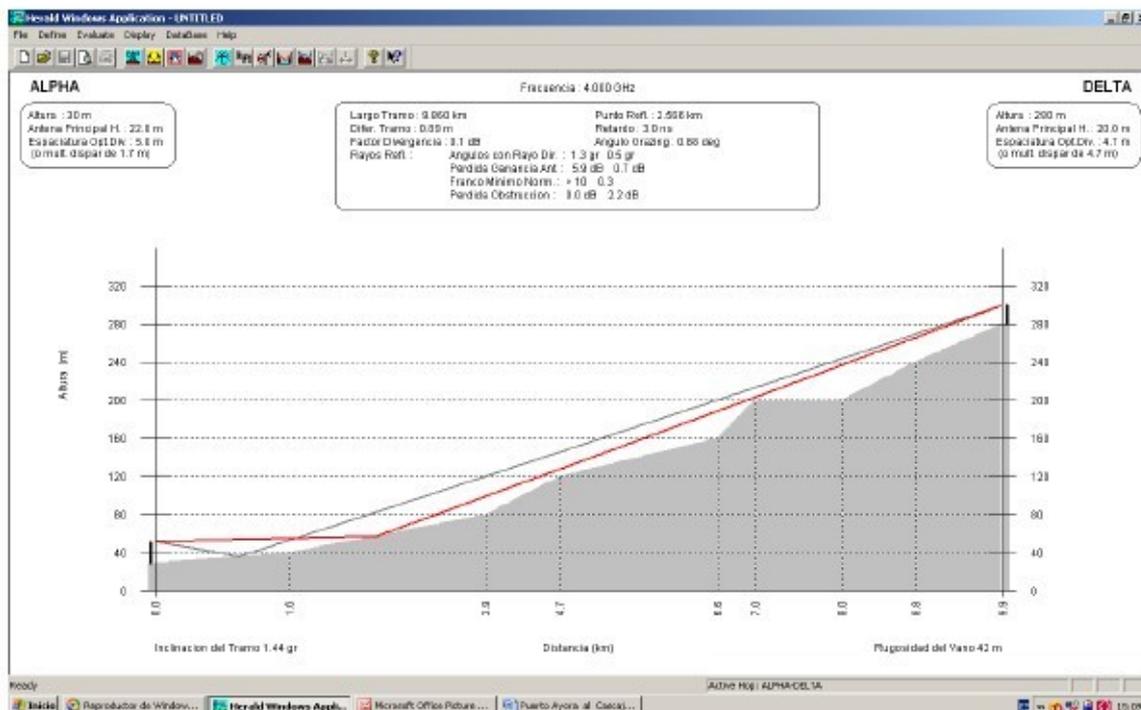


Fig. 49 Perfil del terreno y puntos de reflexión

En la siguiente figura 50, el simulador determina que no existe ninguna interferencia en el enlace.

