

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE NICARAGUA

UNAN-MANAGUA



Facultad de Ciencias e Ingeniería

Seminario de Graduación para optar al Título de Ingeniería en Electrónica



Proyecto: Diseño de un radio enlace por micro ondas entre el municipio de Nindirí y el Instituto Nacional Hermandad de Willebroeck, en el municipio de Nandasmo, departamento de Masaya.

Autores: Br. Eveling Mayela Gutiérrez López
Br. Raúl Ernesto Morales Alemán

Tutor: Msc. Edwin Quintero

Asesor: Ing. Francisco Morales

Diciembre, 2013.

Dedicatoria

Dedicamos este proyecto al ser más importante de nuestras vidas, el cual de no ser por su voluntad, nuestros sueños y aspiraciones no serían posible de realizar, al Dios omnipotente, creador de la vida y de todo cuanto existe a nuestro alrededor, al cual sea la Gloria y la honra, por siempre.

Gracias a esas personas importantes en mi vida, que siempre estuvieron listas para brindarme toda su ayuda, ahora me toca regresar un poquito de todo lo inmenso que me han otorgado. Con todo mi cariño a ustedes:

Papá: Donald Alberto Gutiérrez

Por ser ejemplo para mí y mis hermanos, por tu entrega y responsabilidad, por todo su apoyo.

Mamá: Ana López

Por su apoyo moral, espiritual, por su entrega y sacrificio, por dar todo por sus hijos.

A mi esposo David Ruiz e Hijos David Eli y Eliz

Por ser mi motivación de seguir adelante y a enfrentarme con valor a las mayores dificultades que he tenido.

Br. Eveling Mayela Gutiérrez López

A mis padres

Por su apoyo incondicional de estar ahí siempre en los momentos más difíciles de mi vida, por su entrega y sacrificio, por hacerme llegar hasta donde estoy y por ser el ejemplo de humildad y educación ante la sociedad.

Con todo mi amor para ustedes.

María Asunción Alemán Potoy

José Armando Morales González.

A mis hermanos en especial a Igmer, Marlon, Armando, Incer, por su apoyo y por ser un ejemplo clave para mi formación profesional

Raúl Ernesto Morales Alemán

Agradecimiento

A Dios por crearnos como seres racionales, por la bendición de la vida, por sus bendiciones materiales y así poder estudiar, por el don de la sabiduría y la inteligencia, a él sea la Gloria.

A nuestros padres, por ser lo que a lo largo de nuestras vidas se sacrificaron y apoyaron, moral, espiritual y económicamente hasta donde pudieron.

A nuestros maestros, con los cuales compartimos en nuestras aulas de clases, por sus consejos y conocimientos, a los que están y aquellos que ya se han ido, por su entrega y su amistad.

Agradecemos en especial a un amigo que nos extendió la mano al Ing. Rodrigo Campos, al Ing. Francisco Morales y por supuesto a nuestro tutor, Edwin Quintero, por ser una persona exigente y de esa forma que diéramos más de nosotros. Gracias al Ing. Milceades por todas las recomendaciones agregadas, por su humor y carisma, en los momentos de enseñanza.

Planteamiento del Problema

Hasta la fecha en el pueblo de Nandasmo no existe cobertura para conexión ADSL. Dado a esta limitante, en el municipio no se cuenta con un buen acceso a la Internet; por lo que es necesario desarrollar una propuesta que mejore las condiciones de comunicación con una mejor velocidad de acceso. La actual situación entorpece el acceso a la información, en relación a las nuevas facilidades brindadas por la tecnología de la comunicación; por esto en el presente estudio el lugar del punto a conectar es el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo.

El Instituto Hermandad Willebroeck, ubicada en el municipio de Nandasmo del departamento de Masaya, es un centro educativo público el cual además de la enseñanza del plan de estudio del Ministerio de Educación, en el año 2004 con apoyo de la empresa movistar inició el proyecto de las TIC's, en la cual dicha empresa facilitó la conexión a Internet vía telefónica, al finalizar el convenio la institución pagaría por el servicio de internet, durante un período, el centro quedó sin el servicio de la Internet; por condiciones precarias del centro este proyecto se había paralizado, un año más tarde se hicieron gestiones a favor del Instituto dado que funcionaría como centro de cómputo, fue en ese entonces que con ayuda del gobierno municipal y en coordinación con el gobierno central, se hace un nuevo convenio, esta vez con la empresa Claro Nicaragua, la cual en su responsabilidad social les facilita un servicio con ancho de banda de 256 Kbps para un total de 15 computadoras compaq y 15 clones marca AOC, esto para servir a una población estudiantil de 470 alumnos y 12 docentes.

El acceso a la red es lenta, razón por la cual actualmente sólo se utiliza para buscar información a los alumnos que lo solicitan, lo mismo que el 25% de docentes que laboran en el centro; debido a estas condiciones la mayor parte de los estudiante buscan mejores condiciones de aprendizaje en centros escolares de otros municipios, en los que se ofrece uso de las TIC's para actualizarse, ocasionando una considerable reducción en la retención escolar.

La falta de acceso a comunicación e información vía Internet obliga a los docentes a hacer uso de este servicio en Cyber Cafés que les brindan mejor velocidad y respaldo técnico para el uso de las PC.

Dado estas condiciones, el gobierno municipal en conjunto con el MINED está proyectando además de las mejoras de infraestructura, la ampliación del servicio a Internet por otro medio, la adquisición de nuevas computadoras y la tecnificación de dicho centro educativo, según entrevistas realizadas al encargado del laboratorio de computación, a la delegada municipal y al director del centro de estudios.

INDICE

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Antecedentes	4
Justificación.....	6
1. Objetivos.....	7
1.1. Objetivo General	7
1.2. Objetivos Específicos	7
Capítulo I.....	8
1. Marco Teórico.....	8
1.1. Radio Enlaces por micro ondas.....	8
1.2. Propiedades ópticas una onda.....	9
1.2.1. Refracción.....	9
1.2.2. Reflexión	9
1.2.3. Difracción	10
1.3. Propagación de ondas Espaciales	10
1.4. Componentes de Radio Frecuencia	11
1.4.1. Funcionamiento de una antena.....	13
1.4.1.1. Tipos de antenas	13
1.4.2. Funcionamiento de un receptor	13
1.5. La Zona de Fresnel	14
1.5.1. Cálculo de las zonas de Fresnel	14
1.6. Parámetros para el diseño del radio enlace	15
1.7. Diseño y Planificación de un radio enlace.....	16
1.7.1. Configuración del Sistema	16
1.7.1.1. Tipos de Multiplexación y capacidad	16
1.7.1.1.1. Sincronización de tramas	18
1.7.1.2. Seguridad (SNMPv3).....	18
1.7.1.3. Formato E1	19
1.8. Rangos de Frecuencias	19
1.8.1. Frecuencias de transmisión	19
1.9. Ancho de banda	21
1.10. Diagrama de bloques de un radio enlace terrestre.	21
1.10.1. Banda Base Digital (BB)	21
1.10.1.1. Generalidades:	21
1.10.2. Modem y Transreceptor	22

1.10.2.1. Etapa del modulador y demodulador:	22
1.10.2.1.1. Generalidades:	22
1.10.2.1.1.1. Codificación antes de la modulación.	23
1.10.2.2. Etapa del Transmisor Receptor:	24
1.10.2.2.1. Funciones Generales.	24
1.10.3. Software de Pathloos 5	26
CAPITULO II	26
2. Desarrollo	26
2.1. Introducción.....	27
2.2. Clima	28
2.3. Diagnóstico de la red actual en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo.....	28
2.3.1. Especificaciones y características de los equipos actuales en el Instituto Hermandad Willebroeck de Nandasmo:.....	29
2.3.1.1. Router:.....	29
2.3.1.2. Swith.....	29
2.3.1.3. Rectificador de Frecuencia:	29
2.3.1.4. Red LAN	29
2.3.1.5. Hardware de las 15 computadoras nuevas:.....	30
2.3.1.6. SOFTWARE	30
2.3.2. Diagrama de Red Actual.	31
2.4. Los cambios que se realizaran en la red LAN:.....	32
2.5. Planta Arquitectónico	33
2.6. Velocidad de navegación en internet	33
2.6.1. Como mejorar el servicio de internet a una mayor velocidad.....	34
2.7. Requerimientos necesarios:.....	35
2.8. Costos de Operación y mantenimiento	35
2.8.1. Operación y Mantenimiento	35
2.8.2. Costos de Inversión	36
2.8.3. Bienes importados:	36
2.8.4. Bienes locales.....	36
2.8.5. Servicios de instalación.....	37
2.8.6. Cálculo del retorno de la inversión.....	37
Capítulo III.....	38
3. Perfiles del terreno	38
4. Elección de la Frecuencia.....	39
5. Resultados de los cálculos con el software de Pathloss	41

6.	Pérdidas en el espacio libre:.....	43
7.	Características del radio que cumple con los parámetros del radio enlace....	46
7.1.	Características Generales Radio Aurora 5800:.....	46
7.2.	Características del sistema	46
7.3.	Características del transmisor.....	47
7.4.	Características del Receptor	47
7.5.	Interfaz de datos digital	48
7.6.	Controles, indicadores y diagnósticos	48
7.7.	Energía y Medio Ambiente	49
7.8.	Distancia normal *	49
7.9.	Modelo de la línea de transmisión:.....	50
7.9.1.	Pérdida en el cable	50
7.10.	Especificaciones de la antena.....	51
7.10.1.	Antenas:.....	51
7.10.1.1.	En los parámetros físicos se menciona:	51
7.10.1.2.	Parámetros Eléctricos de Antena	52
8.	Estudio de Factibilidad	54
9.	Factibilidad Técnica:.....	54
10.	Entrevista	55
10.1.	Universo:.....	55
10.2.	Muestra:	56
10.3.	Técnicas y análisis para procesar la información.....	57
10.4.	Descripción de los resultados de la encuesta.....	57
11.	CONCLUSIÓN	59
12.	Recomendaciones.....	60
13.	Glosario:.....	62
14.	Anexos	64
15.	Web grafía.....	91

Resumen

En el presente proyecto hicimos un estudio de la factibilidad de un Radio enlace por micro ondas que proveerá de mejores condiciones al Instituto Nacional Hermandad Willebroeck, en el documento describimos la situación actual del servicio de Internet en las TIC de este centro educativo, el cual lamentablemente no está cumpliendo con la función requerida debido a las condiciones actuales de la conectividad, además se propone el diseño por micro ondas el cual ofrece mejores condiciones de tráfico para la información utilizando las siguientes especificaciones:

- Radio enlace en banda U-NII-3 (Upper).
- Capacidad 100Mbps + 8xE1 TDM, transporte Ethernet.
- Espectro 20MHz.
- Régimen de potencia +25dBm U-NII-3.
- Asignación de BW Simétrica.

Estas se describen en el documento, así como los cálculos realizados por el software de Pathloss. Tomando en cuenta las condiciones geoclimáticas de los dos punto a inter conectar.

En el capítulo I hacemos referencia a los elementos básicos que hacen posible que un radio enlace sea posible tales como las consideraciones del medio de propagación, las antenas, los físicos que afectan la propagación de la onda por donde vamos a transmitir la información, es de gran importancia también conocer los diferentes parámetros considerando las condiciones geoclimáticas del vano así como los protocolos de seguridad a utilizar.

En el capítulo II nos enfocamos a las condiciones actuales de la red del Instituto, considerando el hardware y software y el acceso a Internet. En el capítulo III exponemos la validación hechas por el software de Pathloss, así como también

algunos cálculos realizados, en el también mostramos el instrumento utilizado que en nuestro caso fue por encuesta y entrevista.

Introducción

El presente trabajo muestra el análisis del diseño de un radio enlace para proveer la conectividad punto a punto entre el municipio de Nindirí y el Instituto Hermandad Willebroeck del municipio de Nandasma, nuestra principal motivación es la de satisfacer las necesidades de la población estudiantil y de los docentes del centro de educación secundaria del Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasma, la que además permitirá un mejor servicio a la comunidad y como responsabilidad social proporcionar una mejora en la educación de los pobladores del municipio de Nandasma.

Actualmente los radioenlaces dan respuesta de comunicación en los lugares de difícil acceso o lugares donde no hay conexión, como es el caso de la comunidad de Nandasma, los beneficios que nos brindan estos sistemas es el de llegar a dichos lugares usando este tipo de tecnología por micro ondas, el cual provee de conectividad a cualquier tipo de zona.

Las herramientas utilizadas para desarrollar este proyecto son el Programa Pathloos que nos permite simular el radio enlace y otros que se proporcionan de manera gratuita en la Web como Google Earth, que nos facilita visualizar el LOOS o línea de vista para así determinar el emplazamiento entre los sitios a conectar. Los datos generados son componentes que se encuentran en el mercado, con especificaciones de los fabricantes (radios, flex, etc.).

Antecedentes

En el desarrollo de proyectos para zonas con relieves un poco boscosos, se presentan dificultades de índole social, económica, geográfica, entre otras.

Cualquiera que haya tenido la oportunidad de conocer aquellos lugares, puede afirmar que resalta la ausencia de infraestructuras de telecomunicación.

Un ejemplo claro lo podemos encontrar en la mayoría de los pueblos ubicados en la Meseta del departamento de Masaya. Esta situación origina un reto de tal magnitud, que la mayoría de los proyectos de telecomunicación existentes en Nicaragua, se han centrado en las ciudades o en zonas con menor dificultad.

En la actualidad, existen proyectos financiados por entidades públicas y privadas, donde se emplean sistemas de comunicación inalámbrica para el despliegue de redes de voz y datos de bajo costo. Sobre estas redes, se han desarrollado los servicios de intercambio y acceso a información. Sin embargo, se puede encontrar que la mayoría de estos proyectos, son financiados con los costos más bajos que no permiten el acceso rápido de datos, sin fines de lucro, los cuales son administrados por las autoridades centrales de los entes educativos.

En la comunidad de Nandasmo existen dos radioenlaces punto a punto ofrecidas por la empresa Alfa, dando un servicio con costos elevadísimos lo que no permite a los propietarios aumentar el ancho de banda, el enlace con mayor ancho de banda es de 1Mbps, lo cual no satisface las necesidades y expectativas de la población. Actualmente el Instituto cuenta con una conexión VSAT a una velocidad de 256 kbps.

Con el presente trabajo, planteamos el Diseño de un Sistema de Comunicación aplicado al Instituto nacional Hermandad Willebroeck del municipio de Nandasmo en el departamento de Masaya.

Del resultado del análisis y diagnóstico de los factores a considerar para el desarrollo de sistemas de comunicación, en: "Análisis de factibilidad y diseño de

un radio enlace para Internet entre Nindirí y el Instituto Nacional Hermandad de Willebroeck, ubicado en el municipio de Nandasmó, departamento de Masaya.” Esperamos hacer el mejor esfuerzo para dar una respuesta a esta, para lograrlo, se propone: la interconexión del Instituto Hermandad Willebroeck de Nandasmó.

Se pretende mejorar el nivel de educación y administración en el centro. No obstante, la sostenibilidad de los sistemas de comunicación forma parte de un proceso mayor de interconexión, donde se incluirán los procesos educativos y comerciales, por lo que el objetivo es llevar a cabo un plan que desarrolla los sistemas de comunicación con base en los recursos demandados en el lugar.

Justificación

Es nuestro interés el presente estudio de factibilidad y diseño para un radio enlace que permita mejorar el ancho de banda y beneficiar a los estudiantes y docentes del Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo, haciendo uso de un mejor enrutamiento de datos y un mejor ancho de banda, que satisfagan las necesidades de la población estudiantil y por ende de la comunidad.

Los avances en los medios tecnológicos se dan de manera acelerada, lo que da una muy relevante importancia a la actualización en los centros educativos, se hace necesario entonces que dichos centros posean buenas condiciones para el uso de herramientas informáticas que acorten las distancias. Al haber deficiencia en los enlaces de comunicación de las TIC's, se hace imperiosa la creación de un diseño que permita navegar con mayor rapidez, pues el medio lo exige.

Actualmente las entidades involucradas tales como Alcaldía y MINED en el mes de noviembre de 2013 ampliarán y reestructurarán el laboratorio de computación con 15 computadoras más, para un total de 30, lo cual urge de una respuesta inmediata para dar la debida atención estudiantil, ya que la velocidad actual no permite el acceso de manera amplia a todas las herramientas ofrecidas en la Internet.

Es por esa razón el interés de Diseñar un radio enlace que permita, como presentamos anteriormente, la conectividad de manera más ágil.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Diseñar un radio enlace por micro ondas para proveer la conectividad entre el municipio de Masaya y el Instituto Hermandad Willebroeck del municipio de Nandasmo.

1.2. Objetivos Específicos

- a) Diagnosticar la red local en el Instituto Hermandad Willebroeck de Nandasmo y su conectividad de acceso a internet con el servicio recibido por la empresa Claro Nicaragua.
- b) Mejorar la velocidad de internet para satisfacer las necesidades de la población estudiantil y docentes del instituto.
- c) Utilizar el software Pathloss para validar el funcionamiento de conectividad en el instituto de Nandasmo.

Capítulo I

1. Marco Teórico

1.1. Radio Enlaces por micro ondas

El descubrimiento de las radio ondas ha marcado un importante paso en las telecomunicaciones hasta la actualidad.

Estas fueron descritas por primera vez por James Maxwell en los años 1861-1865, en sus escritos presentados a Royal Society, con el título de Una teoría dinámica del campo electromagnético, después Henry Hertz siguió con los estudios de Maxwell.

Según los estudios realizados por Hertz es importante tomar en cuenta la propagación de la onda y su comportamiento en el espacio libre, las leyes enunciadas dice que una corriente variable en el tiempo produce una electromagnética. Estas ondas electromagnéticas usualmente están relacionadas con una estructura (línea de transmisión) o libres en el espacio (ondas producidas por antenas).

Para realizar el estudio veremos la disposición de las frecuencias disponibles en el espacio electromagnético, en la banda de frecuencia a la cual se puede emitir energía, yendo de unos pocos nanómetros a miles de metros de longitud de ondas.

Las frecuencias de transmisión mostradas en la figura 1 correspondan al espectro de ondas cortas, de los 30 a los 300 MHz

Las ondas electromagnéticas viajan en una sola dirección desde su punto de radiación, considerando que en el medio en que se propagan existen choques con moléculas de la atmósfera, provocando curvas en la onda radio eléctrica lo que incide que estas ondas se curven hacia las zonas más densas, es decir con índices de refracción más altos(n). Fig.2

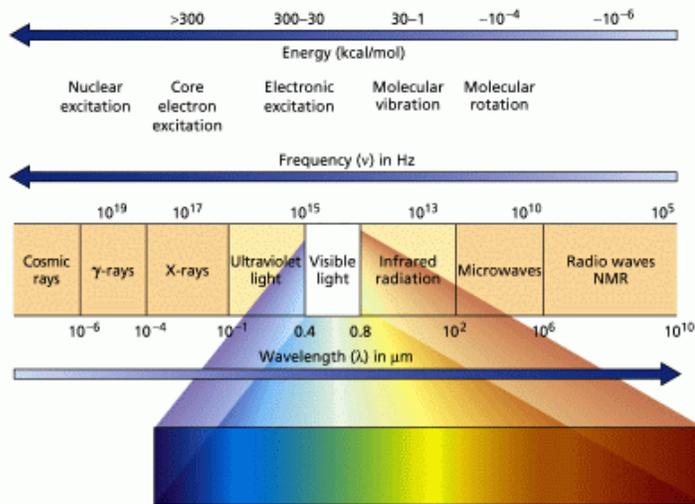


Fig.1 Disposición de las frecuencias. Tomado de <http://www.ugr.es/~quiorred/espec/espec.htm>

1.2. Propiedades ópticas una onda

En condiciones ideales, un rayo óptico sin atmósfera viajaría de forma recta, pero por la curvatura de la tierra y la atmósfera tienden a curvarse hacia el medio más denso. En la atmósfera el índice de refracción varía continuamente. Fig.2

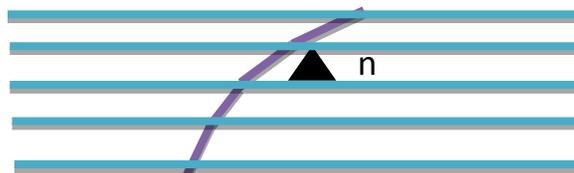


Fig.2: Diferentes índices de refracción por incidencia de la curvatura de la tierra. Tomada de http://10sd156.blogspot.com/2010_05_01_archive.html

1.2.1. Refracción

Ocurre cuando la onda cambia de velocidad de propagación al pasar de un medio a otro, la velocidad es inversamente proporcional a la densidad del medio donde se propaga (Fig.2).