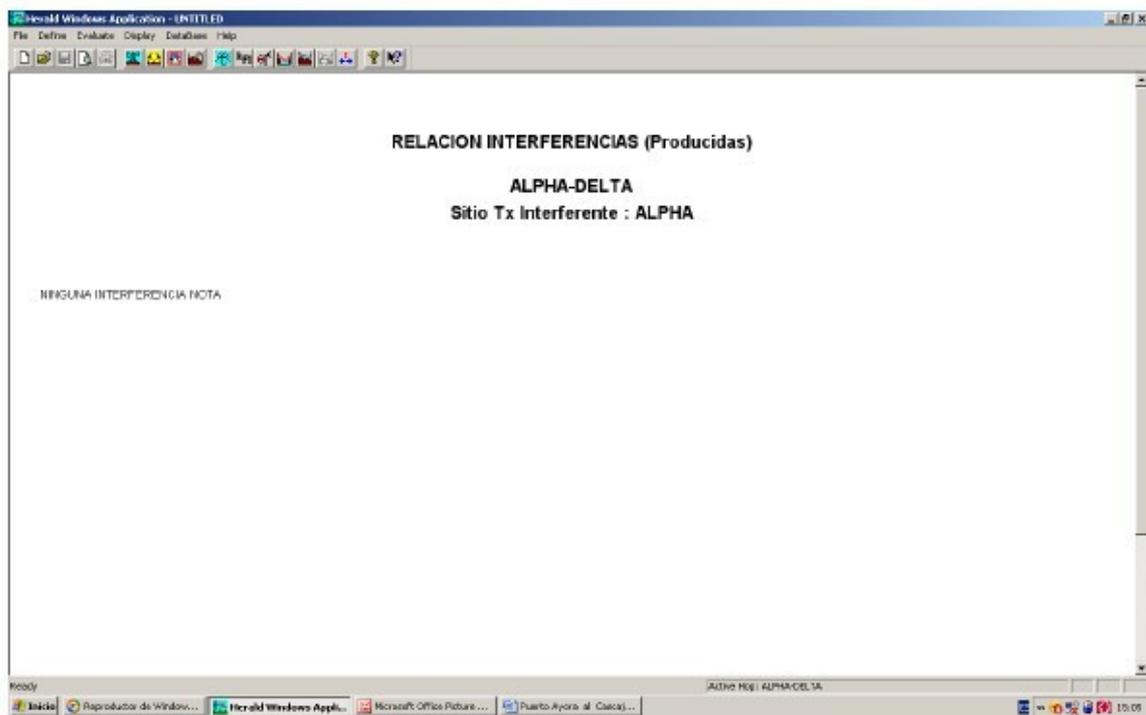


Fig. 50 Relación de interferencias

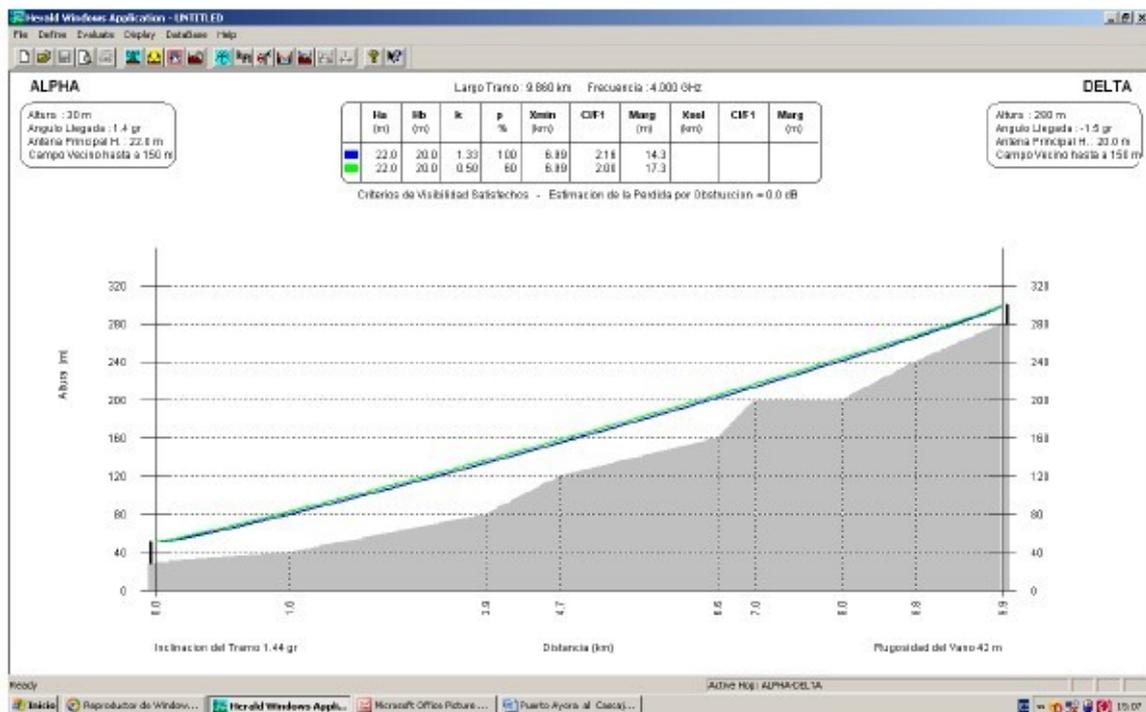


Fig. 51 Representación del Radio de fresnel

Mediante la siguiente figura 52, se puede determinar que la indisponibilidad por lluvia en el enlace es mínima.

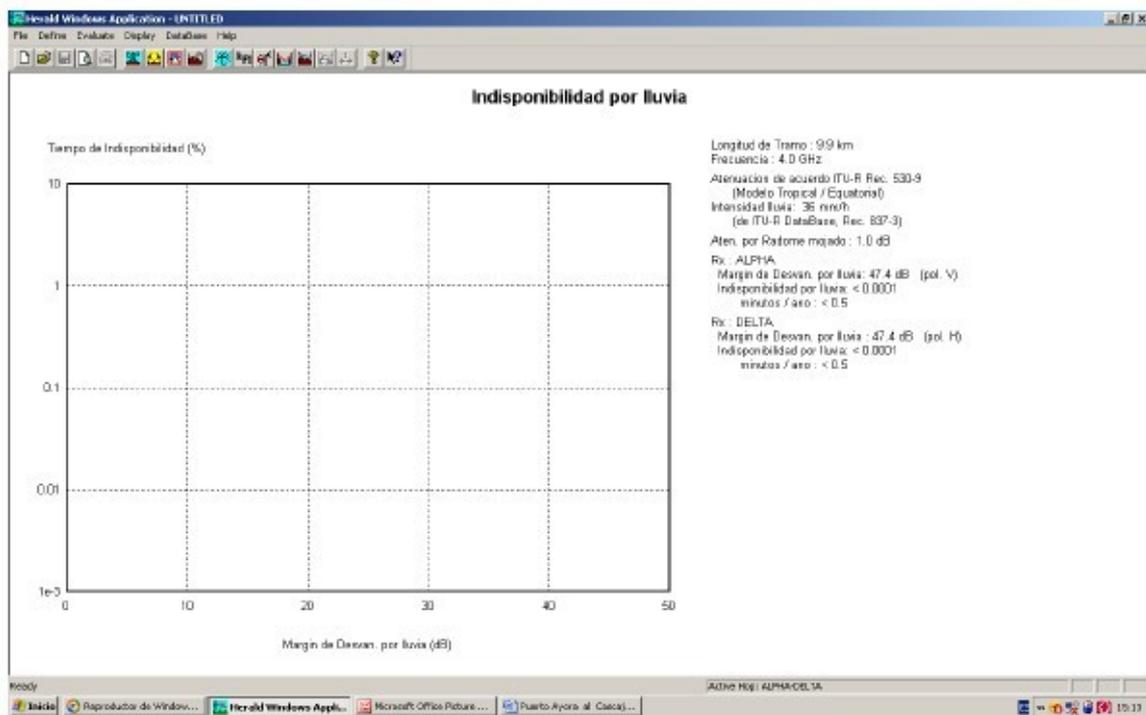


Fig. 52 Indisponibilidad por lluvia

También se determina en la figura 53, que la probabilidad al año, que el enlace este fuera de servicio por mal tiempo, es mínima.