1.2.2. Reflexión

La reflexión electromagnética ocurre cuando la onda electromagnética choca con barreras de uno de los medios y algo o todo de la potencia incidente no entra al segundo material, las ondas que no penetran se reflejan. La reflexión también ocurre cuando la superficie es irregular o áspera, cuando nos encontramos en esta

situación el frente de onda puede destruirse, el frente de onda se dispersa en varias direcciones aleatoriamente. A este tipo de dispersión se le llama reflexión difusa, en cambio cuando la superficie es plana se le llama reflexión especular (tipo espejo).

1.2.3. Difracción

La difracción ocurre cuando una onda puede rodear un obstáculo en su propagación, alejándola de su forma rectilínea. Dicho de la siguiente forma las ondas radio eléctricas sobre la superficie de la tierra se ve afectada por las irregularidades del terreno. La difracción es la modulación o redistribución de la energía, dentro de un frente de onda, cuando pasa cerca del extremo de un cuerpo opaco.

1.3. Propagación de ondas Espaciales

En nuestro caso el tipo de propagación a utilizar es la de ondas espaciales que incluyen energía radiada que viajan a unas millas en la parte inferior de la atmósfera de la tierra, las ondas espaciales incluyen ondas directas y reflejadas de tierra. Las ondas directas viajan en línea recta entre las antenas transmisora y receptora, las cuales llamamos comúnmente como transmisión de línea de vista (LOS), por lo tanto éstas se ven afectadas por la curvatura de la tierra.

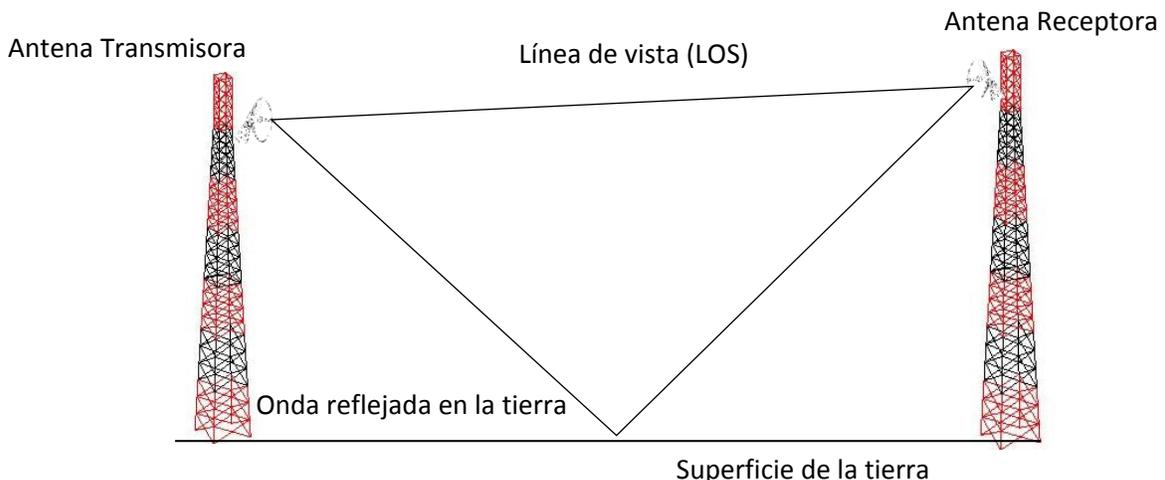


Fig.3 Propagación de ondas Espaciales, tomada de tesis enlace por micro ondas, ciudad universitaria, Pachuca, Pág.41

La curvatura de la tierra presenta un horizonte para la propagación de ondas espaciales comúnmente llamado radio horizonte. Debido a la refracción atmosférica, el radio atmosférico se extiende más allá del horizonte para la atmósfera estándar común. El radio horizonte es 4/3 del horizonte óptico. La tropósfera provoca refracción por el cambio de las densidades de los medios, temperatura, vapores, gases. El radio horizonte puede alargarse elevando las antenas, transmisora y receptora, por arriba de la superficie de la tierra.

1.4. Componentes de Radio Frecuencia

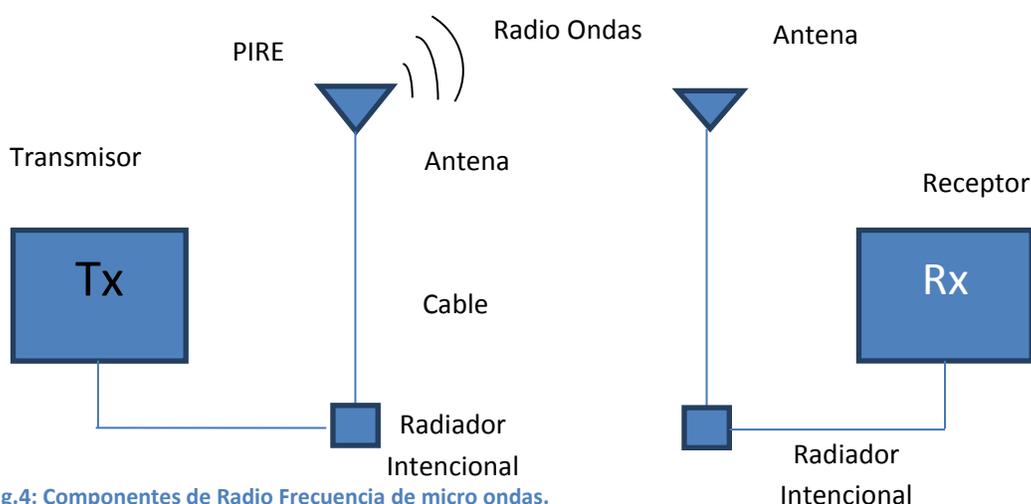


Fig.4: Componentes de Radio Frecuencia de micro ondas.

Un radio enlace es un sistema de comunicación en la cual se utilizan la ondas electromagnéticas a través de las cuales intervienen un radio transmisor (Tx) que envía la señal a un receptor (Rx). El Transmisor envía una información original la que convierte a una señal para que viaje a través de un medio de transmisión, esta señal la reciba un receptor el cual la reconvierte a la información original.

Podemos representarlo de la manera más sencilla en el diagrama siguiente:

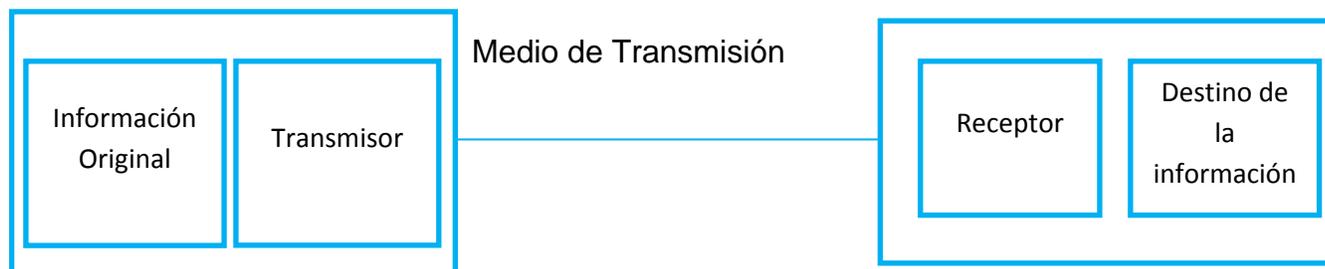


Fig. 5 : Representación simplificada de un medio de comunicación .

Es muy importante estar claros de los componentes que optimizan una comunicación exitosa y que juegan un papel muy decisivo en el momento de su selección.

En este caso el principal componente es el Transmisor el cual propicia el medio inalámbrico para que se inicie el proceso de la radio frecuencia, el transmisor toma los datos provistos y modifica la señal AC mediante la técnica de modulación para codificar los datos de dicha señal.

Esta señal codificada es la señal portadora la cual contiene los datos que se quieren transmitir a través de un medio físico (cable) transportándola hasta la antena. Otra de las funciones importante del transmisor es que además de generar la señal a una frecuencia específica, determina la amplitud o nivel de potencia de la señal.

Siguiendo con los componentes, la Antena es otro de ellos, la antena es un dispositivo pasivo que concentra la energía radiada por un transmisor o recibida por un receptor, teniendo un comportamiento simétrico.

Sus características generales incluyen la ganancia, rechazo a la interferencia, altura sobre el nivel del suelo, carga en la torre, son todos factores críticos para obtener un exitoso diseño.

En las antenas hay que tener muchas cosas en cuenta, pero en especial de las características, teniendo por conocimiento que una antena es básicamente un elemento radiante que convierte la energía eléctrica en forma de corriente en un frente de onda Electro Magnética (EM) en la forma de oscilación de campos eléctricos y magnéticos. Cualquier flujo de corriente en el conductor establecerá un campo magnético. Cualquier variación de flujo de corriente generará una variación de campo magnético.

Las antenas son dependientes de las frecuencias y de los ancho de bandas.

1.4.1. Funcionamiento de una antena

Una antena funciona de dos formas:

- 1- Cuando está conectada al transmisor colecta la señal AC que recibe del transmisor y la radia, las ondas de radio frecuencia hacia el espacio libre.
- 2- Cuando se conecta al Receptor, recibe la radio ondas provenientes del espacio libre y las dirige hacia el receptor, el receptor las decodifica, señal AC a bits y bytes.

El tercer componente es un Receptor

1.4.1.1. Tipos de antenas

	 Panel	 Omni	 Semi-Parabolic	 Parabolic-Dish	 Patch	 Yagi
Tipo	Omni	Omni	Direccional	Direccional	Direccional	Direccional
Ganancia	5.2 dBi	12 dBi	20 dBi	21 dBi	8 dBi	21dBi
Amplitud	360° H – 75° V	360° H – 7°V	12°H-12°V	12.4°H- 12°V	60°H-55V	12.4°H-12.4°V
Alcance interiores 1mbps	142'- 151m	4.6 Miles -7.4 km	25 Miles 40km	25 Miles- 40 Km	2.0 Miles -3.2km	25Miles -40Km
Alcance interiores 11mbps	142'-43m	1.4Miles 2.3 Km	11 Miles -18km	11 Miles -18.5km	3390°- 1km	11Miles-18Km
Longitud de cable	3'-91'	1'- 0.3 m	2'-05m	2'-0.6m	3'-0.9m	2' 0.6m

Tabla 1: Ejemplos de las antenas y las características de los fabricantes.

1.4.2. Funcionamiento de un receptor

El receptor toma la señal de la antena y la convierte a señal modula de 0y1, luego pasa estos datos modulo banda base para ser procesadas. El trabajo del receptor no es tan sencillo, debido a que cuando la señal viaja sufre pérdidas en el espacio libre, llegando la potencia a menor intensidad de la que fue transmitida.

Dentro del paquete del circuito del radio enlace está el IR (Radiador Intencional) el cual es un dispositivo que genera y emite energía de señales intencionalmente para radiarlas o inducir las, dicho de otra manera su función es generar radio frecuencias, pero el límite de frecuencias que se pueden generar están limitados por la FCC y ITU-R.

1.5. La Zona de Fresnel

Las zonas de Fresnel son unos elipsoides concéntricos que rodean al rayo directo de un enlace radioeléctrico y que quedan definidos a partir de las posiciones de las antenas transmisora y receptora. Lo ideal es librar como mínimo el 60% de esta zona para garantizar buenos parámetros de conexión.

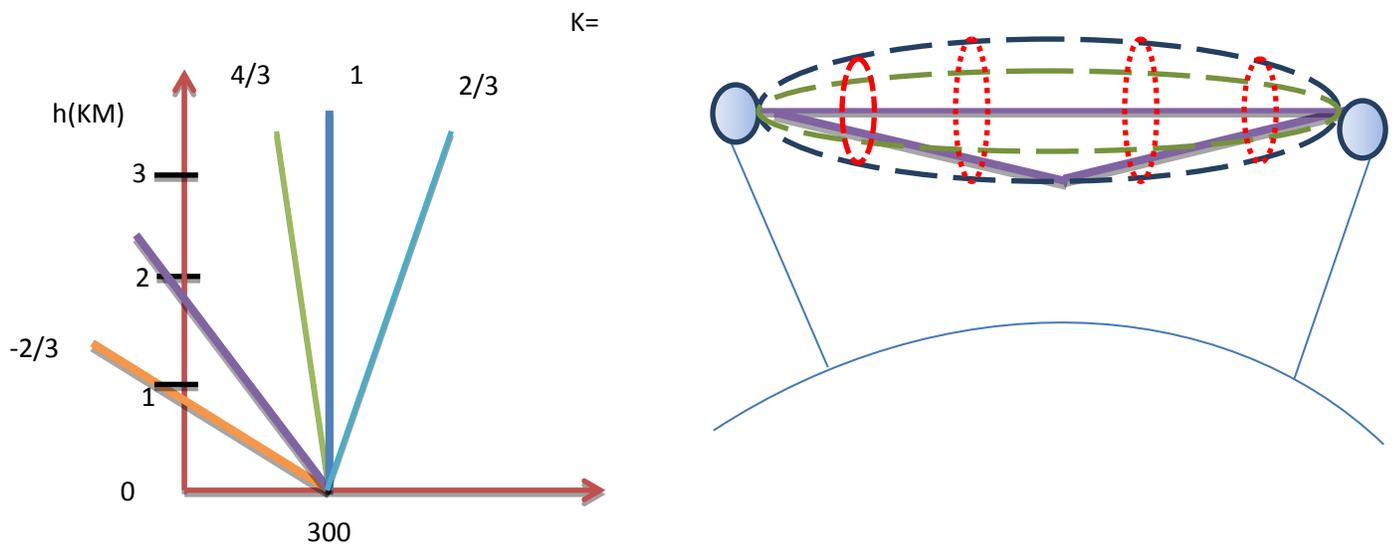


Fig.6: Variación de las zona de Fresnel

1.5.1. Cálculo de las zonas de Fresnel

Como mencionábamos, el radio de un elipsoide en un punto situado entre el transmisor y el receptor, puede expresarse de la siguiente forma:

$$R_n = \left[\frac{n\lambda d_1 d_2}{d_1 + d_2} \right]^{1/2} \qquad R_n = 550 \left[\frac{nd_1 d_2}{(d_1 + d_2)f} \right]^{1/2}$$

En unidades prácticas:

Estos cálculos son importantes para observar si se afecta la señal de transmisión entre dos puntos, d_1 corresponde a la distancia entre el primer punto hasta el obstáculo más alto del recorrido de la señal, d_2 es la distancia entre el obstáculo más alto de obstrucción hasta el segundo punto, F es la frecuencia dada en GHz y (d_1+d_2) es la distancia total del vano.

La siguiente fórmula calcula la primera zona de Fresnel simplificando la ecuación descrita:

$$R_1 = 17.3 \times \sqrt{\frac{d_1 d_2}{d \times f}}$$

d_1 = distancia al obstáculo desde el transmisor [km]

d_2 = distancia al obstáculo desde el receptor [km]

d = distancia entre transmisor y receptor [km]

f = frecuencia [GHz]

r = radio [m]

Si el obstáculo está situado en el medio ($d_1 = d_2$), la fórmula se simplifica:

$$r = 17.32 \sqrt{\frac{10.02}{4(5.8 \times 10^9)}}$$

$$r = 11.38 \text{ m}$$

Tomando el 60% se aplica la fórmula siguiente:

$$0.6r = 5.2 \times \sqrt{f}$$

1.6. Parámetros para el diseño del radio enlace

Al hacer un diseño de radio enlace hay que tomar en consideración todos los factores propios del sistema que de una u otra forma inciden en él.

Los factores externos que afectan son las causadas por el medio tales como las pérdidas atmosféricas, la distancia, la atenuación y distorsión durante el trayecto, la reflexión y la difracción debida a los obstáculos, superficies reflectoras.

1.7. Diseño y Planificación de un radio enlace

Para el diseño y planificación del Radio Enlaces se hacen necesarios los siguientes requisitos:

1.7.1. Configuración del Sistema

1.7.1.1. Tipos de Multiplexación y capacidad

En nuestro caso la multiplexación a utilizar es por división de tiempo (TDM). La multiplexión por división de tiempo (MDT) es un medio de transmitir dos o más canales de información en el mismo circuito de comunicación utilizando la técnica de tiempo compartido. Se adapta bien a las señales binarias que consisten en impulsos que representan un dígito binario 1 o 0. Estos impulsos pueden ser de muy corta duración y sin embargo, son capaces de transportar la información deseada; por tanto, muchos de ellos pueden comprimirse en el tiempo disponible de un canal digital. La señal original puede ser una onda analógica que se convierte en forma binaria para su transmisión, o puede estar ya en forma digital, como los de un equipo de datos o un ordenador.

La multiplexión por división de tiempo es un sistema sincronizado que normalmente implica una MIC. En la Figura 8 puede verse un diagrama simplificado del sistema MDT con tres canales de información simultáneos. Las señales analógicas se muestrean y la MAI los transforma en impulsos, y después la MIC codifica los muestreos. Después los muestreos se transmiten en serie en el mismo canal de comunicación, uno cada vez. En el receptor, el proceso de demodulación se sincroniza de manera que cada muestreo de cada canal se dirige a su canal adecuado. Este proceso se denomina múltiplex o transmisión simultánea, porque se utiliza el mismo sistema de transmisión para más de un

canal de información, y se llama MDT porque los canales de información comparten el tiempo disponible.

La parte de preparación de la señal y modulación del sistema se denomina multiplexor (MUX), y la parte de demodulación se llama demultiplexor (DE-MUX). En el MUX, como se ve en la Figura, un conmutador sincronizado (interruptor electromecánico) conecta secuencialmente un impulso de sincronización, seguido por cada canal de información, con la salida. La combinación de este grupo de impulsos se denomina cuadro, que vemos en la Figura. El impulso de sincronización se utiliza para mantener el transmisor y el receptor sincronizados, es decir, para mantener en fase el sincronizador del receptor con el del transmisor. En el DEMUX, que puede verse en la Figura, un desconmutador dirige impulsos de sincronización hacia el sincronizador del receptor, y el muestreo de información envía los impulsos hasta sus canales correctos para su posterior análisis.

En la figura 7 cada conmutador rotario sincronizado representa los multiplexores.

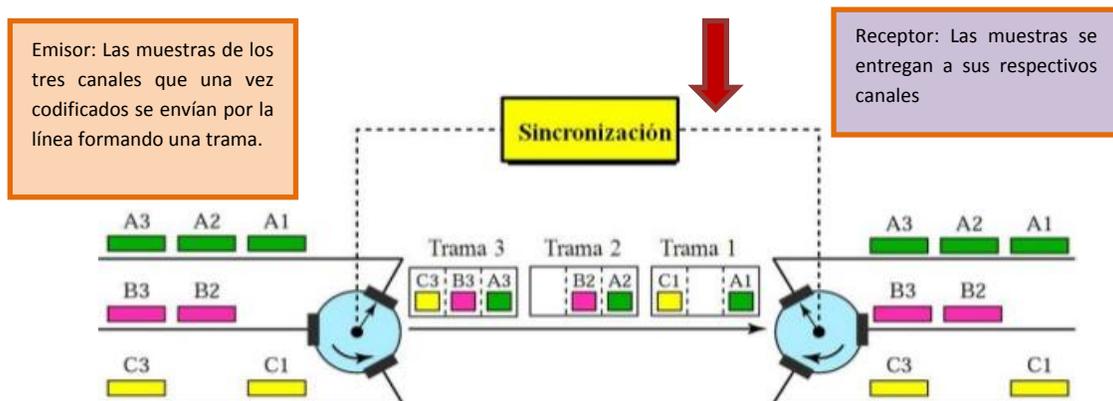


Fig. 7: Multiplexación

Una ventaja de la MDT es que puede utilizarse cualquier tipo de modulación por impulsos.

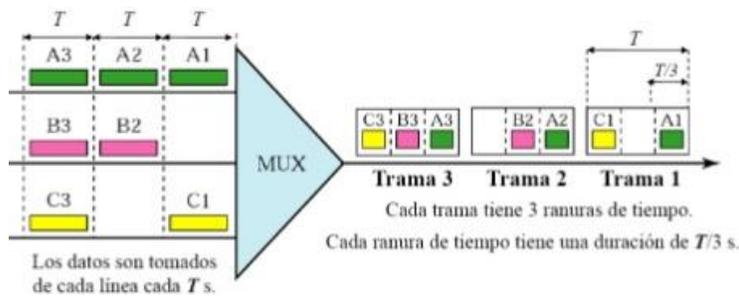


Fig.8 Multiplexación por división de tiempo, sincronizada.

1.7.1.1.1. Sincronización de tramas

Para que no haya problema de sincronización es necesario que el multiplexor y el demultiplexor se sincronicen, esto se hace añadiendo uno o más bits de sincronización al comienzo de cada trama, estos bits siguen una secuencia trama a trama, permitiendo al demultiplexor sincronizarse con el flujo entrante, separando las ranuras de tiempo de forma correcta.

Capacidad de Tráfico IP: con una capacidad de 100 Mbps más un 8xE1, transporte Ethernet.

1.7.1.1.2. Seguridad (SNMPv3)

El protocolo SNMP utilizado para la gestión de redes basadas en TCP/IP, conocidos como SNMPv3, orientados a corregir sus funcionalidades en cuanto a seguridad, autenticación y control de acceso.

SNMPv3 es un protocolo de manejo de red interoperable, que proporciona seguridad de acceso a los dispositivos por medio de una combinación de autenticación y encriptación de paquetes que trafican por la red. Las capacidades de seguridad que SNMPv3 proporcionan son: Integridad del Mensaje: Asegura que el paquete no haya sido violado durante la transmisión.

Autenticación: Determina que el mensaje proviene de una fuente válida.

Encriptación: Encripta el contenido de un paquete como forma de prevención.

1.7.1.3. Formato E1

E1: Es un formato de transmisión Digital; su nombre fue dado por la administración de la conferencia europea de correos y telecomunicaciones (CEPT), el formato de la llamada y desmonte de acuerdo a varios protocolos estándares de telecomunicaciones, esto incluye señalización de canales asociados (CAS), en donde un juego de bits es usado para replicar la apertura y cierre del circuito (Sin riesgos de pérdidas de información).

Mientras que el estándar CEPT G703 especifica muchas operaciones para la transmisión física, se utiliza de forma exclusiva el formato HDB3.

La trama E1 consta de 32 divisiones(Tome slots) PCM (Pulse Code Modulation) de 64k cada una, lo cual hace un total de 30 líneas de teléfonos normales más 2 canales de señalización, en cuanto a conmutación. Señalización es la que ocupan las centrales para hablar entre ellas y decirse que es lo que pasa por el E1.

El ancho de banda puede calcularse multiplicando el número de canales, que transmiten en paralelo, por el ancho de banda de cada canal:

$$\text{Canales} \times \text{ancho por canal} = 32 \text{ canales} \times 64\text{kb}$$

1.8. Rangos de Frecuencias

1.8.1. Frecuencias de transmisión

El espectro total de frecuencia está dividido en bandas, cada banda tiene un nombre y límites, en cada país las frecuencias son asignadas por la ITU, pero la división de frecuencias se da por convenciones internacionales de telecomunicaciones cada 10 años.

El rango de frecuencia se divide según la aplicación demandada, designadas según la CCIR, éstas las mostramos a continuación en la tabla:

Número de la banda	Designación de Frecuencia	Designaciones
2	30-300 Hz	ELF (Frecuencias Extremadamente Bajas)
3	0,3-3 KHz	FV (Frecuencias de Voz)
4	3-30 KHz	VLf (Frecuencias muy Bajas)
5	30-300 KHz	LF (Frecuencias Bajas)
6	0,3-3 MHz	MF (Frecuencias Medias)
7	0,3-30 MHz	HF (Frecuencias Altas)
8	30-300 MHz	VHF (Frecuencias Muy Altas)
9	0,3-3 GHz	UHF (Frecuencias Ultras Altas)
10	0,3-30 GHz	SHF (Frecuencias Súper Altas)
11	30-300 GHz	EHF (Frecuencias Extremadamente Altas)
12	0,3-3 THz	Luz Infrarroja
13	0,3-30 THz	Luz Infrarroja
14	30-300 THz	Luz Infrarroja
15	0,3-3 PHz	Luz Visible
16	0,3-30 PHz	Luz Ultravioleta
17	30-300 PHz	Rayos X
18	0,3-3 EHz	Rayos Gamma
19	0,3-30 EHz	Rayos C3smicos

Tabla 2: Frecuencias asignadas por la CCIR. Fuente [Introducci3n a las comunicaciones electr3nicas](#). P3g. 6. Tomasi

1.9. Ancho de banda

El ancho de banda de un sistema debe ser lo bastante grande (ancho) para dejar pasar las frecuencias relevantes de información transmitida a través del sistema.

La capacidad de un sistema es la medida de cuanta información se pueda pasar por él en un período determinado de tiempo. La cual se expresa por la Ley de Hartley:

$$I \propto Bxt$$

En donde:

I: Capacidad de información

B: Ancho de banda

T: tiempo de transmisión en segundos.

1.10. Diagrama de bloques de un radio enlace terrestre.

1.10.1. Banda Base Digital (BB)

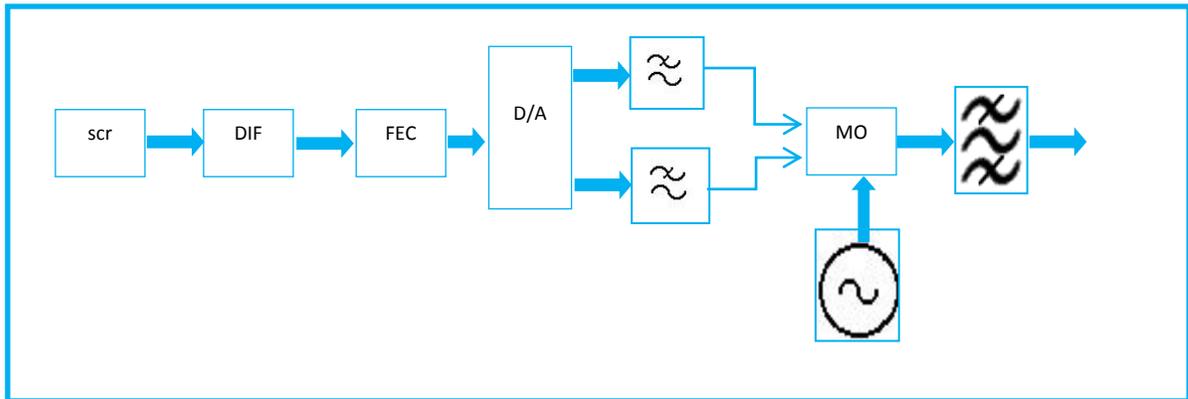
1.10.1.1. Generalidades:

- ☞ Alinea las tramas
- ☞ Amplia la cantidad de tráfico
- ☞ Transporta canales de datos para supervisar y gestionar
- ☞ Adiciona los bits de paridad para el control de errores y emisión de alarmas.
- ☞ Provee de protección N+1
 - ❖ Conmutación Hit-Less
 - ❖ La conmutación es seleccionada por alarmas de tasa de error (BER)
- ☞ Temporización del sistema.
 - ❖ Es una forma independiente para los sistemas PDH.

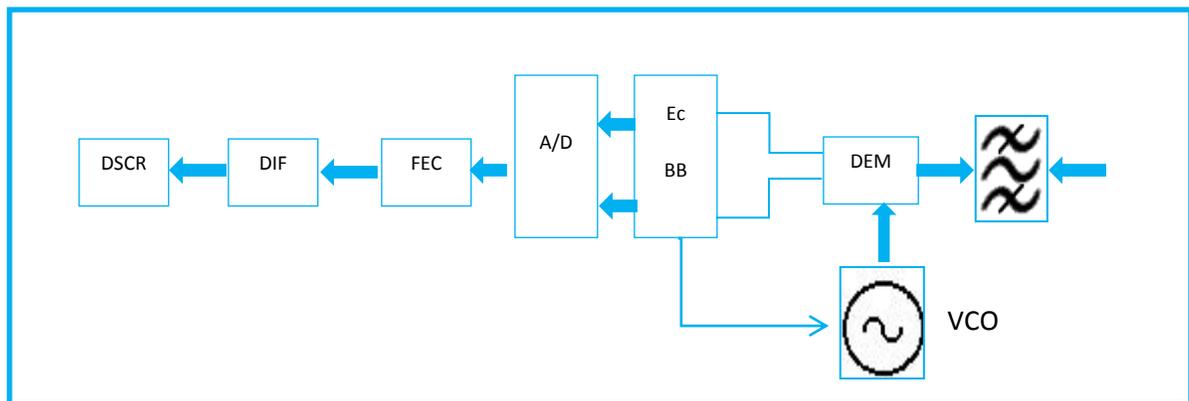
1.10.2. Modem y Transreceptor

1.10.2.1. Etapa del modulador y demodulador:

Modulador



Demodulador



1.10.2.1.1. Generalidades:

El objetivo de esta etapa (modulador-demodulador) es la codificación y la modulación de la señal digital. Las funciones generales son:

- ☞ Codificación y Decodificación de la señal.
- ☞ Filtra el canal antes del demodulador.
- ☞ Ecualización en recepción de la señal modulada.
- ☞ Genera la frecuencia en OL para el modulador.
- ☞ Obtiene la frecuencia intermedia modulando y demodulando la señal.

“”) Filtra la frecuencia intermedia.

1.10.2.1.1.1. Codificación antes de la modulación.

Existen codificaciones antes de la modulación, según el diseño estas pueden o no existir:

1. Codificador Scrambler.
2. Codificación FEC para corrección de errores.
3. Codificación Inter-leaver
4. Codificación Diferencial.

Después de la multiplexación de los datos, existe un circuito aleatorio SCR, cuya función es eliminar el paso de armónicos con alta concentración de potencia (elimina secuencias periódicas), que provoquen interferencia de otros sistemas.

La codificación por corrección de errores FEC puede tipo a bloque o convulacional los cuales son dos formatos. En el formato convulacional el codificador se asocia a la modulación TCM en donde el modulador y el demodulador forman una sola unidad, la distribución de datos en el tiempo y la disminución de los efectos de la propagación con Fading selectivo en ráfagas de errores lo permite el codificador inter leaver.

Antes de la modulación los datos son filtrados antes del modulador en una banda de frecuencias reducidos los filtros en banda base son del tipo digital transversal FIR, mientras que los de frecuencia intermedia pueden ser onda acústica superficial SAW.

Demodulador

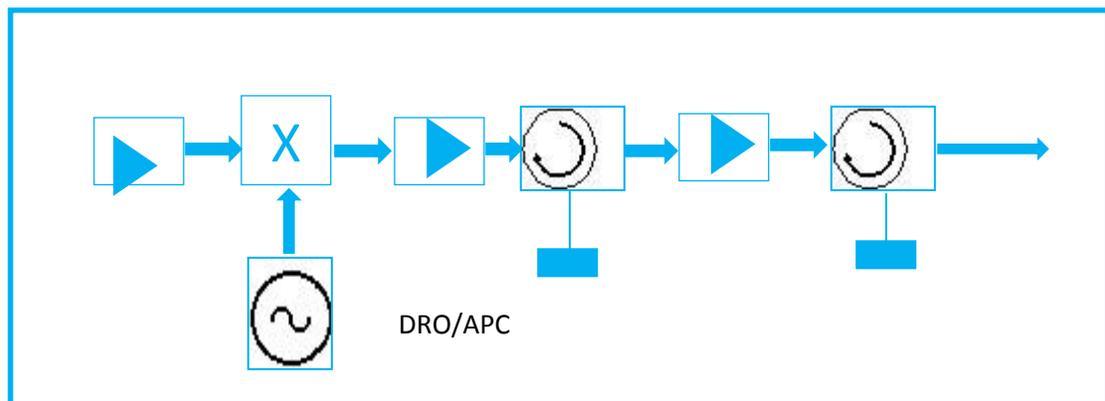
Uno de los circuitos típico de esta etapa es el ecualizador auto adaptativo, hay ecualizadores de frecuencia intermedia (dominio de la frecuencia) y en banda base en el (dominio tiempo), tienen la capacidad de mejorar el espectro y la forma de la onda respectivamente de la señal recibida antes de la regeneración.

A continuación trabaja un circuito que recupera la fase del oscilador local en IF trabaja después de la ecualización y antes de la regeneración.

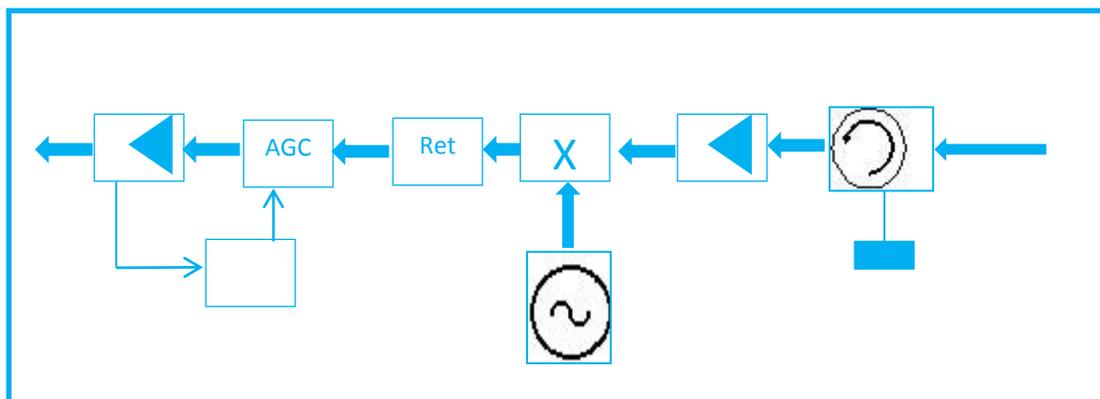
El reloj se recupera desde la señal de IF mediante un detector de amplitud que demodula las variaciones de amplitud de la modulación. Un filtro pasa banda recupera la armónica del reloj y sintoniza en fase a un VCO. Una alarma general del demodulador produce el corte de los datos y el reloj de salida hacia los bits de extracción BE. Esto determina la aplicación de la señal de AIS hacia adelante.

1.10.2.2. Etapa del Transmisor Receptor:

Transmisor



Receptor



1.10.2.2.1. Funciones Generales.

“)” Entrada de la frecuencia intermedia.

- “) Generador de oscilador local de RF.
- “) Conversión Up y Down desde IF hacia RF en la transmisión y recepción.
- “) Control automático de ganancia a partir de IF en recepción.
- “) Amplificación de la potencia en la transmisión y bajo ruido en la recepción.
- “) Control de potencia ATPC y linealizador de Rf.
- “) Ecuilización de retardo de grupo y la linealidad de amplitud.
- “) Circuito de branching: Filtros, circuladores y guías de onda o cable coaxial de salida.

La señal IF viene del modulador ingresa al mezclador de imagen suprimida IRM y un oscilador local (OL) que puede ser del tipo resonante dieléctrico DRO o de control de fase APC programable. Además se dispone de un filtro de IF con un ecualizador de linealidad y retardo de grupo.

El amplificador de salida está realizado con tecnología de una película delgada y son circuitos HMIC (Circuito Integrado de Micro ondas Híbridos). A la salida se tiene un punto de monitoreo de la RF en paralelo para medir el radio espectro transmitido.

Hay un punto de prueba para medir un nivel de tensión la cual es proporcional a nivel de potencia de salida y una alarma como indicador de baja emisión.

El amplificador de salida tiene un Back-off, es el margen de la potencia obtenida del amplificador y la potencia de saturación del mismo, el amplificador trabaja en la zona lineal de transferencia limitando la distorsión de intermodulación introducida.

El receptor posee también un preamplificador de entrada HMIC con un down converter IRM y un oscilador local, se dispone de un filtro IF con ecualizador de linealidad y retardo de grupo. Un control automático de ganancia AGC que estabiliza el nivel de salida de IF. El AGC entrega una tensión proporcional a la potencia recibida que trabaja sobre la atenuación de una etapa intermedia entre amplificadores. La señal IF se envía al demodulador. En paralelo se tiene un punto de monitoreo para medir el espectro de IF en recepción.

1.10.3. Software de Pathloos5

Pathloos es una herramienta que fue diseñada por la empresa ContractTelecommunicationEngineering LTD 2007, a través de la inclusión de la recomendación UIT-T G.826 en sus alternativas de cálculo.

Este software es utilizado para crear el perfil de terreno de radio enlaces, así como también para generar los diferentes parámetros que hay que tomar en cuenta para el diseño del enlace, tales como:

- ☞ Cálculo ingenieril.
- ☞ Pérdidas y ganancias de antenas.
- ☞ Difracción.
- ☞ Reflexión.
- ☞ Atenuación.
- ☞ Zona de Fresnel, entre otros.

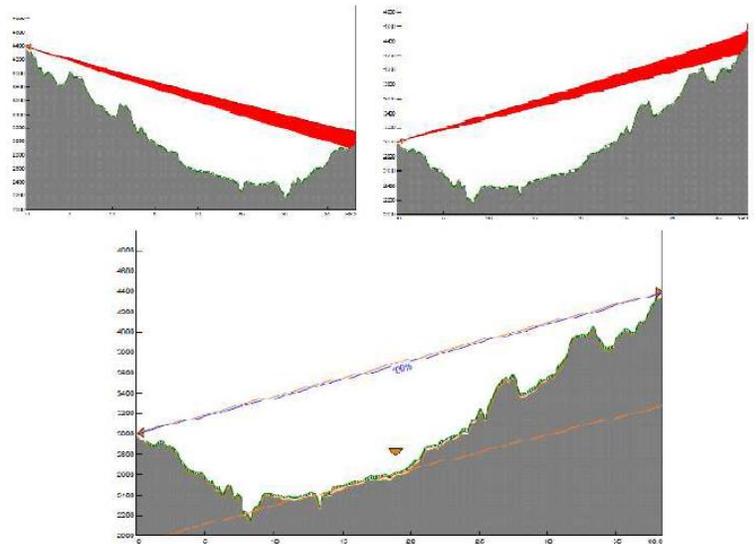
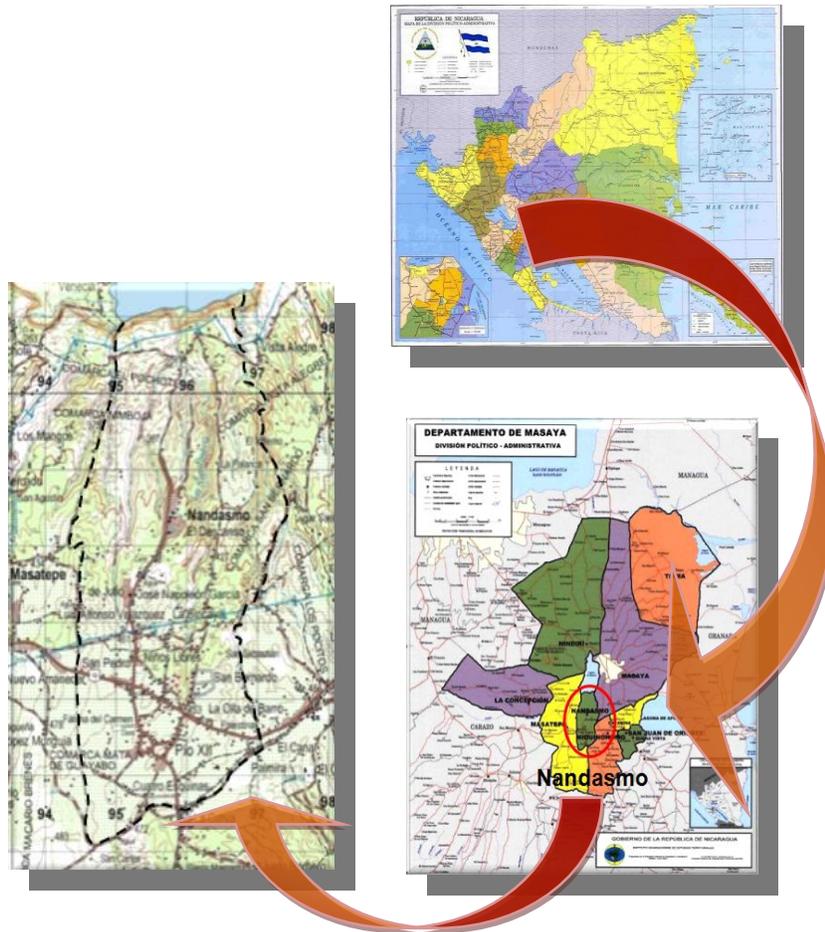


Fig.9: Perfil de radio trayecto generado por Pathloss

Este programa trabaja ambiente Windows, a través de ventanas de solicitud para ir generando los datos calculados.