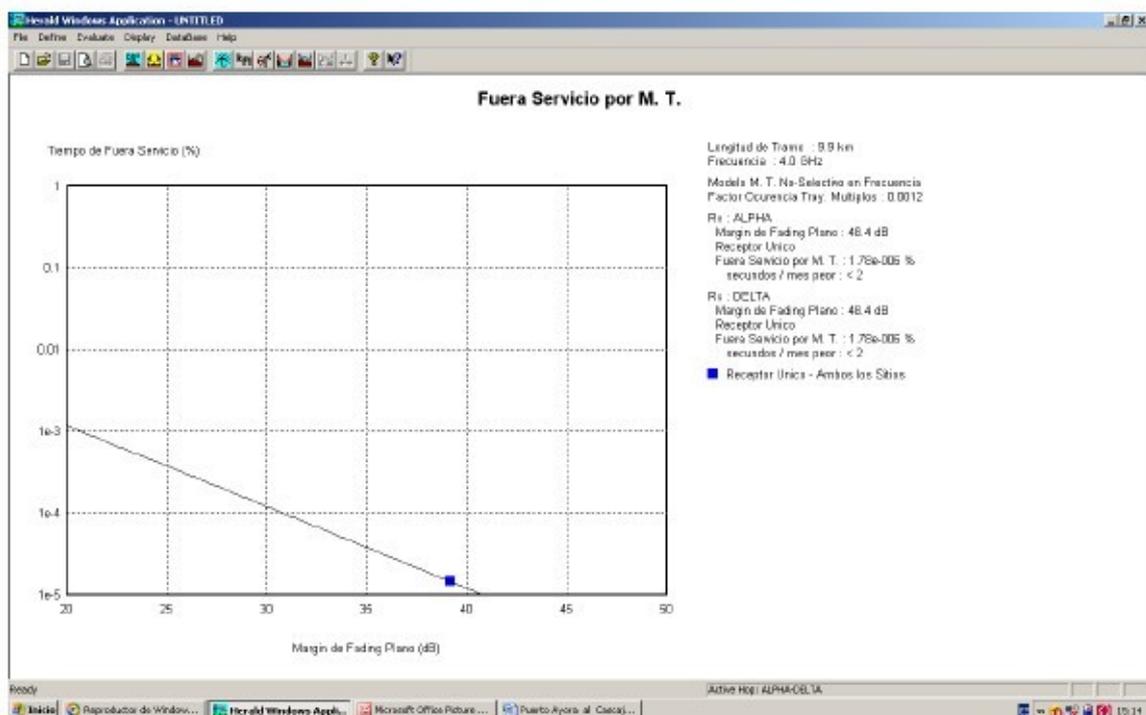


Fig. 53 Fuera de servicio por mal tiempo

El Reporte del Radio Enlace se presenta en la figura 54:

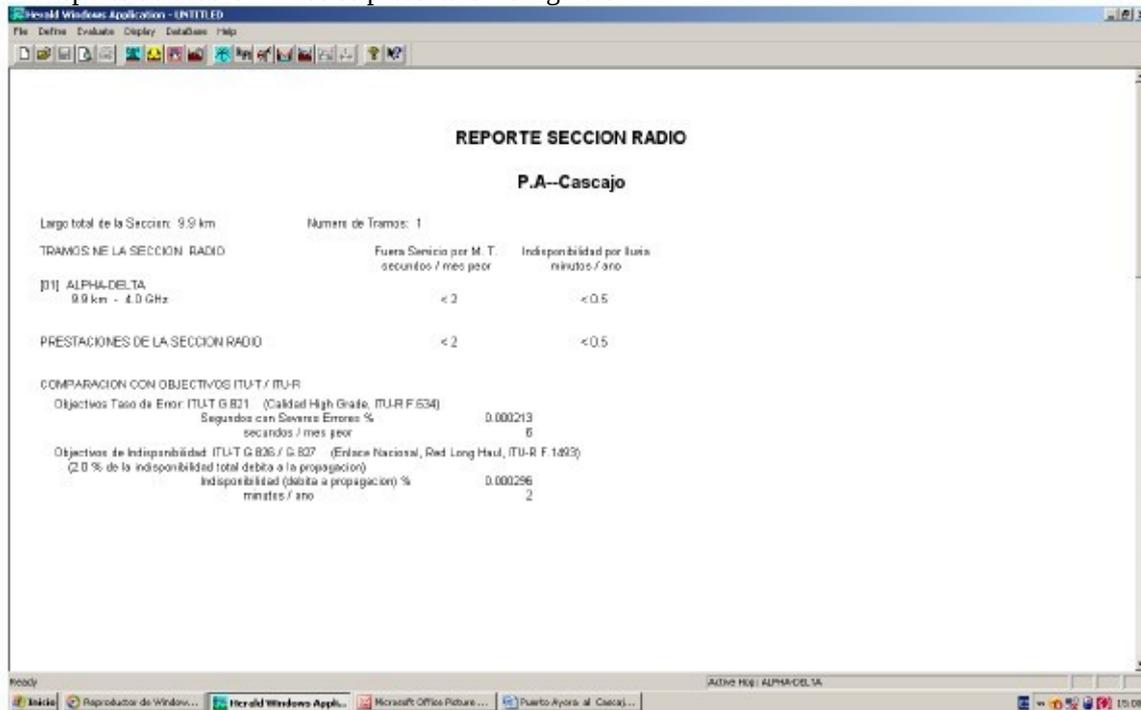


Fig. 54 Reporte del radio enlace Alpha - Delta

Cada figura de las simulaciones presentadas, presenta los datos correspondientes a los enlaces, siendo el programa solamente un demo, se ha realizado la simulación con los datos más cercanos a los datos reales, cabe recalcar que con estas simulaciones lo único que se quiere, es dar una idea más clara de lo existente en el sitio.

También es necesario decir que el programa Herald, es uno de los más utilizados para este tipo de trabajos por la veracidad que tiene, es por esto que no se ha realizado ningún cálculo matemático para determinar los valores presentados por el simulador, y también no se ha visto necesario porque los enlaces ya están en funcionamiento.

De esta manera, luego de todo lo realizado se ha podido analizar y se ha podido dar una idea de cómo se encuentran estructurados los radios enlaces en la Isla Santa Cruz, hechos por la empresa Pacifictel S.A., para dar el servicio de telefonía fija a sus abonados.

## 6.8.- CDMA FIJO

En muchos países en desarrollo existe una tremenda **demand**a por nuevos servicios telefónicos, sean comerciales o residenciales.- Cada vez más, los operadores están mirando hacia las tecnologías inalámbricas para proporcionar a miles de nuevos suscriptores servicios de alta calidad a **precios** razonables.

Los operadores alámbricos actuales pueden extender sus redes con **Wireless** Local Loop (WLL) o acceso fijo inalámbrico, mientras que los operadores celulares pueden capitalizar sus redes actuales proveyendo servicios residenciales con WLL.

Este sería el caso de Pacifictel S.A. que tiene un convenio con Telecsa S.A., permitiéndole a Pacifictel S.A. prestar servicios inalámbricos fijos, pero también pueden utilizar el espectro que actualmente tienen (banda de 900MHz) para prestar servicios fijos, con tecnología CDMA.

Los nuevos **proveedores** de servicios rápidamente pueden desplegar soluciones WLL no tradicionales para satisfacer las necesidades de comunicaciones de las comunidades, las características únicas de uso y los beneficios de CDMA hacen de esta tecnología una significativa elección, tanto para sistemas inalámbricos móviles como fijos.

En un ambiente de telefonía fija, se estima que CDMA proporciona entre 15 y 20 veces la capacidad de los sistemas celulares AMPS, con la resultante de la más alta capacidad ofrecida, basada en celular para aplicaciones WLL.

La clave para que se obtenga esta capacidad incrementada está en que, en un ambiente fijo, el sistema de control de poder CDMA es capaz de monitorear con mucha precisión los requerimientos de energía, dando como resultado un **ahorro** de energía de transmisión y una capacidad aumentada.- Los suscriptores en un ambiente fijo requieren menos poder de radiofrecuencia para alcanzar comunicaciones de calidad, de manera que más usuarios pueden ser colocados en un mismo canal de transmisión. Además, CDMA optimiza el uso del espectro radioeléctrico, el cual es un recurso escaso.

La capacidad para reutilizar la frecuencia de una misma celda y al requerir ancho de banda no contiguo, junto a su extenso rango de cobertura, simplifica la planificación e implementación de la radiofrecuencia.- Esto le permite a los operadores invertir menos en celdas y desplegarlas más rápido sus redes, con la reducción del tiempo para comenzar a percibir **ingresos** por el servicio.

### 6.8.1.- Acceso a la Red

Las terminales para el sistema de telefonía móvil que utiliza Telecsa S.A. en conjunto con Pacifictel S.A. en algunos sitios donde se brinda el servicio de telefonía inalámbrica fija, es una base celular CDMA PCS 1900MHz.