CAPITULO II

2. Desarrollo



2.1. Introducción

Para iniciar, el municipio de Nandasmo se encuentra situado a 58 km al sureste de la Ciudad de Managua. Está ubicado entre las coordenadas 11°55' de Latitud Norte y 86°07' de Longitud Oeste.

Nuestro país se encuentre comprendido en la Región 2 (Américas) de UIT y, en consecuencia, por el Reglamento de Radiocomunicaciones sobre el uso del espectro en esta Región, como las condiciones imperantes en el mercado de equipos y servicios, resultan determinantes en la orientación de las atribuciones de frecuencia de la Administración por parte de TELCOR.

De ahí resulta que en nuestro país se hayan destinado varias bandas para esta modalidad de uso en modo no licenciado, que es la banda en la que hemos elegido para determinar nuestro diseño de radio enlace.

Las mismas puede ser utilizadas por usuarios particulares independientes –por ejemplo, con teléfonos domiciliarios inalámbricos-, o bien por un proveedor de determinado servicio, cuyo caso típico es el de acceso a Internet en áreas y localidades pequeñas. La modalidad de prestación está contemplada por diversos países, aunque con diferentes criterios. Puede no intervenir la autoridad regulatoria en absoluto, o bien, como en el caso de nuestro país, llevar un registro (no restrictivo) de las estaciones concentradoras de tráfico o nodos, para los fines propios y para utilidad de los licenciatarios.

2.2. Clima

El Municipio posee una altura de 400 m sobre el nivel del mar. La precipitación pluvial promedio anual oscila entre los 1,200 y 1,400 mm, registrándose la mayor concentración de esta entre los meses de mayo y octubre, constituyendo así la temporada de invierno. La temperatura varía entre los 23° y 24 °C. Todo lo anterior define al clima como seco o Tropical de Sabana.

2.3. Diagnóstico de la red actual en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo

En la actualidad el servicio de la red en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo presenta deficiencia en la capacidad de velocidad en el acceso a Internet.

La topología de la red LAN del laboratorio es en árbol, con la señal que se retransmite desde un punto que accesa por Nejapa, con antena VSAT. Este servicio actualmente es proveído por la empresa Claro en un convenio con el gobierno central y en conjunto con la ITU. El modelo de la ODU soporta como máximo 512 kbs, lo cual no permite en estas condiciones a mejorar la velocidad del acceso.

2.3.1. Especificaciones y características de los equipos actuales en el Instituto Hermandad Willebroeck de Nandasmó:

2.3.1.1. Router:

- ☞ LINKS,ETHERFAST CABLE/DSL: Las características de este router no soportaría las versiones actuales de Windows y los navegadores.
- ☞ CUATRO PUERTOS

2.3.1.2. Swith

- ☞ ENCORE, ENH916P-NWY
- ☞ 16 PUERTOS.
- ☞ 10/100M
- ☞ NWAY

2.3.1.3. Rectificador de Frecuencia:

- ☞ LISHIN INTERNATIONAL.
- ☞ MODELO 0227B24130
- ☞ IMPUT: 100-240V
- ☞ 50-60Hz
- ☞ 2.0A
- ☞ OUT PUT 24V-5.42A

2.3.1.4. Red LAN

Están conectadas 15 computadoras y un servidor con las siguientes características:

- ☞ COMPAQ
- ☞ Software WINDOWS XP, versión 2002.
- ☞ INTEL(R), Celurum (R)
- ☞ CPU 2.53GHz.(Servidor)
- ☞ Servidor 504 MB de RAM
- ☞ 256 de RAM (Resto)

Al observar las características de las actuales computadoras, podemos darnos cuenta que estas no están habilitadas para soportar 2Mbps, de velocidad, debido al conflicto que se crearía entre una tecnología tan actual como la de navegar con 2 mega y un software y hardware tan desfasado como con el que cuenta actualmente el Instituto Hermandad Willebroeck.

Las que no están en red son 15 computadoras que aún no están siendo usadas por las mismas condiciones de la conexión ETHERNET con las siguientes características:

2.3.1.5. Hardware de las 15 computadoras nuevas:

- ☞ COMPUTADORA I3 3220 2GB 750GB
- ☞ CASE ATX
- ☞ DISCO DURO 750GB SATA
- ☞ MEMORIA DDR3 2GB
- ☞ TARJETA MADRE H61 MSI
- ☞ LECTOR DE TARJETA
- ☞ QUEMADOR
- ☞ PROCESADOR CORE I3 3220 TERCERA GENERACION.
- ☞ MONITOR LCD 15"
- ☞ ESTABILIZADOR (FORZA)
- ☞ BATERIA (FORZA)

2.3.1.6. SOFTWARE

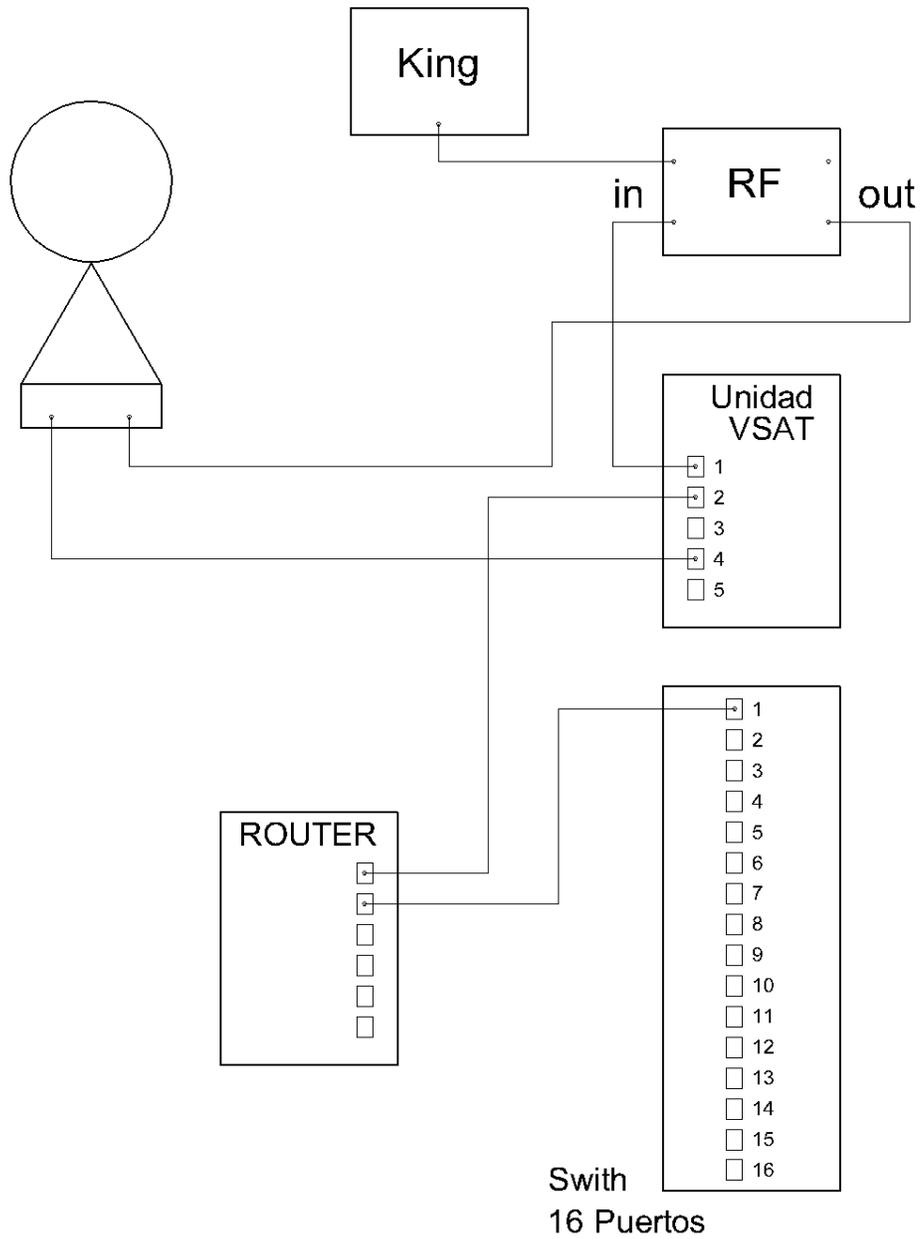
- ☞ WINDOWS 7
- ☞ OFFICE 2010
- ☞ MOZILLA FIREFOX 7.0

Esto sería lo más esencial para crear un ambiente amigable para el usuario, con los programas de aplicación más modernos y confiables con los que los estudiantes se sientan más familiarizados.

Estas últimas son las que están actualizadas y que si cumplen con los requerimientos necesarios para un mejor aprovechamiento de la velocidad de transmisión que nos ofrece un ancho de banda de 2 mega. Estas serían con las que inicien operación en dicho centro.

En nuestra propuesta agregamos un teléfono IP, debido a que el centro no posee teléfono y como cede de municipal del Ministerio de Educación y futuras oficinas en el Instituto, será de mucha utilidad.

2.3.2. Diagrama de Red Actual.

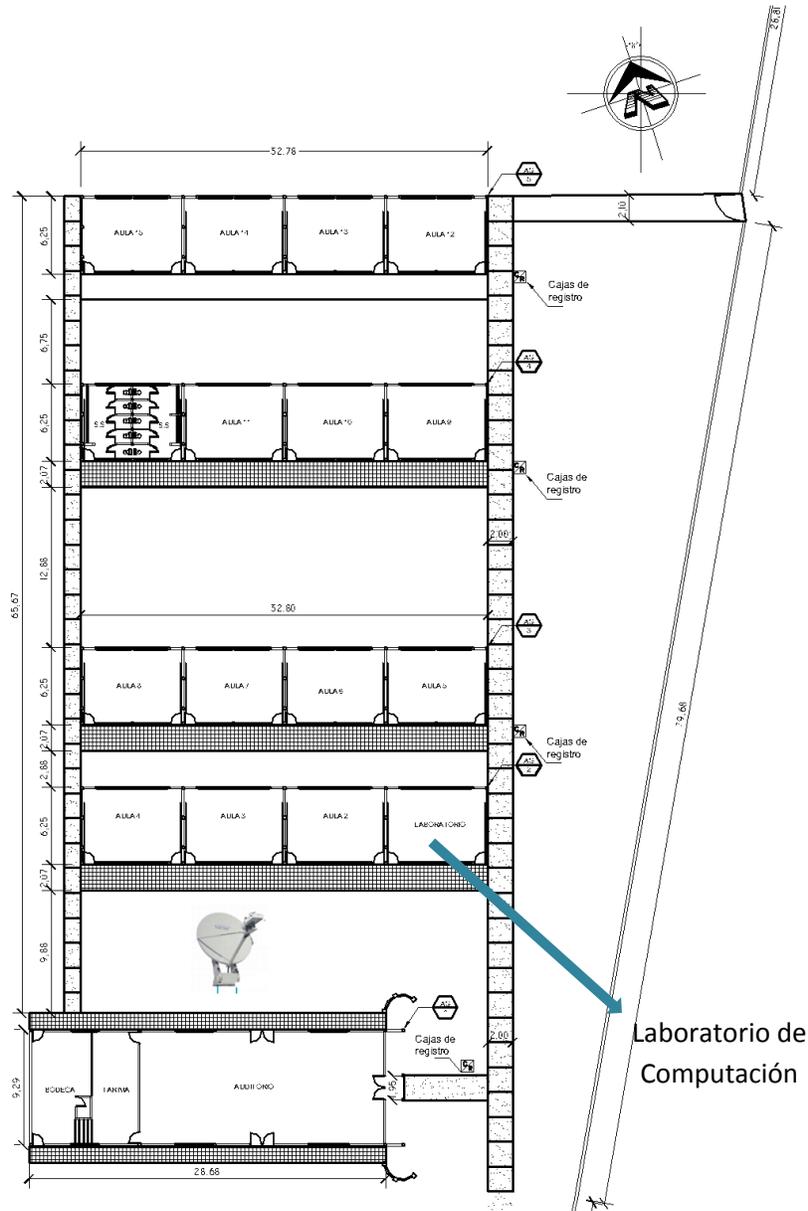


2.4. Los cambios que se realizaran en la red LAN:

- Estos cambios se muestran en las recomendaciones.

2.5. Planta Arquitectónico

A continuación se muestran el plano del Instituto Nacional Hermandad Willebroeck en donde estará instalado el Radio Enlace.



La antena VSAT se cambiará por una torre de 32 mt, donde irá montada la antena.

2.6. Velocidad de navegación en internet

El instituto de Nandasmo cuenta con un laboratorio informático de 15 computadoras con más de cinco años y 15 nuevas, las cuales no están siendo

utilizadas por la problemática que presenta el laboratorio del acceso al internet, ya que la velocidad que actualmente provee la empresa con Claro no satisface con las demandas que el medio exige.

Cabe señalar que hoy en día el internet es una herramienta muy utilizada y adoptada por los estudiantes o población en general con fines investigativos o para el ámbito social que esta provee.

Uno de los puntos más importantes es cambiar de antena por una que se ajuste a las necesidades, cuyas características sean explotadas de la mejor forma posible, adicionando a estas los radios que también cumplan con las características para mejorar la comunicación.

Nuestra mayor motivación es la de saber, que el personal administrativo del instituto en conjunto con el MINED está dispuesto a mejorar la velocidad de internet en el laboratorio del instituto, para la cual ninguna de las empresas proveedoras se digna a brindar tal servicio con la expectativas deseadas, es por eso que nosotros como conocedores del problema les presentamos nuestra propuesta.

2.6.1. Como mejorar el servicio de internet a una mayor velocidad.

De acuerdo a nuestro diseño de radioenlace procuramos brindar una mejor conectividad al punto deseado, de tal manera que se genere mejor ancho de banda para lograr mayores velocidades a la navegación de páginas de internet. Esto lo lograremos por los dispositivos seleccionados y la frecuencias central que es de 5800 MHz la cual se encuentra en una banda de 6 GHz, esta banda es no licenciada, otra de las medidas a tomar en cuenta es la conexión al punto de acceso (AP), en nuestro caso es un router LINKS, ETHERFAST cambiarlo por otro que sea más actualizado.

Como la velocidad con la que navegan en el laboratorio es de 256Kbps no cumple con las expectativas para un buen ofrecimiento tanto al personal como al estudiantado y población en general, proponemos 2mbps que es suficiente para

alimentar alrededor de 15 computadoras lo cual tienen pensado tener en el laboratorio.

Calculamos el ancho de banda para la red de datos:

El servicio considerado a transportar es servicio de internet, con un ancho de banda estimado de 2Mbps, los cálculos básicos parten de las proyecciones del total de servicios y demanda a suministrar. Se necesitan los siguientes valores:

Total de servicios, total de usuarios que será 100% Internet, proyecciones de futuros servicios

Suponiendo que las páginas visitadas diariamente son de 15 por PC, en total serían 225 pv, si ven videos en youtube, Facebook, páginas con imágenes, estaríamos calculando un consumo de aproximadamente 20040KB y nuestro ancho de banda requerido sería de con 8 horas de acceso diario:

$$225pv/28800s= 0.008seg$$

$$AB= 0.008*20040*15$$

AB= 2348KB aproximadamente 2.5Mbps, en nuestro caso se ofrece 2MBps debido a que al aumentar la velocidad, también se incrementaría los costos por más velocidad. Este sería bueno con una buena administración por parte del centro educativo.

2.7. Requerimientos necesarios:

Según los requerimientos, se debe contemplar una capacidad de transmisión suficiente para ofrecer servicio de manera confiable:

 Envío de datos

2.8. Costos de Operación y mantenimiento

2.8.1. Operación y Mantenimiento

Son los costos fijos necesarios para la operación y mantenimiento de la red a fin de garantizar mejor calidad de servicio a los usuarios.

Uso del espectro de frecuencias: Deberá pagar el MINED por el uso del espectro radioeléctrico.

Gastos de Energía.

2.8.2. Costos de Inversión

Para la adquisición de las nuevas tecnologías, se considerarán los siguientes rubros:

2.8.3. Bienes importados:

Se incluirán todo los dispositivos que se requiere adquirir en el extranjero, tales como:

- Radios
- Antenas

Es conveniente que la adquisición de los equipos sea hecha a través de un representante local del fabricante elegido. Cuyo valor debe incluir los costos de transporte y seguro internacional, además de la nacionalización de los equipos. Un punto muy importante a la hora de elegir al fabricante, es la experiencia que éste tenga en el mercado local en proyectos de radio enlaces; además de la capacidad e infraestructura con que éste cuente para brindar un adecuado soporte técnico post-venta; garantía de suministro de repuestos durante la vida útil de la red; respaldo de la casa matriz, para que ampare la garantía y el mantenimiento de los equipos, con el fin de asegurar el óptimo funcionamiento de la red.

2.8.4. Bienes locales

Este rubro incluye todos los bienes que por su costo y disponibilidad conviene ser adquiridos en el mercado nacional, como son los materiales de instalación,

regletas y conectores para el cableado de los sistemas, los gastos relativos a la infraestructura y energía, así como los materiales para la construcción de las torres y soportes de antena.

Las torres y los soporte de antenas deberán ser contratadas a contratistas locales que se encargarán tanto de la construcción como de la instalación de la torre, 1 torre nueva. La fabricación de los soportes de antena deberá ser encargada al mismo fabricante de las torres a fin de ahorrar costo y uniformizar materiales.

2.8.5. Servicios de instalación

Son los costos relativos a los gastos de instalación de la red y el personal que la realizará o Implementación de infraestructura (torres) o Instalación, pruebas y puesta en servicio de los equipos detelecomunicaciones (equipos de radio microondas, transporte local de los equipos hasta los sitios de instalación.

2.8.6. Cálculo del retorno de la inversión

Como pudo mostrarse en el desarrollo anterior, la inversión total para el proyecto estáalrededor de US \$ 2901.027. Este monto, se puede recuperar dando servicios extra clases y abiertas a la población en general, con la cual se pretende sea autosostenible, aprovechando todos los recursos de los cuales se dispondrán, como el que sepropone en la presente tesis y habiendo analizado la importancia de su desarrollo, esaceptable considerando los beneficios que trae consigo.

Se considera el gasto anual que realizará el MINED enla administración e intercambio de información. Estos gastos seconsiderarían como un ahorro considerando los beneficios que traerá la nueva red.

Capítulo III

3. Perfiles del terreno

Es necesario conocer el perfil del terreno para determinar los emplazamientos y las alturas de las antenas, en nuestro caso primeramente visitamos los sitios ubicando los puntos geográficos mediante un pequeño dispositivo llamado GPS cuyas coordenadas geográficas nos permitieron ubicar los dos puntos para la ubicación del transmisor y el receptor usando Google Earth, el cual nos generó la siguiente imagen:



Fig.(10) Imagen creada por Google eart, podemos observar los puntos geográficos a conectar, el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmó en círculo celeste y Nindirí en círculo rojo.

Las coordenadas en este sitio son: latitud 11 55 04. 71 Norte y longitud 86 07 29.51 Oeste, la vegetación está dada en gran parte a bosques enanos y terrenos destinados para la agricultura, los árboles alcanzan una altura máxima de 30 metros, lo que nos obligó a elevar las alturas de las antenas entre los dos sitios a conectar debido a la difracción. Según Pathloss las alturas para evitar que la difracción nos dañe nuestro enlace es de 32 mts para el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmó y de 21 mts para la torre ubicada dentro del área del Parque Nacional volcán Masaya, el cual pertenece al municipio de Nindirí, con un LOS despejado.

Generado el radio trayecto, confirmando las características que presenta el terreno, al poseer en el LOS una vegetación con las características antes

mencionadas y descritas en las hojas de cálculo: Tierras de cultivo, mosaico de vegetación natural y bosques mixtos las cuales tienen un promedio de altura 0.10y 30m respectivamente. Corresponde a un clima marítimo templado.

Pathloss generó el perfil (Fig.9)

Ingresando las coordenadas de los dos sitios en el programa llamado Pathloss Mostramos a continuación la graficas de los puntos a enlazar y el perfil de radio trayecto:

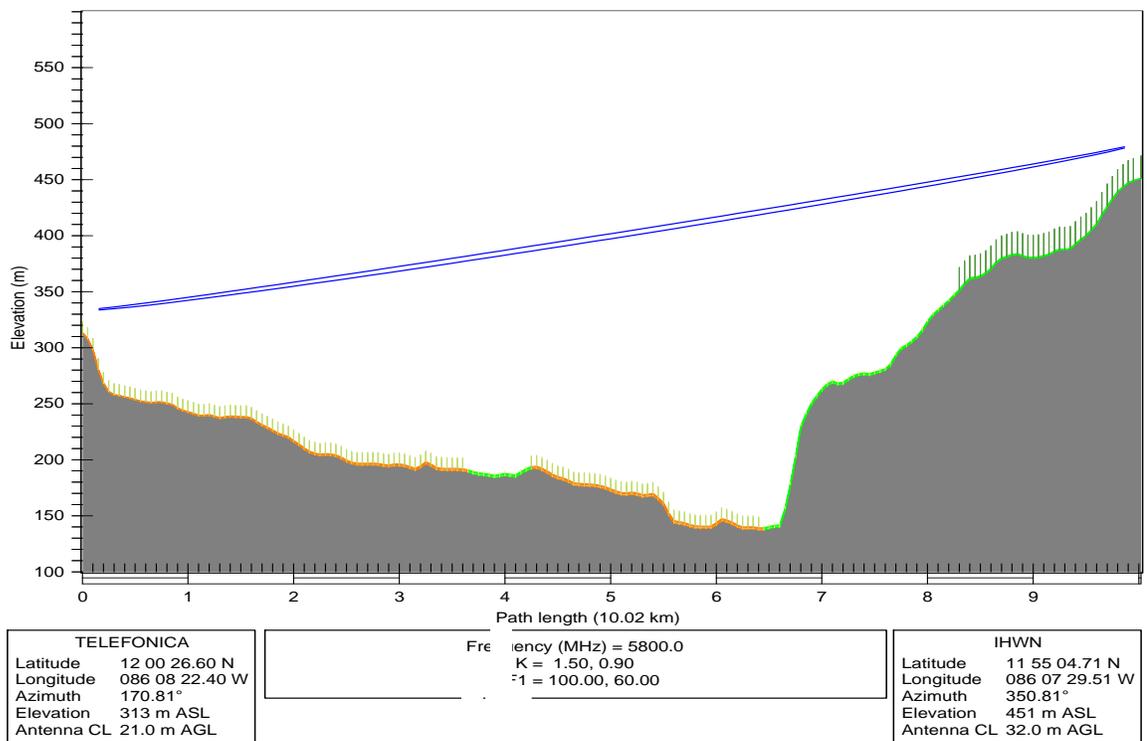


fig.11 Perfil de terreno y línea de vista despejada, se muestran en color verde y naranja los obstáculos y azul la línea de vista.

4. Elección de la Frecuencia

La frecuencia propuesta es de 5800Mhz, esta es más factible valorando los costos, además se acopla a nuestras necesidades; nuestra zona clasificada según la ITU-R es la P, mostrada en la fig.8.

La distancia a interconectar es de 10.02 kilómetros, desde Parque Nacional Volcán Masaya (Nindirí) hasta el Instituto Hermandad Willebroeck de Nandasmo.

El espectro según especificaciones es de 20 MHz por lo tanto el cálculo de las frecuencias alta y baja se da por:

$$F \text{ baja: } F_c - 1/2 \text{ Espectro} \quad F_b = 5800 \text{ MHz} - 1/2(20 \text{ MHz})$$

$$\mathbf{F_b = 5790 \text{ MHz}}$$

$$F \text{ alta} = F_c + 1/2 \text{ Espectro} \quad F_a = 5800 \text{ MHz} + 1/2(20 \text{ MHz})$$

$$\mathbf{F_a = 5810 \text{ MHz}}$$

De la hoja de Ingeniería se obtiene que vamos a trabajar en la Banda de 6 GHz, para la cual el rango de frecuencia es aproximadamente de:

$$LB = 5773 \text{ MHz} \quad UB = 6039 \text{ MHz}$$

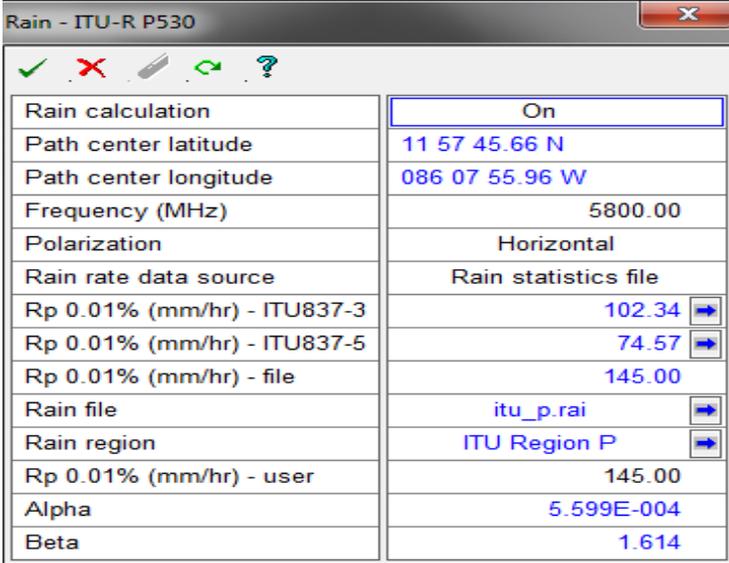
La tabla establecida por la ITU-R, se muestra las radio frecuencias, de la cual, la resaltamos, nuestra banda.

Banda	5925-6425MHz	
Central	5920	MHz
Espaciamiento	28	MHz
Dúplex	266	MHz
N	LB	UB
1	5689	5955
2	5717	5983
3	5745	6011
4	5773	6039
5	5801	6067
6	5829	6095
7	5857	6123

Tabla 3 de RF, ITU-R

5. Resultados de los cálculos con el software de Pathloss

La curvatura de la tierra, según zona de FRESNEL $K= 1.50$ con una trayectoria libre de obstáculos. Ver figura 11.



Rain - ITU-R P530	
Rain calculation	On
Path center latitude	11 57 45.66 N
Path center longitude	086 07 55.96 W
Frequency (MHz)	5800.00
Polarization	Horizontal
Rain rate data source	Rain statistics file
Rp 0.01% (mm/hr) - ITU837-3	102.34
Rp 0.01% (mm/hr) - ITU837-5	74.57
Rp 0.01% (mm/hr) - file	145.00
Rain file	itu_p.rai
Rain region	ITU Region P
Rp 0.01% (mm/hr) - user	145.00
Alpha	5.599E-004
Beta	1.614

Tabla 4 Ventana de Pathloss , muestra la polarización de la antena, la región , según la ITU-R

La tabla 4, nos muestran los cálculos de la lluvia en la zona (Pérdidas causadas por la lluvia), con una polarización horizontal la cual tiene que ver con el comportamiento vectorial de la onda, por efectos de la intensidad de las lluvias, según estadísticas de la ITU-R y sus recomendaciones basados en las condiciones climáticas para el radio trayecto del enlace.

Las regiones de clima utilizados por la UIT se muestran en la tabla 9, y las distribuciones de intensidad de lluvia se dan en la tabla. La distribución da la tasa de lluvia que se excede en un cierto porcentaje de tiempo durante el año. Las regiones de clima están etiquetadas con las letras que empiezan por las de menores precipitaciones en la región, y terminan con la letra P con las tasas superiores de lluvias. En nuestro caso estamos en la región P, la cual resaltamos y la tasa de lluvia, resaltada en Rp 0.01% (mm/hr). Además muestra las especificaciones de las radiaciones usadas en el radio trayecto para zonas no restringidas Alfa 5.599E-004 y Beta 1.614. Ver Mapa en Anexos.

	1	0.3	0.1	0.03	0.01	0.003	0.001
A	0.1	0.8	2	5	8	14	22
B	0.5	2	3	6	12	21	32
C	0.7	2.8	5	9	15	26	42
D	2.1	4.5	8	13	19	29	42
E	0.6	2.4	6	12	22	41	70
F	1.7	4.5	8	15	28	54	78
G	3	7	12	20	30	45	65
H	2	4	10	18	32	55	83
J	8	13	20	28	35	45	55
K	1.5	4.2	12	23	42	70	100
L	2	7	15	33	60	105	150
M	4	11	22	40	63	95	120
N	5	15	35	65	95	140	180
P	12	34	65	105	145	200	250

Tabla 5 Zonas asignadas según la ITU-R, división de América por zonas de lluvia.

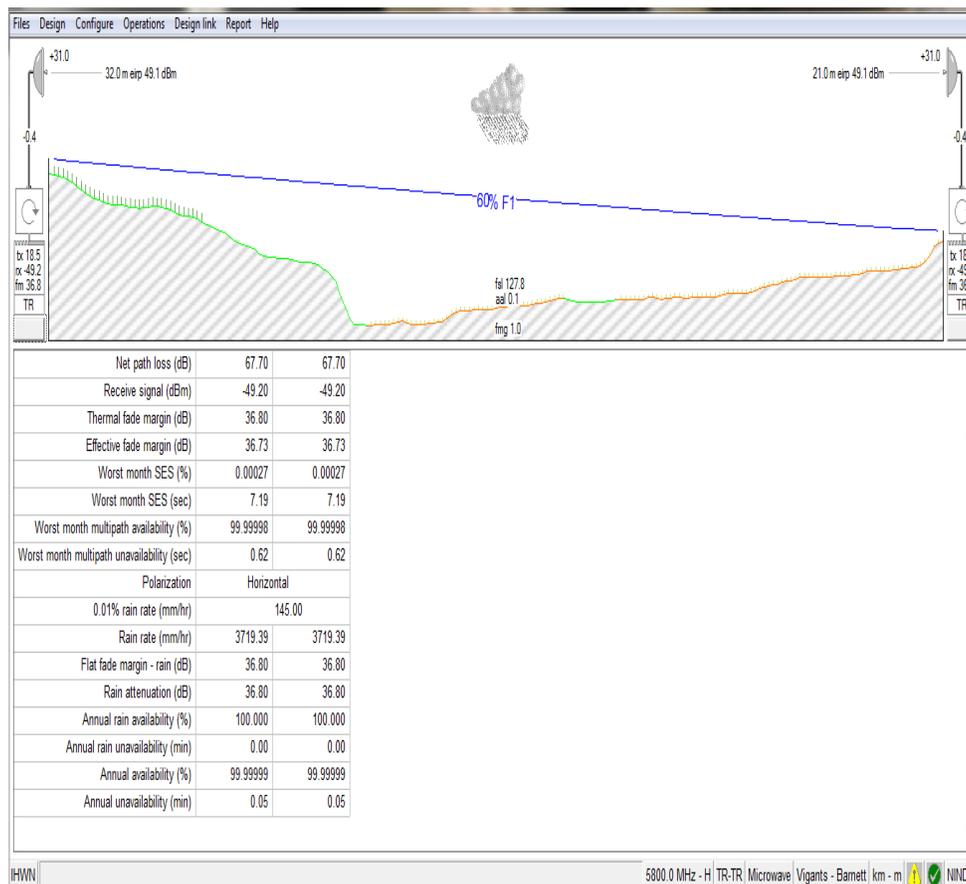


Tabla 6: Características del LOSS y parámetros de las antenas, receptor y transmisor

La potencia isotrópica radiada electromagnética PIRE es de 49.08 dBm, las pérdidas en el espacio libre de 127.75 dB, una absorción atmosférica de 0.12 dB.

PIRE (Potencia Irradiada Isotrópica Efectiva)

La Potencia Irradiada Isotrópica Efectiva está regulada por la autoridad nacional. La misma especifica la potencia máxima legalmente permitida para ser enviada al espacio abierto en un país específico. El límite legal en Europa es normalmente 100 mW, en algunos escenarios muy particulares (enlaces punto a punto) y en otros países este máximo es de 4 W.

La PIRE es una medida de la potencia que se está enfocando en una determinada región de espacio, determinada por las características de la antena transmisora.

La PIRE es el resultado de restar pérdidas de potencia en el cable y conectores y sumar la ganancia relativa de antena a la potencia del transmisor.

PIRE (dBm)=P Tx (dBm) – (pérdidas en el cable y conectores (dB)) + Ganancia de antena (dBi)

PIRE=18.50dBm-(0.22dB+0.20dB)+31.00dBi

PIRE=49.08dBm

6. Pérdidas en el espacio libre:

Es la pérdida que incurre cuando la onda electromagnética se propaga en el medio y en su transcurso rectilíneo en el vacío, considerando que no hay ninguna absorción o reflexión de energía de los objetos cercanos.

Para el cálculo de la pérdida en el espacio libre, está dado: ²

$$L_p = (4\pi f D)^2 / \lambda^2 \quad L_p = \left[\frac{4\pi f D}{c} \right]^2$$

Lp: Pérdida en el espacio libre.

f: Frecuencia.

λ : Longitud de onda

C: Velocidad de la luz en el espacio libre (3×10^8 m/s)

Según los cálculos realizados, la pérdida en el espacio libre, está dada por la ecuación:

$$L_p = 32.4 + 20 \log f(\text{Mhz}) + 20 \log D (\text{Km})$$

En nuestro caso la frecuencia portadora es de 5800 Mhz, quedando como resultado de la pérdida de trayectoria en el espacio libre de la siguiente manera:

$$L_p = 32.4 + 20 \log f (\text{Mhz}) + 20 \log D (\text{Km})$$

$$L_p = 32.4 + 75.268 + 20.0173$$

$L_p = 127.6853$ db.

Es bien conocido que las ondas radioeléctricas sufren gran atenuación al atravesar la vegetación, especialmente en el caso de frecuencias elevadas. Los sistemas móviles se ven mucho más afectados por este fenómeno, pues es más fácil que puedan darse situaciones donde el receptor no tiene visión directa (NLOS) al encontrarse obstruido por árboles o grandes arbustos. En el caso de enlaces punto a punto es menos habitual, pues la planificación previa del radioenlace permite identificar posibles obstáculos y evitarlos convenientemente. Aun así, todavía pueden producirse pérdidas significativas si el haz radioeléctrico transcurre cerca de zonas boscosas. Podemos observar otro dato importante como lo es la zona de Fresnel. Esta zona se extiende por encima y por debajo de la línea recta entre el emisor y el receptor, y para que se considere útil debe de mantener alrededor del 60% de esa zona totalmente libre de obstáculos, lo cual se observa en la fig. 9.

Margen de desvanecimiento

Este considera los objetivos de confiabilidad del sistema, determinado por la ecuación siguiente:

$$F_m = 30 \log D + 10 \log (6ABf) - 10 \log (1-R) - 70$$

F_m: Margen de desvanecimiento

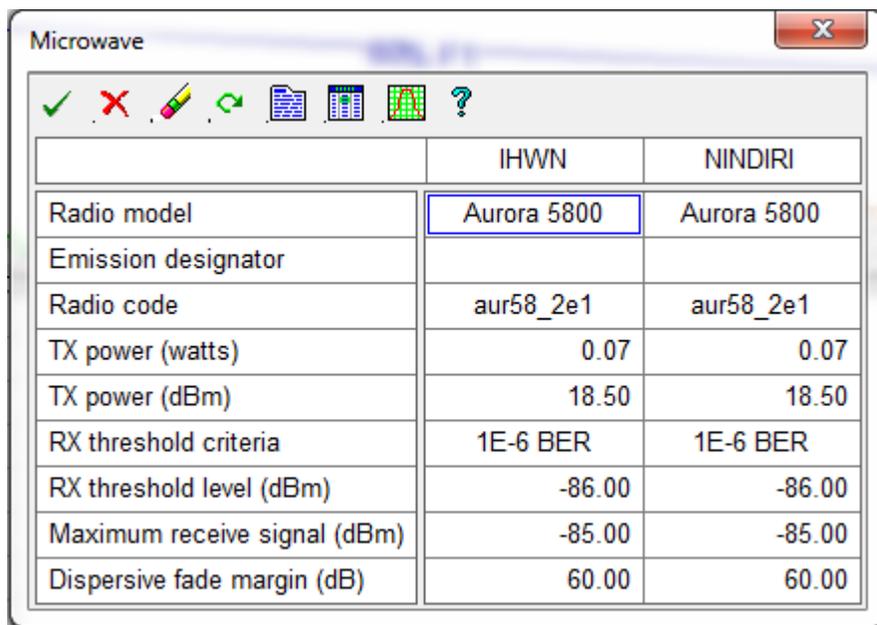
D: Distancia, Km.

R: Confiabilidad expresada en decimal.

F: Frecuencia, MHz

Debido a las características de la flora el cual provoca el fenómeno de la difracción, se buscaron las alturas de las antenas quedando estas a 32 mt la del INHW de Nandasmo, 22 mt la del Parque Nacional Volcán Masaya.

La existencia de hojas produce fundamentalmente difracción, además de los propios fenómenos de reflexión y dispersión de las ondas radioeléctricas.



	IHWN	NINDIRI
Radio model	Aurora 5800	Aurora 5800
Emission designator		
Radio code	aur58_2e1	aur58_2e1
TX power (watts)	0.07	0.07
TX power (dBm)	18.50	18.50
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-86.00	-86.00
Maximum receive signal (dBm)	-85.00	-85.00
Dispersive fade margin (dB)	60.00	60.00

Tabla 7: Elección de los radios, tomada del software de Parhloss

El modelo de radio que escogimos fue un aurora 5800, es una tecnología de propagación punto a punto de microondas digitales.

Ofrecen despliegues de 1xE1/T1 a 2xE1/T1, con un alcance de hasta 50km. Una conexión 10BaseT opcional, proporciona 2 niveles de Bridge LAN para redes de hasta 10,000 direcciones MAC.

7. Características del radio que cumple con los parámetros del radio enlace.

7.1. Características Generales Radio Aurora 5800:

Rango de Frecuencia:	5725 - 5850 MHz
Capacidad Digital: (T1: 1.544 Mbit/s)	1x E1 or 2xE1 (E1: 2.048 Mbit/s) 1xT1 or 2xT1
Alcance Máximo:	Hasta 50Km, línea de visión (line -of -sight)
Ancho de Banda, canal de RF:	18 MHz, 1xE1/T1 30 MHz, 2xE1/2T1
Modulación:	DQPSK
Codificación:	Secuencia directa, software códigos seleccionables.
Estabilidad de frecuencia:	0.0006%

7.2. Características del sistema

Ganancia del Sistema:	Típicos, BER $\leq 3 \times 10^{-10}$, 1 xE1/T1; 109 dB 2xE1/T1; 107 dB.
Plan de Frecuencia:	1xE1/T1; Par A 5,735 y 5,800 MHz Par B 5,755 y 5,820 MHz Par C 5,775 y 5,840 MHz

	2xT1/E1; Par A 5,741 y 5,803 MHz
	Par B 5,772 y 5,834 MHz
Demora de Transmisión:	Sólo Radio, 50, max.
Tiempo de adquisición:	≤ 50 ms
Dispersiva Fundido Margen típico:	BER $1 \times 10^{-3} \leq 1 \times 10^{-3}$ Mejor que 60 dB

7.3. Características del transmisor

Potencia de salida:	Software Ajustable 18,5 dBm, max (+10 dBm, min.)
---------------------	--

7.4. Características del Receptor

Figura de ruido:	7 dB típico en puerto de la antena.
Máximo nivel de recepción:	-20 dBm libre de errores, -10 dBm sin daño
Umbral:	1E1/T1: Punto de interrupción, (BER ≤ 1×10^{-3}) -89 dBm (-90 dBm, típica)
	1E1/T1: Punto de trabajo; (BER ≤ 1×10^{-6}) - 87 dBm (-88 dBm, típica)
	2E1/T1: Punto de interrupción, (BER ≤ 1×10^{-3}) -87 dBm (-88 dBm, típica)
	2E1/T1: Punto de trabajo; (BER ≤ 1×10^{-6}) - 85 dBm (-86 dBm, típica)
Opcional puente remoto LAN:	Tampón de dirección MAC = 10000

7.5. Interfaz de datos digital

Interfaz Digital:	E1; CEPT-1 Cumple UIT-T G.703, G.823 T1; DSX-1 Cumple UIT-T G.703, G.824, AT & T Pub 62411, BellcoreTR-TSY-000499
Conectores:	E1; desequilibrada, 75 ohmios, BNC equilibrado, 120 ohm, RJ-48C T1, Balance, 100 ohms, RJ-48C
Puente LAN remota;	RJ45 (10Base-T) opcional
Código de línea:	E1; HDB3 o AMI, seleccionable T1, AMI o B8ZS, seleccionable.