La banda de 1900MHz está dividida en 299 canales, cada canal tiene un ancho de banda de 200KHz subdividido en 8 intervalos de tiempo, o sea 8 llamadas por canal.- La tasa de información enviada por el aire por cada canal es de 270 Kbps, como hay 8 canales físicos, la información se envía en paquetes por un cierto intervalo de tiempo (ráfagas). La ventaja de enviar la información por ráfagas es el ahorro de energía a lo largo de la transmisión ya que se emplea 1/8 de tiempo normal para el enlace ascendente (del móvil a la antena) y 1/8 para el descendente, consiguiendo mayor duración de las baterías para el caso de teléfonos móviles, pero para teléfonos fijos CDMA, no se tiene ese inconveniente de energía.

Cuando un teléfono se prende inmediatamente buscará dentro de los canales de control la señal de mayor potencia, cuando el teléfono inalámbrico fijo determina que señal es la de mayor potencia envía una solicitud de llamada al sitio donde se encuentra la estación por su canal de control, así, equipos de la estación determinarán cuál canal de voz se encuentra disponible y se lo asignará a ese terminal asignándole una frecuencia. Entonces, si se realiza una llamada por ese teléfono, la voz se conectará a la central por medio de esa frecuencia asignada.

El corazón de las redes celulares es el MSC (Mobile Switching Center), el cual se encarga de administrar el enrutamiento de las llamadas dentro de la red.- También controla los accesos a ciertas características de los sistemas y accesos a las bases de datos de la red.- El MSC también se encarga de coordinar los cambios de un sitio celular a otro, también registra los momentos en que cada celular es prendido y administra las conexiones con la red PSTN.

Todos los MSC proporcionan acceso con el HLR (base de datos), esta base de datos proporciona información acerca de todos los usuarios de una misma área local.- El teléfono está suscrito con un número serial, un MIN (o identificación) y el número telefónico.- Toda esta información del equipo está almacenada en el HLR, así, cada usuario debe pertenecer a una área local determinada.

Así, los datos del teléfono de un usuario y los servicios por los que paga se encuentran localizados dentro de la base de datos del área local asignada.

Entonces, el proceso de conexión de un terminal es el siguiente:

Cuando un usuario realiza una llamada telefónica, el proveedor del servicio de telefonía enrutará la llamada a su MSC de su área local.- El MSC consultará con su base de datos la localización del usuario cuando hizo la última llamada, luego el MSC buscará en el HLR donde se encuentra el MIN de ese terminal, y entonces se da el servicio al teléfono del usuario.

Estas redes se componen básicamente de dos partes, el BSC (Controlador de estación base) y el BTS (Subsistema transceptor de base).

El BTS es el transceptor de radio y las antenas utilizadas en una zona, la combinación entre antenas y transceptores se conoce como BSS (Subsistema de estación base), las antenas se encuentran conectadas en un sistema que les permite conmutarse a diferentes transceptores y esto es controlado por el BSC.

Con la ayuda de la antena se logra la unión con los transceptores de la estación base, los transceptores son utilizados para transmitir y recibir llamadas vía aérea, cada transceptor puede soportar una o múltiples transmisiones por frecuencia, según sea la tecnología de la interfaz aérea.- Así, la interfaz aérea se encuentra entre el BTS y el teléfono del abonado.

#### 6.8.2.- Enrutamiento de la llamada

Para realizar una llamada o recibirla primero se debe registrarse con la red, cuando ya se activa un teléfono, este envía una señal hacia la red, esta señal posee información de registro, la cual es almacenada en el HLR del área de servicio, así, el registro se envía al MSC, el cual administra el registro de todos los teléfonos en su red y el MSC examina el MIN para determinar si ese equipo debe tener línea activada o no.- Luego, el MSC envía un mensaje al VLR (es una base de datos dinámica, es decir almacena y borra información constantemente), este actualiza su información creando un registro para el MIN identificado, entonces el VLR identifica la posición del equipo con el MIN indicado e informa al HLR del lugar y en cuál celda se encuentra el teléfono y solicita un perfil de servicio que se utilizará para el nuevo registro.