7.6. Controles, indicadores y diagnósticos

CIT Puerto:	RS-232 DTE, DB-9, Hembra (Programación)
Voz puerto OW:	2 hilos, RJ11
Asíncrono Puerto de datos:	RS-232, DB-15, Hembra
LEDs del panel frontal:	Fuente de alimentación (verde) XMT pwr alarma (rojo) VN alarma de sincronización (rojo)
Puntos de prueba:	RSSI (Indicador de intensidad de la señal del receptor), tierra
Diagnóstico integrado:	LOS, AIS, alarma bloqueo synth VN,

	Estado de RCV, alarma bloqueo synth XMT, alimentación de XMT
Puerto de alarma:	DE9, Male (Tx, Rx pwr sincronización alarma de relé de estado sólido)
Gestión de red:	Harris SCAN y Agente Proxy SNMP

7.7. Energía y Medio Ambiente

De alimentación de CA:	95-250 voltios, 50/60 Hz UL Aprobado
DC de alimentación:	± 21 a 60 Volts opcionales
Consumo de energía:	30 Watts, max.
Temperatura:	en funcionamiento: 0 ° C a +50 C°
De almacenamiento:	40 ° C a 70 ° C
Humedad:	95% sin condensación
Altitud:	4.572 m (15.000 pies) AMSL
Tamaño:	mesa o 480 mm (19 ") para montaje en rack EIA
Altura Anchura Profundidad:	50 mm 430 mm 275 mm
	1,75 pulgadas 17 pulgadas 10,2 pulgadas
Peso:	3,5 kg (7,7 libras).
Antena Conector:	Tipo "N" Hembra

7.8. Distancia normal *

* Con 0,6 m de antena direccional (2 pies), 28,5 dBi de ganancia Hasta 50 km (30 millas).

7.9. Modelo de la línea de transmisión:

Flex twist, con una longitud de 0.65 metros, con pérdida de 0.22 y pérdida de unidad de línea (db/100m) de 33.33, pérdidas del conector de 0.20 db.

7.9.1. Pérdida en el cable

Las pérdidas en la señal de radio pueden ser ocasionadas por los cables que conectan el transmisor y el receptor a las antenas.

Las pérdidas dependen del tipo de cable y la frecuencia de operación, estas se miden en dB/m o dB/pies.

Aunque el cable sea muy bueno, estará sujeto a pérdidas, por tal razón el cable de la antena debe ser lo más corto posible.

La pérdida de los cables está entre 0,1 dB/m y 1 dB/m. En general, mientras más grueso y más rígido sea el cable menor atenuación presentará.

Por ejemplo un cable RG58 que tiene una pérdida de 1 dB/m, para conectar un transmisor con una antena. Usando 3 m de cable RG58 es suficiente para perder el 50% de la potencia (3 dB).

Las pérdidas en los cables dependen mucho de la frecuencia. Por eso al calcular la pérdida en el cable, se deben usar los valores correctos para el rango de frecuencia usada.

Como regla general, se puede tener el doble de pérdida en el cable [dB] para 5,4 GHz comparado con 2,4 GHz

	IHWN	TELEFONICA
TX line model	flex twist	flex twist
TX line length (m)	0.65	0.65
TX line unit loss (dB/100m)	33.33	33.33
TX line loss (dB)	0.22	0.22
Connector loss (dB)	0.20	0.20

Tabla 8: Vista de las características de la flex twist.



Fig.12: Modelos de flex twist

7.10. Especificaciones de la antena

7.10.1. Antenas:

Para uso en Micro ondas, como antes mencionábamos incluyen las siguientes características:

- Ganancia, patrón de radiación.
- Rechazo a la interferencia
- Altura sobre el nivel del suelo.
- Carga en la torre.
- Su alimentador.
- Los protectores (radomes)

7.10.1.1. En los parámetros físicos se menciona:

- Tamaño (Diámetro)
- Peso.
- Materiales con la que está construida.
- Sobrevivencia/Carga al viento.
- Torcedura/Oscilación (Twist & Sway).

- Montaje.

7.10.1.2. Parámetros Eléctricos de Antena

- Ganancia (dBi)
- Ancho de Haz (rad o grados)
- Patrón de Radiación
- Discriminación de Polarización Cruzada
- (XPD - dB)
- Relación Front to Back (F/B)
- Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)
- Pérdida de Retorno (RL - dB)

Para una antena de radio enlace por micro ondas, la ganancia de la antena expresada en dBi, para pasarla a db, está dada por:

$$\text{dBi} = \text{dBd} + 2.14$$

En el caso de comunicaciones para micro ondas las antenas parabólicas son las más comunes, por su directividad. Para calcular la directividad de una antena parabólica se tiene:

$$D = 4\pi A / \lambda^2$$

Para encontrar la directividad, calculamos la Longitud de onda, la cual la determinamos por:

$$C = f \lambda$$

Al introducir la frecuencia central, que en nuestro caso es de 5800 Mhz, obtenemos:

$$C = f \lambda \qquad 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 58 \times 10^8 \text{ Hz} \times \lambda \qquad \lambda = 3 \times 10^8 / 58 \times 10^8$$

$$\lambda = 3/58$$

$$\lambda = 0.0517 \text{ m}$$

Ahora podemos encontrar la directividad:

$$D = 4\pi A / \lambda^2$$

$$D = \left[\frac{\pi \times 1.22}{0.0517} \right]^2$$

$$D = \left[\frac{\pi \times 1.22}{0.0517} \right]^2$$

$$D = \left[\frac{3.83}{0.0517} \right]^2$$

$$D = 5317.4279$$

En dbD = 10 log (5317.427952)

D = 37.25 db.

Las antenas Parabólicas son la forma más común de antenas directivas en comunicaciones por microondas. Se utilizará una antena de 1.22m de diámetro, modelo Flat Ant 0.6, con una ganancia de 31 dBi. En los cálculos obtuvimos la directividad de la antena de 37.25 db. Las antenas nunca son perfectas, la ganancia real que se obtiene es menor que la directividad teórica calculada.

	IHWN	Nindirí
Antenna model	FLAT ANT0.6	FLAT ANT0.6
Antenna diameter (m)	1.22	1.22
Antenna height (m)	32.00	21.00
Antenna gain (dBi)	31.00	31.00
Radome loss (dB)		
Antenna code	flat antenna0.6	flat antenna0.6
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	3.00	3.00
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	3.00	3.00
True azimuth (°)	350.81	170.81
Vertical angle (°)	-0.89	0.82
Antenna azimuth (°)		
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)		

Tabla 9, especificaciones de la antenas generado por Pathloss



Fig.13 Antena elegida según las características de 31db d ganancia.

Antena compatible con las siguientes características:

- Rendimiento de la señal de 31dBi
- Operación de dirección
- Conector Hembra Tipo N
- Kits de montaje suministrados que permiten una fácil instalación para diferentes entornos.

ANTENA

Dimensión	600x900(mm)
Frecuencia	5.15~5.85GHz
Impedancia	50 Ohms
Rendimiento	31dBi
Polarización	Vertical u Horizontal
Tipo de Conector	Hembra Tipo N
Soporte	Soporte
F/B Ratio	>30dB
Potencia máxima de entrada	100W

8. Estudio de Factibilidad

Para el desarrollo de este proyecto se hace necesario el estudio de factibilidad para hacer uso de las herramientas con que dicho centro cuenta y agregar la operabilidad del mismo con base en encuestas realizadas a los estudiantes del centro educativo Hermandad Willebroeck de Nandasmo, esto se hizo con el propósito de determinar la viabilidad de diseño del radio enlace.

9. Factibilidad Técnica:

Al inspeccionar el laboratorio observamos que hay herramientas las cuales no están siendo explotadas de manera óptimas, entre estas herramientas encontramos:

15 computadoras previas para realizar el proyecto de conectividad a Internet.

En relación al equipamiento de telecomunicaciones existentes en la zona, se verificó que el municipio se encuentra dentro de la cobertura que la empresa claro ofrece para conexiones a través de microondas.

10. Entrevista

La entrevista fue la herramienta que nos facilitó en la investigación obtener la información necesaria para desarrollar el proyecto, está la realizamos de manera directa con los actores involucrados en la gestión educativa del municipio de Nandasmo, con preguntas elaboradas para respuestas abiertas.

Estas entrevistas se realizaron, entonces, al profesor del laboratorio de las TIC's y la delegada municipal del MINED. En esta entrevista se pidió que opinaran sobre la calidad del servicio actual, los beneficios que traería un mayor ancho de banda a la institución y las proyecciones para mejorar la calidad de la educación haciendo uso adecuado de todas las herramientas que provee la internet y otros servicios agregados que podrían ofrecer.

Así mismo se realizó una pequeña encuesta para conocer la opinión de los usuarios en este caso representado por estudiantes de 9no, 10mo y 11avo grado del Instituto Hermandad Willebroeck de Nandasmo.

10.1. Universo:

Se definió un universo para el estudio, tomando en cuenta el tipo de usuario que participan como son los estudiantes entre edades de 12-18 años.

10.2. Muestra:

La muestra para el estudio fue representativa, tomando en cuenta el universo de estudiante y a través de la fórmula:

$$n = \frac{Z^2 P q N}{e^2 (N-1) + Z^2 P q}$$

P= Probabilidad exitosa 50% Posibles consumidores
(Edad comprendida)

q = Probabilidad fracaso 50%

Z= Distribución Normal (nivel confianza)

e = error de estimación

N= Población Objetivo (criterio del investigador)

n = muestra proporcional (tener todas las condiciones necesarias para la investigación).

$$Z = 1 - \frac{\alpha}{2} = 1 - 0.05 = 0.9500 = \mathbf{1.64}$$

$$n = \frac{(1.64)^2 (0.50) (0.50) (470)}{(0.10)^2 (469) + (1.64)^2 (0.50) (0.50)}$$

$$1 - \alpha = N e$$

$$1 - \alpha = 0.90$$

$$\alpha = 1 - 0.90$$

$$\alpha = \frac{0.10}{2} = 0.05$$

$$2$$

$$n = 58.9$$

n = 59 encuestas.

10.3. Técnicas y análisis para procesar la información.

Las técnicas y procedimientos a utilizar en el análisis de la información es el proceso de la investigación de la información recolectada. En la siguiente tabla se resumen las técnicas.

Análisis Cualitativos. Procesador de palabras (Microsoft Word)

Para procesar los gráficos y resultados (Word).

10.4. Descripción de los resultados de la encuesta.

El gráfico de la fig.1 muestra que el mayor porcentaje de estudiantes están insatisfechos por el actual servicio, internet con una velocidad de 256 Kbps

Valoración del Servicio

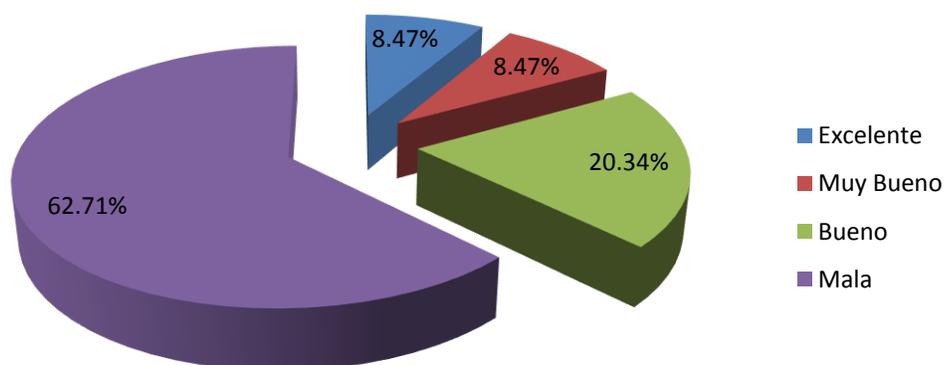


Gráfico 1, fuente, elaborado por los investigadores, nosotros mismos.

En el grafico Fig.2 estimamos conveniente conocer que opinaban sobre la idea de tecnificarse con condiciones favorables, mejor servicio de internet, 57 estudiantes consideran atractiva la idea y 2 no necesario.

Interés en tecnificación Informática

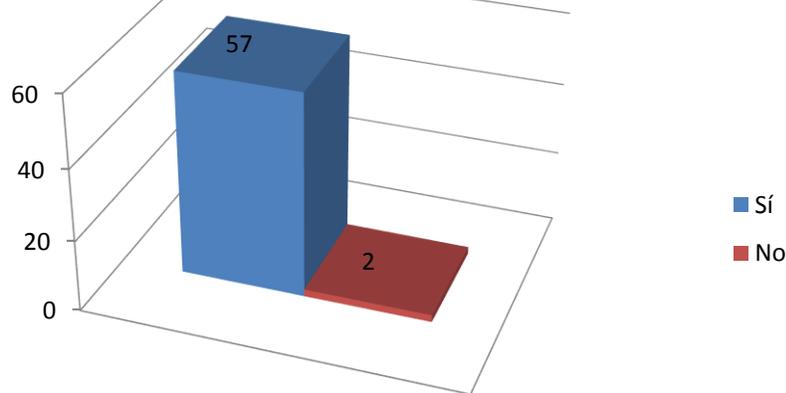


Gráfico 2 , , elaborado por los investigadores, nosotros mismos.

En el grafico Fig.3 mostramos los resultados de una de las preguntas que consideramos de gran importancia y es la cantidad que los estudiantes estarían dispuesto a pagar por la implementación del proyecto para ser auto sostenible, la mayor parte opinó (38.98 %) que pagarían C\$100.00 córdobas mensuales, el 35.59% pagarían C\$50.00 córdobas, 20.34% están dispuesto a pagar C\$ 150.00 córdobas y un menor porcentaje (5.08%) estarían dispuestos a pagar C\$ 250.00 córdobas.

Disponibilidad Económica Mensual Para Tecnificarse

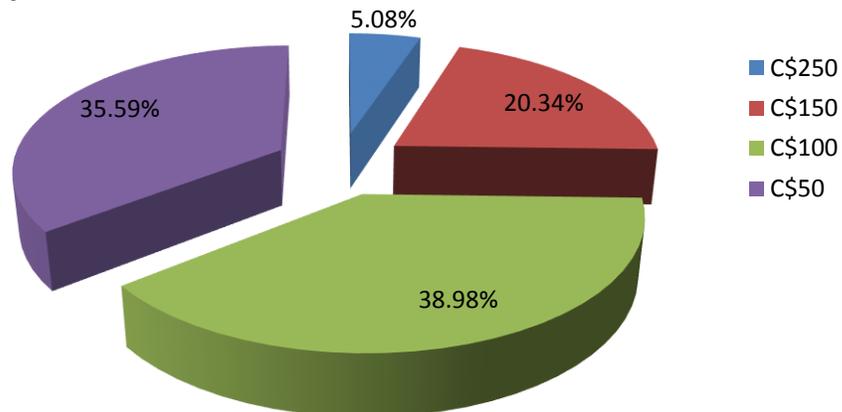


Gráfico 3 , , elaborado por los investigadores, nosotros mismos.

11. CONCLUSIÓN

Al final del proyecto, el acceso a Internet seguramente contribuirá a su desarrollo económico y social y mejorará la calidad de vida. Los estudiantes utilizarán con desenvoltura el correo electrónico, los foros de discusión cibernética, la videoconferencia, la búsqueda y utilización de información sobre las materias escolares (matemáticas, idiomas, ciencias naturales y sociales, arte y otros temas), oportunidad de crear sus propios blogs y sus experiencias en línea. Esto gracias a los beneficios de la ampliación de la capacidad de la red con 2Mb.

Además con las encuestas realizadas, el Instituto es capaz de auto sostenerse al ofrecer servicios agregados, tales como la tecnificación y el internet libre, fuera de horas clases. Auxiliándose además con los convenios realizados por el MINED, TELCOR, empresas de telecomunicaciones que prestan servicios de internet en Nicaragua y la ITU-R a favor del proyecto “Conectar una escuela, Conectar una comunidad”, lo que permitirá gestionar con la empresa Claro, para cambiar con las especificaciones planteadas.

12. RECOMENDACIONES

Una vez Finalizado el proyecto de investigación hacemos las siguientes recomendaciones técnicas; para el buen funcionamiento del sitio, se deben tomar en cuenta elementos tales como:

- “”
A Actualización continua de los Software de las PC, debido a que las nuevas versiones adicionan ventajas.
- “”
A Administración eficiente de los recursos con los que se cuenten: videos (algunos sitios tienen límites de tamaño de vídeo según el tipo de anuncio, como las de YouTube), video llamadas, búsqueda de información, etc.
- “”
A Adquirir un software que controle el uso adecuado del acceso a Internet.
- “”
A Mejorar la infraestructura de todo el área del laboratorio
- “”
A Se recomienda un rack o gabinete de 12 pulgadas para proteger y concentrar cada uno de los elementos que se interconectaran (patch panel, batería, switch, etc...)
- “”
A Canaleteado para distribuir el cableado hacia los Puntos de red para cada una de los ordenadores.
- “”
A Tuberías por encima del cielo raso para cableado desde el gabinete hacia los puntos de red (cableado estructurado).
- “”
A Baterías Marca tripp lit, para cada una de las computadoras y para otros dispositivos que estarán en constante uso, por bajones de luz.
- “”
A Patch panel para distribución de cableado de red
- “”
A Cables de red o de conexión (patch cord) categorías 6.
- “”
A Realizar encuestas periódicamente para verificar que se estén cumpliendo con las expectativas de la población estudiantil.

- “”
A Mejorar las capacidades de los equipos a medida que la cantidad de usuarios crezca debido a que relativamente la demanda será mayor.
- “”
A En la parte eléctrica se observó variaciones de voltajes por lo que se recomienda dispositivos que permitan estabilizar la red.
- “”
A Utilizar Cámara Web Microsoft LifeCam Cinema USB Ancho de pantalla 720p HD El sensor de 720p capta vídeo en alta definición hasta 30 fps.. Tecnología ClearFrame La tecnología de procesamiento de imágenes ClearFrame ofrece vídeo detallado y uniforme incluso en condiciones de poca luz. Micrófono digital El micrófono digital con tecnología para la eliminación de ruidos ayuda a mejorar la calidad de la voz y aumentar la calidad del audio. Esto para realizar video conferencia.
- “”
A Realizar al menos una vez al mes un Mantenimiento preventivo y correctivo tanto del hardware como del software con que se cuenta.
- “”
A Limitar en la medida de lo posible el acceso total del estudiante a la PC a través de cuentas de usuario y como medida preventiva particionar el disco duro de manera que se maneje un respaldo.

13. Glosario:

A:

Antena: Dispositivo capaz de radiar y recibir ondas electromagnéticas en el espacio libre.

Ancho de Banda: Es la banda de paso mínimo (Rango de frecuencia) para dejar pasar la información de la fuente a través del sistema.

Atenuación: Término General que se usa para denotar una disminución en las magnitud de una señal en una transmisión de un punto u otro. Puede ser expresada como magnitud de la relación de entrada y salida, expresada en db.

B:

Banda de frecuencias: Conjunto de frecuencias entre límites determinados.

Banda Base: Banda de Frecuencias bajas que ocupan las señales antes de modular la señal portadora de transmisión.

BER: Tasa error bit

C:

Confiabilidad: Posibilidad que tiene un sistema de realizar las funciones para la cual fue diseñado.

CCIR: Comité Consultivo Internacional de Radio.

D:

db: Unidad estándar para expresar la relación entre dos parámetros, utilizando logaritmos de base 10.

dBi: Decibeles referidos a la potencia radiada por una antena isotrópica.

dBm: Decibeles referidos a la potencia expresada en Miliwatts.

dBW: Decibeles referidos a la potencia expresada en Watts.

Desvanecimiento: Variaciones de la Amplitud y/o Fase relativa de la señal recibida con el tiempo ocasionados por diferentes mecanismos que alteran la propagación de las radio ondas.

E:

ESPECTRO: Es la distribución energética del conjunto de las ondas electromagnéticas

I:

ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones

P:

Portadora: Señal de frecuencia fija generalmente, que es modulada por la señal de información para ser transportada.

R:

RADIOENLACE: Se denomina radio enlace a cualquier interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas.

S:

SIMETRICA: Igualdad entre transmisión y recepción de datos.

T:

TRANSMISOR: Dispositivo electrónico que, mediante una antena, irradia ondas electromagnéticas que contienen información.

TDM: Multiplexación por División de Tiempo.

ANEXOS

**Mapas de contorno de intensidad de lluvia
(ITU-R rep. 563-4 [28])**

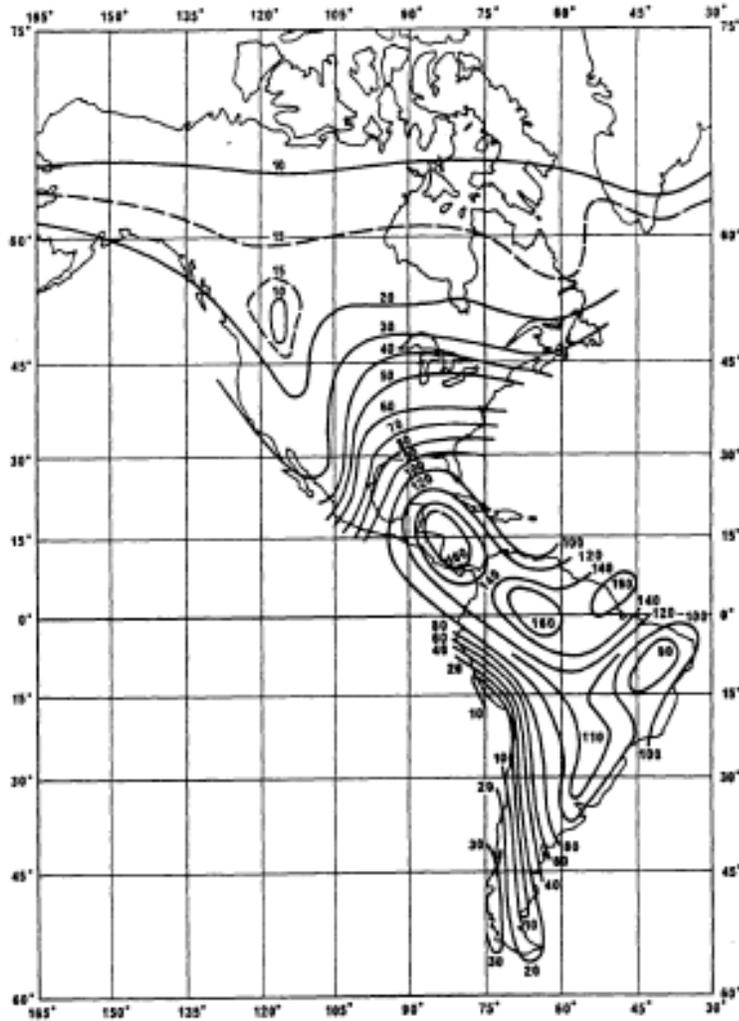
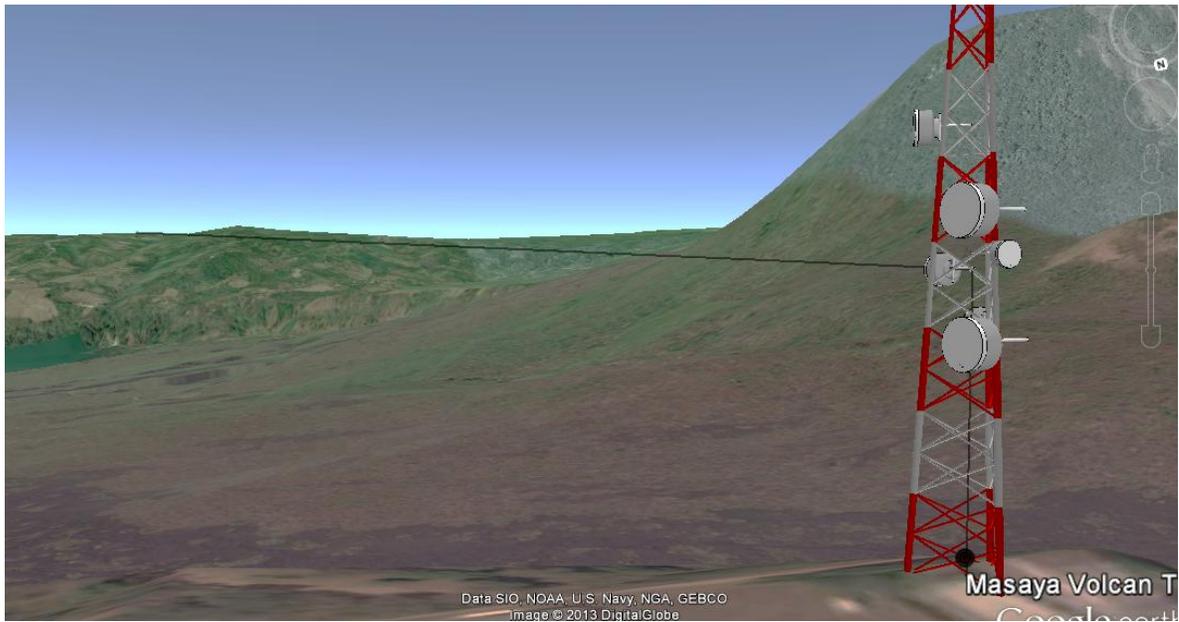
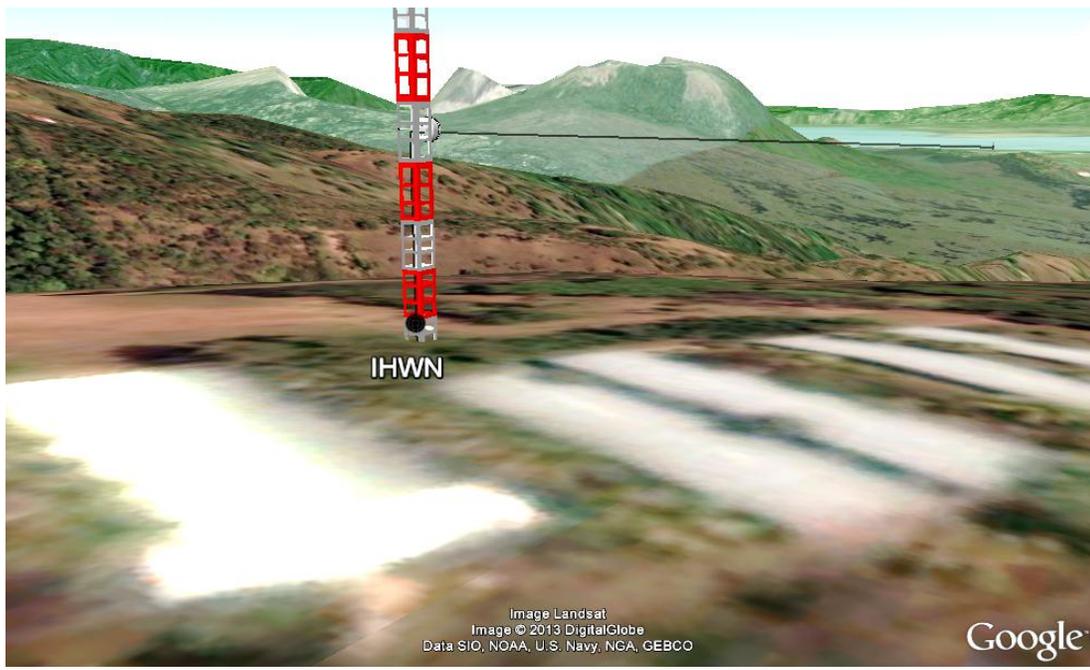


Figura C1 Contorno de intensidad de lluvia para el 0.01% del tiempo (América).



Antena Claro, ubicada en el Parque Nacional Volcán Masaya.

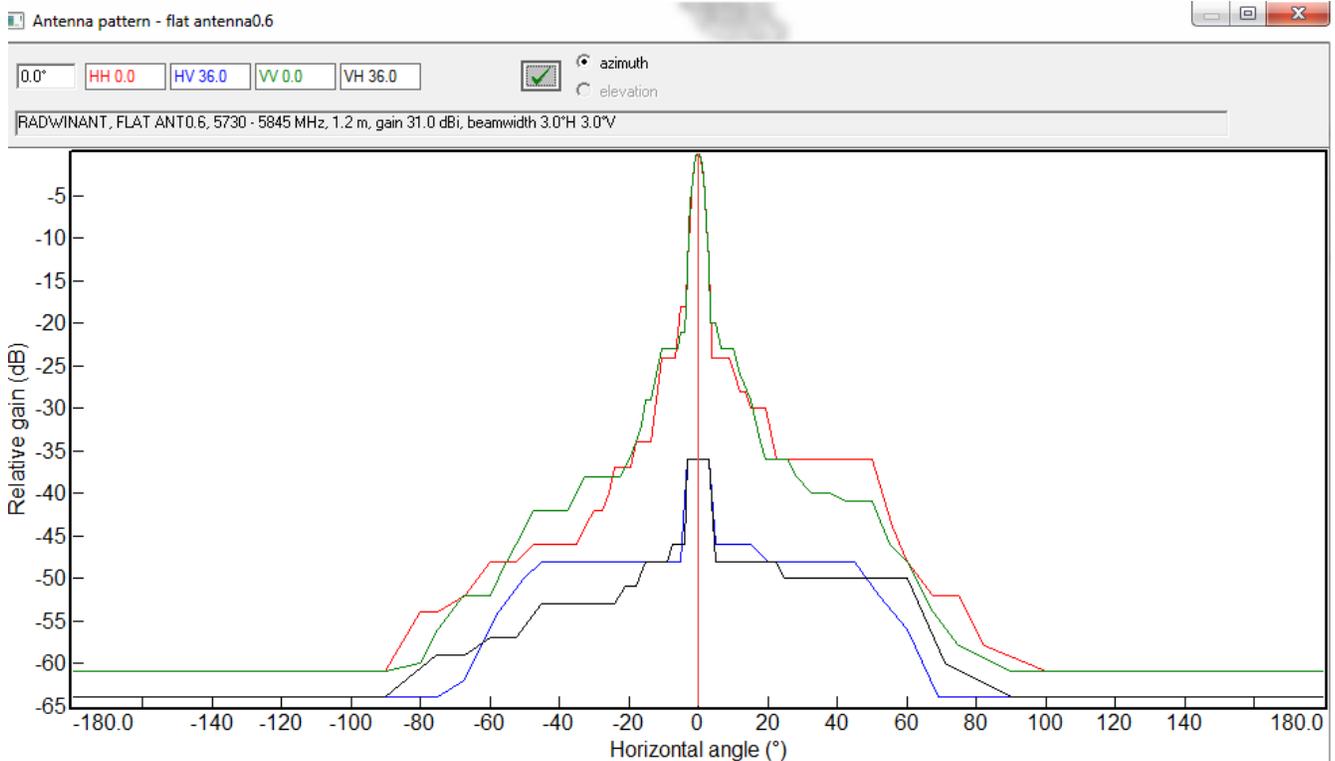


Antena Claro, ubicada en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck.

Hojas de Cálculo con Pathloos

	Nindirí	IHWN
Latitude	12 00 26.60 N	11 55 04.71 N
Longitude	086 08 22.40 W	086 07 29.51 W
Easting (m)	593667.9	595298.6
Northing (m)	1327517.0	1317633.8
UTM zone	16N	16N
True azimuth (°)	170.81	350.81
Vertical angle (°)	0.82	-0.89
Elevation (m)	313.15	451.29
Antenna model	FLAT ANTO.6 (TR)	FLAT ANTO.6 (TR)
Antenna file name	flat antenna0.6	flat antenna0.6
Antenna gain (dBd)	28.85	28.85
Antenna diameter (m)	1.22	1.22
Antenna 3 dB beamwidth H (°)	3.00	3.00
Antenna 3 dB beamwidth E (°)	3.00	3.00
Antenna height (m)	21.00	32.00
Orientation loss (dB)	0.00	0.00
TX loss (dB)	0.00	0.00
RX loss (dB)	0.00	0.00
Frequency (MHz)	5800.00	
Polarization	Horizontal	
Path length (km)	10.02	
Free space loss (dB)	127.75	
Atmospheric absorption loss (dB)	0.12	
Field margin (dB)	1.00	
Net path loss (dB)	66.88	66.88
Radio model	RADWIN2000C	RADWIN2000C
Radio file name	radwin2000c13m	radwin2000c13m
TX power (watts)	0.32	0.32
TX power (dBm)	25.00	25.00
Emission designator	20M0D7W	20M0D7W
ERP (dbm)	56.00	56.00

ERP (watts)	398.11	398.11
RX threshold criteria	1E-6 BER	1E-6 BER
RX threshold level (dBm)	-87.00	-87.00
RX threshold level (μv)	9.99	9.99
Receive signal (dBm)	-41.88	-41.88
Receive signal (μv)	1801.22	1801.22
Receive field strength ($\mu\text{v}/\text{m}$)	9581.62	9581.62
Thermal fade margin (dB)	45.12	45.12
Annual location availability (%)	100.00000	100.00000
Annual location unavailability (min)	0.00	0.00
Annual multipath availability (%)	99.99693	99.99693
Annual multipath unavailability (min)	16.16	16.16



Apertura de la antena. 1

Terrain Data ()

Nindirí		IHWN
Latitude	12 00 26.60 N	11 55 04.71 N
Longitude	086 08 22.40 W	086 07 29.51 W
True azimuth (°)	086 08 22.40	086 07 29.51
Profile distance (km)	10.02	
Calculated distance (km)		10.02
Easting (m)	593667.9	595298.6
Northing (m)	1327517.0	1317633.8
UTM zone	16N	16N
Datum	World Geodetic System 1984	
Elevation (m)	313.15	451.29

Distance (km) Elevation (m) GroundStructure (m)

0.000	313.15	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.050	307.85	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.100	298.07	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.150	280.42	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.200	268.03	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.250	260.64	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.300	257.77	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.350	256.93	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.400	255.79	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.450	254.75	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.500	253.33	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.550	251.98	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.600	251.24	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.650	250.45	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.700	251.05	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.750	251.06	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.800	249.69	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.850	248.88	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.900	245.45	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
0.950	243.45	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.000	242.04	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.050	240.58	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.100	238.85	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.150	238.83	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.200	239.33	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.250	237.99	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.300	236.63	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.350	237.40	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.400	238.01	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.450	237.72	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.500	237.37	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.550	237.34	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.600	235.95	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.650	232.86	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.700	230.06	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.750	227.84	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.800	225.26	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.850	222.49	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic

1.900	220.86	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
1.950	219.05	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.000	215.58	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.050	212.46	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.100	208.99	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.150	206.01	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.200	204.38	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.250	203.38	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.300	203.84	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.350	203.60	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.400	202.69	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.450	200.64	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.500	197.79	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.550	196.12	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.600	195.05	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.650	195.00	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.700	195.02	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.750	195.15	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.800	194.91	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.850	193.89	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.900	193.46	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
2.950	194.27	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.000	194.35	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.050	193.58	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.100	192.06	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.150	190.31	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.200	192.77	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.250	196.29	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.300	194.09	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.350	191.00	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.400	190.40	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.450	190.05	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.500	190.15	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.550	190.13	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.600	189.75	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
3.650	188.83	GG2.0 m Croplands
3.700	187.26	GG2.0 m Croplands
3.750	186.16	GG2.0 m Croplands
3.800	185.62	GG2.0 m Croplands
3.850	184.91	GG2.0 m Croplands
3.900	183.95	GG2.0 m Croplands
3.950	184.63	GG2.0 m Croplands
4.000	185.63	GG2.0 m Croplands
4.050	184.85	GG2.0 m Croplands
4.100	184.24	GG2.0 m Croplands
4.150	187.19	GG2.0 m Croplands
4.200	189.79	GG2.0 m Croplands
4.250	191.52	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.300	191.98	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.350	190.05	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.400	187.75	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.450	184.82	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.500	182.76	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.550	181.58	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.600	179.55	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic

4.650	177.14	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.700	176.59	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.750	176.32	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.800	176.06	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.850	175.72	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.900	174.83	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
4.950	173.60	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.000	171.64	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.050	169.90	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.100	168.47	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.150	168.18	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.200	168.90	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.250	168.05	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.300	166.53	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.350	166.95	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.400	167.74	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.450	164.04	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.500	159.20	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.550	150.28	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.600	143.30	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.650	142.40	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.700	141.59	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.750	139.94	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.800	138.81	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.850	138.57	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.900	138.47	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
5.950	138.67	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.000	141.64	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.050	145.19	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.100	144.00	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.150	142.10	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.200	139.66	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.250	137.88	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.300	138.02	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.350	138.04	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.400	137.15	AG10.0 m Cropland/Natural Vegetation Mosaic
6.450	137.10	GG2.0 m Croplands
6.500	138.35	GG2.0 m Croplands
6.550	139.48	GG2.0 m Croplands
6.600	139.81	GG2.0 m Croplands
6.650	154.62	GG2.0 m Croplands
6.700	176.17	GG2.0 m Croplands
6.750	200.92	GG2.0 m Croplands
6.800	228.34	GG2.0 m Croplands
6.850	239.11	GG2.0 m Croplands
6.900	248.94	GG2.0 m Croplands
6.950	255.42	GG2.0 m Croplands
7.000	261.31	GG2.0 m Croplands
7.050	265.91	GG2.0 m Croplands
7.100	268.38	GG2.0 m Croplands
7.150	266.80	GG2.0 m Croplands
7.200	267.29	GG2.0 m Croplands
7.250	270.59	GG2.0 m Croplands
7.300	273.47	GG2.0 m Croplands
7.350	275.14	GG2.0 m Croplands

7.400	275.72	GG2.0 m Croplands
7.450	275.06	GG2.0 m Croplands
7.500	276.58	GG2.0 m Croplands
7.550	277.96	GG2.0 m Croplands
7.600	279.73	GG2.0 m Croplands
7.650	283.93	GG2.0 m Croplands
7.700	292.26	GG2.0 m Croplands
7.750	298.36	GG2.0 m Croplands
7.800	301.07	GG2.0 m Croplands
7.850	304.57	GG2.0 m Croplands
7.900	308.72	GG2.0 m Croplands
7.950	314.61	GG2.0 m Croplands
8.000	322.27	GG2.0 m Croplands
8.050	328.38	GG2.0 m Croplands
8.100	332.60	GG2.0 m Croplands
8.150	336.72	GG2.0 m Croplands
8.200	341.00	GG2.0 m Croplands
8.250	345.90	GG2.0 m Croplands
8.300	350.61	GG20.0 m Mixed Forests
8.350	356.57	GG20.0 m Mixed Forests
8.400	361.14	GG20.0 m Mixed Forests
8.450	361.89	GG20.0 m Mixed Forests
8.500	363.05	GG20.0 m Mixed Forests
8.550	365.92	GG20.0 m Mixed Forests
8.600	370.11	GG20.0 m Mixed Forests
8.650	375.63	GG20.0 m Mixed Forests
8.700	379.13	GG20.0 m Mixed Forests
8.750	380.72	GG20.0 m Mixed Forests
8.800	382.41	GG20.0 m Mixed Forests
8.850	382.97	GG20.0 m Mixed Forests
8.900	381.43	GG20.0 m Mixed Forests
8.950	379.92	GG20.0 m Mixed Forests
9.000	379.80	GG20.0 m Mixed Forests
9.050	380.30	GG20.0 m Mixed Forests
9.100	381.60	GG20.0 m Mixed Forests
9.150	382.76	GG20.0 m Mixed Forests
9.200	385.61	GG20.0 m Mixed Forests
9.250	387.26	GG20.0 m Mixed Forests
9.300	387.21	GG20.0 m Mixed Forests
9.350	387.86	GG20.0 m Mixed Forests
9.400	392.34	GG20.0 m Mixed Forests
9.450	396.36	GG20.0 m Mixed Forests
9.500	399.85	GG20.0 m Mixed Forests
9.550	404.82	GG20.0 m Mixed Forests
9.600	410.23	GG20.0 m Mixed Forests
9.650	418.40	GG20.0 m Mixed Forests
9.700	426.07	GG20.0 m Mixed Forests
9.750	432.87	GG20.0 m Mixed Forests
9.800	439.07	GG20.0 m Mixed Forests
9.850	443.51	GG20.0 m Mixed Forests
9.900	447.13	GG20.0 m Mixed Forests
9.950	449.04	GG20.0 m Mixed Forests
10.020	451.29	GG20.0 m Mixed Forests

Ground elevations - AMSL, Structure & antenna heights - AGL

Ground type
 PG - poor, AG - average, GG - good, FW - fresh water, SW - salt water

Antenna clearance ()