El VLR en el área identificará cuál celda es la que se encuentra solicitando el servicio y determinará si esta está activa o inactiva.- Si está activo el MSC envía una señal hacia

el BSC solicitando que el teléfono sea buscado, luego, la señal de búsqueda enviada al teléfono le dirá al terminal que frecuencia usar.

### 6.8.3.- Cobertura

La cobertura del sistema se refiere a las zonas geográficas en las que se va a prestar el servicio, en este caso a la Isla Santa Cruz, específicamente el sector de Puerto Ayora (figura 55), con la tecnología CDMA que es la más apropiada, permitiendo una máxima cobertura con una estación base, manteniendo la calidad exigida por los usuarios y que les permita tener acceso con cualquier otro lugar, ya sea local, regional, nacional e incluso mundial.



Fig. 55 Puerto Ayora

#### 6.8.3.1.- Diseño de las celdas

Del diseño de las celdas, va a depender la cantidad de usuarios que se pueden atender simultáneamente, este es un factor muy importante, pues del adecuado dimensionamiento de las celdas se podrá brindar un buen servicio a todos los abonados.

Se puede dividir un área (como una ciudad) en células, cada célula es típicamente de un tamaño de 10 millas cuadradas (26Km<sup>2</sup>). Las células se imaginan como un hexágono grande, como el de la figura 56:

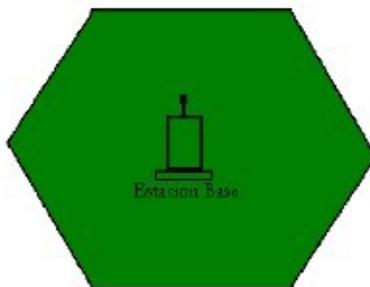


Fig. 56 Forma de una Célula

Sin embargo, el tamaño de las células puede variar mucho dependiendo del lugar en que se encuentre.- Las estaciones de base se separan entre 1 a 3 Km. en zonas urbanas, aunque pueden llegar a separarse por más de 35Km en zonas rurales, para este caso no es necesario verificar separaciones porque se tendrá solo una estación base.

Cada célula tiene una estación base que consta de una torre y un pequeño edificio en donde se tiene el equipo de radio, entonces el sector de Puerto Ayora necesita solamente una estación base con su respectivo equipo de radio, que para beneficio de la empresa Pacitel S.A., podría ser colocada en el sitio actual donde tiene sus instalaciones.

Como la banda de 1900MHz está dividida en 299 canales, y cada canal tiene la capacidad de tener 8 llamadas simultáneas, esto permite determinar que dicha capacidad es más que suficiente para cubrir la demanda de usuarios en el sector.

Para tener una mejor calidad en los servicios para los usuarios, se puede subdividir la célula en microceldas o picoceldas.- Las Microceldas tienen un rango de cubrimiento entre 100 y 1000 metros y las picoceldas tienen un rango de cubrimiento menor a 100 metros.

Como se sabe, una reducción en el tamaño de una celda implica un aumento en su capacidad de la red, ya que permite hacer un mayor manejo de tráfico y hace posible la utilización de potencias de transmisión muy bajas, por lo que las picoceldas son la mejor opción en el caso de este diseño, ya que se utilizara para brindar cobertura en las zonas donde los usuarios tienen un comportamiento de baja movilidad y se encuentran en un ambiente cerrado, es decir en su vivienda o en su negocio.

Otro aspecto que favorece al diseño es que en la Isla Santa Cruz no existen edificios grandes, entonces no hay problema de interferencia con el envío de las señales.

Entonces para el sector de Puerto Ayora se diseñaran picoceldas de aproximadamente 100m<sup>2</sup>, que son la mejor opción para el servicio de telefonía inalámbrica fija y este diseño se presenta en el Anexo 7.

#### 6.8.4.- Equipo terminal

En el mercado actual existe una amplia gama de teléfonos inalámbricos, que pueden ser utilizados conjuntamente con el sistema de telefonía móvil, en este caso la base celular CDMA PCS de 1900MHz, de la gran cantidad de teléfonos existentes, Pacifictel S.A. ha decidido trabajar con el modelo Silver FWT-400, que presentan en su página web, con el diseño que se muestra en la figura 57.



Fig. 57 Teléfono Silver FWT-400

El teléfono, brinda los siguientes servicios adicionales, una vez activado el plan telefónico.

- Buzón de Mensajes de voz
- Identificador de llamadas
- Llamada en espera
- Llamada Tripartita
- Transferencia de llamadas

Las tarifas para este tipo de telefonía, implantada por la empresa de comunicaciones Pacifictel S.A., son las que se muestran en la tabla 10, las cuales están sujetas a cambios:

Ámbito Local:	Valor Minuto
Categoría B:	US\$ 0.01 + IMP
Categoría C:	US\$ 0.02 + IMP
Ámbito Regional:	Valor Minuto
Categoría B:	US\$ 0.02 + IMP
Categoría C:	US\$ 0.06 + IMP
Ámbito Nacional:	Valor Minuto
Categoría B:	US\$ 0.04 + IMP
Categoría C:	US\$ 0.11 + IMP
Ámbito Celular:	Valor Minuto
Categoría A-B-C:	US\$ 0.17+ IMP
Ámbito Internacional:	Valor Minuto
EE.UU. y Canadá (Fijo-Móvil)	US\$ 0.10+ IMP
España e Italia(Fijo)	US\$ 0.10+ IMP
Puerto Rico	US\$ 0.45 + IMP
México	US\$ 0.45+ IMP
España e Italia (Móvil)	US\$ 0.35+ IMP
Cuba	US\$ 0.90+ IMP
Pacto Andino(Se incluye Chile)	US\$ 0.30+ IMP
Resto de América (Fijo-Móvil)	US\$ 0.45+ IMP
Países de Europa (Fijo-Móvil)	US\$ 0.50+ IMP
Japón (Fijo-Móvil)	US\$ 0.50+ IMP
Resto del Mundo(Fijo-Móvil)	US\$ 0.65 + IMP
Móvil Satelital	US\$ 6.80+ IMP
Móvil Marítimo	US\$ 6.80+ IMP

Tabla 10. Tarifas telefónicas

Por este servicio se pagara una pensión básica mensual de U\$25,00 (incluye imp.) de la cual se descuenta la pensión básica de U\$6,20; el valor restante es totalmente consumible y se podrá hacer llamadas a cualquier destino.- Si este saldo se termina y se quiere seguir hablando, simplemente se recarga la cuenta activando inmediatamente minutos adicionales a los contratados, este medio permite comprar montos de \$5, \$10, \$15, \$20 y \$25. Además, los saldos sin consumir de las recargas adquiridas, no se pierden, se acumulan hasta por 30 días.- Además, lo importante y llamativo de este producto es que para obtenerlo no se debe esperar tanto tiempo como sucede con la telefonía alámbrica actual.

Es de esta manera, que con toda la información previa realizada, se ha desarrollado la mejor opción telefónica para el sector de Puerto Ayora.

## BIBLIOGRAFIA

1. Diseño de Planta Externa “Ing. Carlos R. Aulestia C.” Noviembre de 1996
2. Telefonía Uno “Ing. Pablo Hidalgo”, Escuela Politécnica Nacional
3. Materias recibidas en los semestres:
  - Noveno, “Tópicos Especiales”, Ing. Marco Jurado
  - Octavo, “Telefonía y propagación de ondas”, Ing. Julio Cuji
4. Información ofrecida por la empresa Pacifictel S.A.
5. Programa de simulación de planos AUTOCAD 2007
6. Programa de simulación de enlaces HERALD Demo
7. Programa Google hearth
8. Cartografía de la Isla Santa Cruz
9. <http://www.pacifictel.ec>
10. <http://www.ingala.com>
11. <http://www.supertel.gov.ec/radiaciones/index.htm>
12. [http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t\\_celular/operadoras.htm](http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/t_celular/operadoras.htm)
13. <http://www.mincomunicaciones.gov.com>

# ANEXOS