Nindirí		IHWN
Latitude	12 00 26.60 N	11 55 04.71 N
Longitude	086 08 22.40 W	086 07 29.51 W
True azimuth (°)	170.81	350.81
Vertical angle (°)	0.82	-0.89
Path length (km)	10.02	
Easting (m)	593667.9	595298.6
Northing (m)	1327517.0	1317633.8
UTM zone	16N	16N
Elevation (m)	313.15	451.29
Frequency (MHz)	5800.00	
Clearance tolerance (m)		10.0

TELEFONICA TR Antenna height 21.00 m
 IHWN TR Antenna height 32.00 m

Clearance criteria - Main

1st criteria K	1.50
1st criteria %F1	100.00
2nd criteria K	0.90
2nd criteria %F1	60.00
Minimum foreground clearance (m)	2.00

Dist (km)	Elev (m)	Struct (m)	Clear (m)	K (m)	%F1 (m)	FH (m)	Crit
Antenna orientation ()							

Nindirí		IHWN
Latitude	12 00 26.60 N	11 55 04.71 N
Longitude	086 08 22.40 W	086 07 29.51 W
True azimuth (°)	170.81	350.81
Path length (km)	10.02	
Easting (m)	593667.9	595298.6
Northing (m)	1327517.0	1317633.8
UTM zone	16N	16N
Elevation (m)	313.15	451.29
Frequency (MHz)	5800.00	
Antenna height (m)	21.00	32.00
Tower height (m)		
Antenna orientation K		1.33
Vertical angle (°)	0.82	-0.89
Error at K = 2/3 (°)	0.03	0.03
Error at K = 1 (°)	0.01	0.01
Error at K = 100 (°)	-0.03	-0.03
Diffraction report ()		

Diffraction algorithm Pathloss
 Multiple knife edge method Deygout

Maximum number of obstacles2
 Obstacle radius methodMajor obstacle only
 Foreground loss methodScaled height-gain

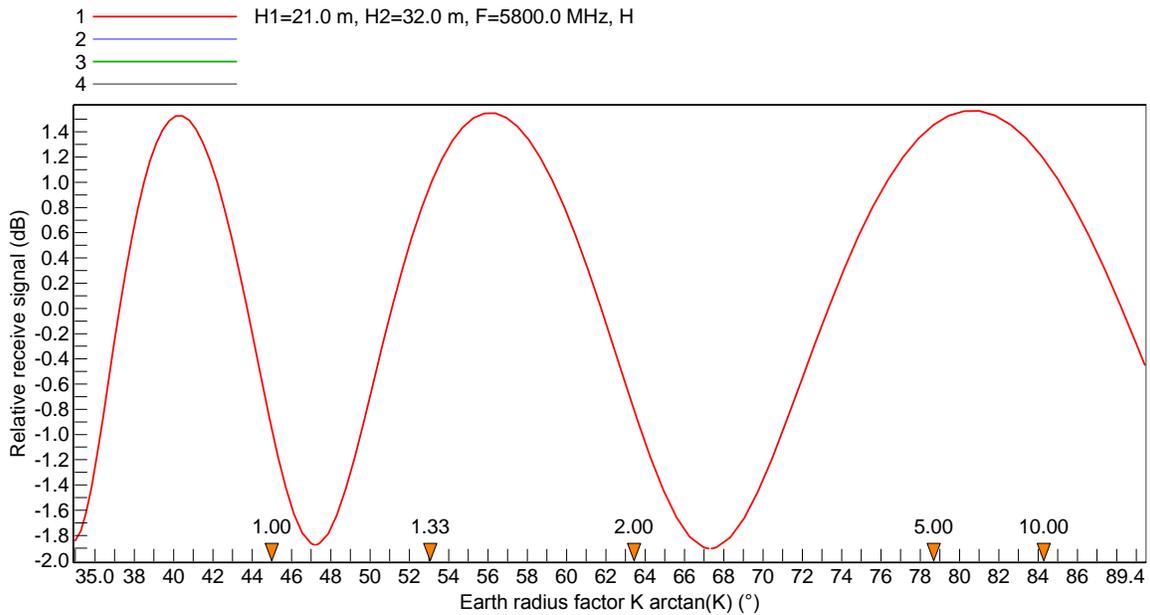
Nindirí	IHWN	
Elevation (m)	313.15	451.29
Antenna height (m)	21.00	32.00
Effective antenna height (m)	86.67	235.82
Distance (km)	10.02	
Frequency (MHz)	5800.00	
Earth radius factor K	1.33	
Polarization	Horizontal	
Tree type	Wet bare trees	
Ground type	Average	

Longley-Rice IRRT
 Terrain elevation range (m) 0.00
 Loss (dB) 0.00

Diffraction loss (dB)	0.00	
Tree - building loss (dB)	0.00	
Free space loss (dB)	127.75	
Atmospheric absorption loss (dB)		0.12
Total loss (dB)	127.88	
OHLOSS report ()		

Diffraction algorithm Pathloss
 Path is LOS at K = 1.33

Nindirí	IHWN	
Latitude	12 00 26.60 N	11 55 04.71 N
Longitude	086 08 22.40 W	086 07 29.51 W
True azimuth (°)	170.81	350.81
Elevation (m)	313.15	451.29
Antenna height (m)	21.00	32.00
Effective antenna height (m)	86.67	235.82
Frequency (MHz)	5800.00	
Distance (km)	10.02	
Earth radius factor K	1.33	
Polarization	Horizontal	
Tree type	Wet bare trees	
Ground type	Average	
Climate region		Maritime Temperate Oversea



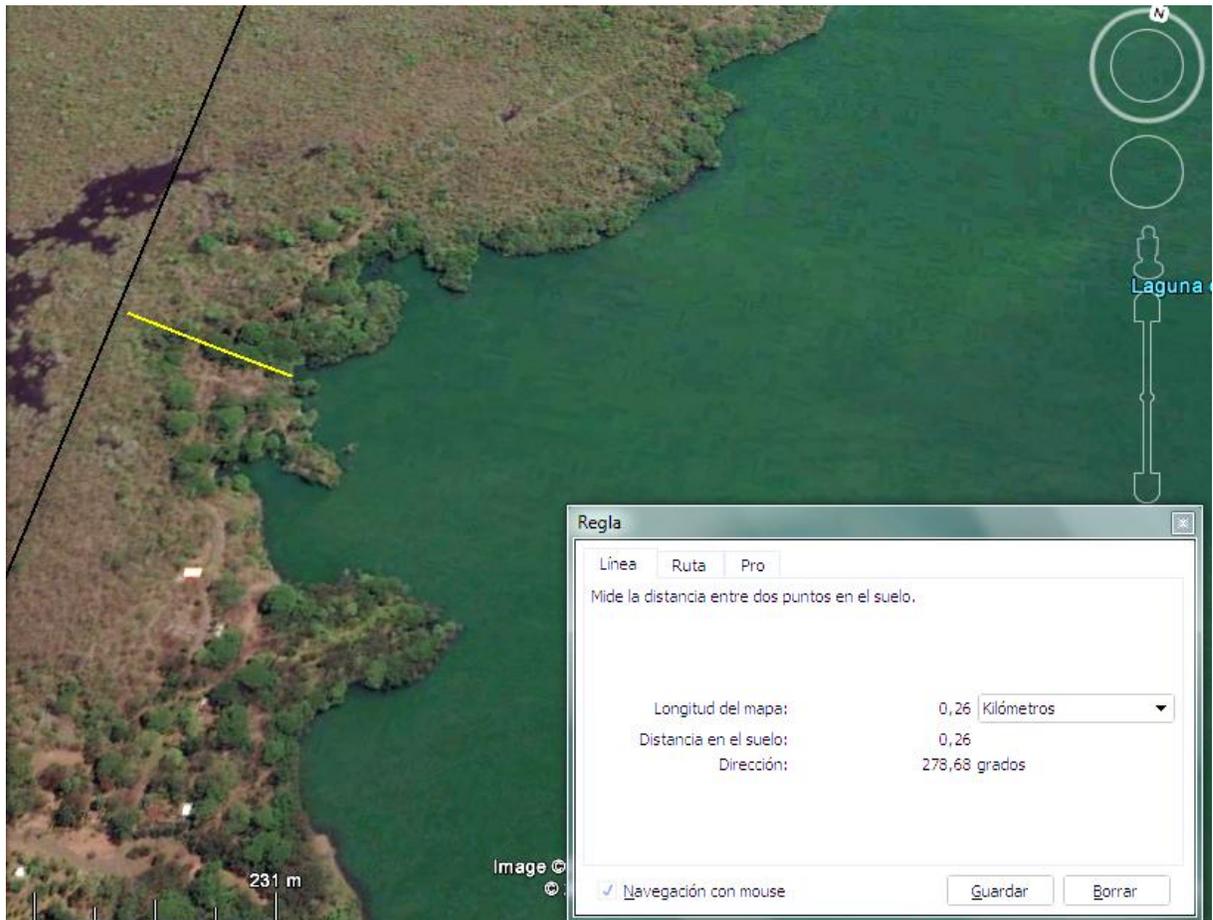
Reflective plane defined between 0.95 and 4.25 km (least squares fit)

Nindirí		IHWN
Latitude	12 00 26.60 N	11 55 04.71 N
Longitude	086 08 22.40 W	086 07 29.51 W
True azimuth (°)	170.81	350.81
Path length (km)	10.02	
Easting (m)	593667.9	595298.6
Northing (m)	1327517.0	1317633.8
UTM zone	16N	16N
Elevation (m)	313.15	451.29
Antenna height (m)	21.00	32.00
Antenna 3 dB beamwidth (°)	3.00	3.00
Vertical angle	0.82	-0.89
Antenna downtilt (±°)		
Orientation loss (dB)	-0.00	-0.00
Discrimination angle (°)	4.75	0.88
Discrimination (dB)	13.02	0.95
Earth radius factor K	1.33	
Frequency (MHz)	5800.00	
Polarization	Horizontal	
Terrain roughness (m)		
Ground cover / clearance loss (dB)		
Use divergence	No	
Reflection point location (km)	1.56	
Reflection loss (dB)	14.20	
Reflection delay (ns)	21.35	

Se cambió el radio por uno compatible, que también reúne los requisitos del RADWIN2000C por el AURORA5800.



Imagen generada por Google Earth, muestra ubicación de antena y torre Claro,

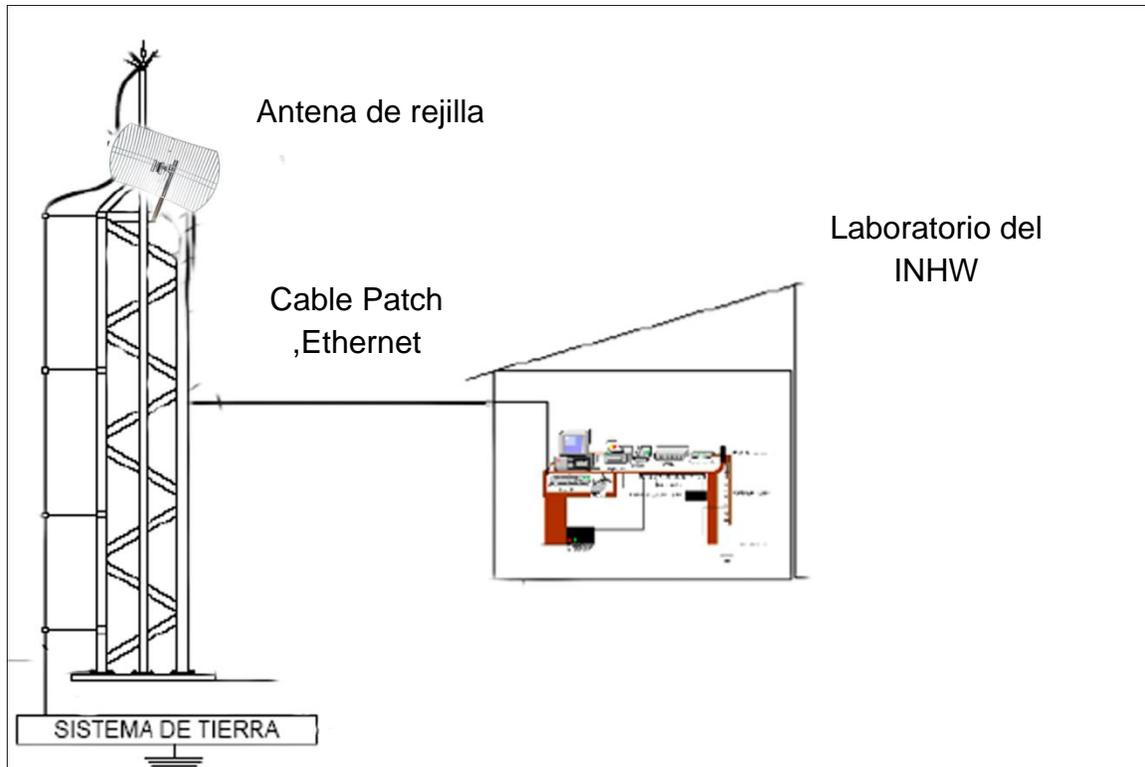


ubicada en Nindirí Masaya, dentro del Parque Volcán Masaya.

distancia generada por Google Earth de la Laguna de Masaya a la línea de LOS, 0.26 Km.

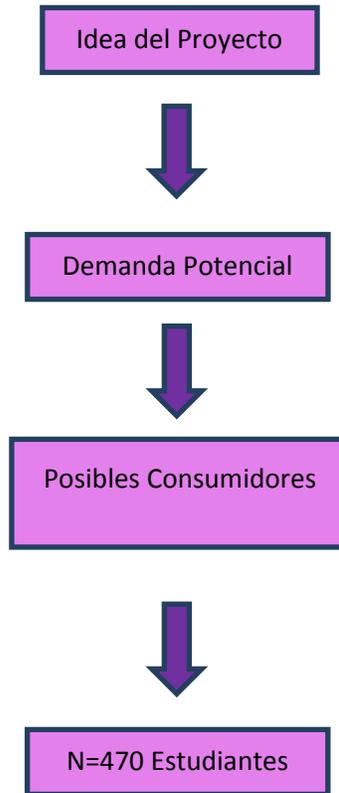


Equipos actuales del INHW: PC, Swich , Unidad VSAT, Router y transformador de RF



MUESTREO

El tipo de muestra utilizada para la realización de estas encuestas corresponde a una distribución normal.



Fórmula

$$n = \frac{Z^2 P q N}{e^2 (N-1) + Z^2 P q}$$

Encuesta

Soy estudiante de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; UNAN-Managua. Estoy realizando una encuesta con el propósito de analizar y diseñar un Radio Enlace para Internet en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo.

I-Complete y marque con una x la opción más conveniente

Año: _____ Sección: _____

Edad:

14-18: _____ 19-23: _____ 23 ó más: _____

Sexo

M: _____ F: _____

I-Marque con una x la opción que más le convenga.

1.- ¿Sabe manejar una computadora y todos sus dispositivos?

Sí: _____ No: _____

2.- ¿Cree usted que el servicio de Internet es necesario en su Instituto?

Sí: _____ No: _____

3.- ¿Con qué frecuencia utiliza el servicio de Internet en su Instituto?

- a) 3 días por semana _____
- b) 2 días por semana _____
- c) 1 día por semana _____
- d) Ninguna de las anteriores _____

4.- ¿Cómo valora la velocidad de la Internet?

- a) Excelente _____

- b) Muy bueno ____
- c) Bueno ____
- d) Mala ____

5.- ¿Le gustaría tener Internet fuera de su horario de clase?

Sí ____ No ____

6.- ¿Qué servicios utiliza más en la Internet?

- a) Redes Sociales ____
- b) Acceso a la Información ____
- c) Juegos en línea ____
- d) Correos Electrónicos ____

7.- ¿Cree usted que el buen servicio de la Internet ayuda a los docentes a desarrollar mejor las clases?

- a) Sí ayuda ____
- b) Probablemente ayuda ____
- c) Ayuda Poco ____
- d) No ayuda ____

Si el centro tuviera su página Web.

8.- ¿Le gustaría que se le brindará el servicio de educación a Distancia, teniendo una buena velocidad?

Sí ____ No ____

9.- ¿Qué tipo de información le gustaría tener en la página Web del Instituto?

- a) Registro Académicos ____
- b) Actividades del Centro ____
- c) Planes de Estudios ____
- d) Historia del Instituto ____

10.- ¿Qué tan importante es el servicio de Internet en sus horas de clase?

- a) Mejora el rendimiento Académico _____
- b) Actualización de conocimientos con el mundo global _____
- c) Intercambio de experiencias entre compañeros _____
- d) Todas las anteriores _____

11.- ¿Le gustaría que impartieran cursos para tecnificarse como operador en computación y a utilizar el Internet como herramienta?

Sí_____ No_____

12.- ¿Cuánto estaría dispuesto a pagar por un curso Técnico de computación en el Instituto?

- a) C\$ 250 _____
- b) C\$ 150_____
- c) C\$ 100_____
- d) C\$ 50_____

Muchas gracias

ENTREVISTA

Temática: Análisis de factibilidad y diseño de un radio enlace entre el municipio de Nindirí y el Instituto Nacional Hermandad de Willebroeck, en el municipio de Nandasmo, departamento de Masaya.

Objetivo: Obtener información que permita desarrollar el tema del proyecto

Finalidad: Elaborar una buena investigación.

Aspecto dirigido: Involucrados en la temática.

Entrevistado: Licda. Norma Galán, Delegada Municipal de Nandasmo.

Ing. Nilson Arias

Soy estudiante de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; UNAN-Managua. Estoy realizando la siguiente entrevista con el propósito de analizar y diseñar un Radio Enlace para Internet en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo.

Nombre de la persona entrevistada: **Lic. Norma Galán**

Cargo: **Delegada Municipal**

1.- ¿Cómo delegada del municipio de Nandasmo qué proyectos tienen para la TIC´s existente en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo?

2.- ¿Qué servicios agregados brindarían a los alumnos con la implementación de una mejor velocidad a Internet?

3.- Cómo delegada y docente de este Centro ¿Ha probado el servicio de Internet que el centro tiene y comparado la velocidad con algún Cyber de la comunidad?

4.- ¿Le gustaría realizar gestiones para actualizar el laboratorio de computación del Instituto? De hecho, en coordinación con el gobierno municipal y el mismo MINED se quiere:

5.- Cómo Institución ¿Tienen página Web?

6.- Cómo parte de este centro ¿Le gustaría tener su página Web?

Soy estudiante de la Facultad de Ciencias e Ingenierías de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua; UNAN-Managua. Estoy realizando la siguiente entrevista con el propósito de analizar y diseñar un Radio Enlace para Internet en el Instituto Nacional Hermandad Willebroeck de Nandasmo.

Nombre de la persona entrevistada: Ing. Nilson Arias

Cargo: Responsable de Laboratorio, TIC's, Instituto Nacional Hermandad Willebroeck, Nandasmo.

- 1.- ¿Cuántas computadoras están disponibles en el laboratorio?
- 2.- ¿Qué servicios agregados brindarían a los alumnos con la implementación de una mejor velocidad a Internet?
- 3.- Cómo delegada y docente de este Centro ¿Ha probado el servicio de Internet que el centro tiene y comparado la velocidad con algún Cyber de la comunidad?
- 4.- ¿Le gustaría realizar gestiones para actualizar el laboratorio de computación del Instituto? De hecho, en coordinación con el gobierno municipal y el mismo MINED se quiere:
- 5.- Cómo Institución ¿Tienen página Web?
- 6.- Cómo parte de este centro ¿Le gustaría tener su página Web?

La ITU y su coordinación con el MINED.

Como hemos venido enmarcando, los radio enlaces por micro ondas, son de gran beneficios sobre todo en lugares de difícil acceso o por falta de demanda a otros tipos de tecnología. Dado estas condiciones, el gobierno municipal en conjunto con el MINED está proyectando además de las mejoras de infraestructura, la ampliación del servicio a Internet por otro medio, la adquisición de nuevas computadoras y la tecnificación de dichos centros educativos, según entrevistas realizadas al encargado del laboratorio de computación, a la delegada municipal y al director del centro de estudios.

A través de su iniciativa “Conectar una escuela, Conectar una comunidad”, la ITU busca asegurar el acceso de todos a las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y a las aplicaciones que éstas ofrecen. El logro de este noble objetivo abarca asegurarse de que los habitantes de zonas urbanas, rurales y aisladas pueden utilizar las TIC. Esto implica hacer todo lo posible para ofrecer acceso a las TIC a los grupos de personas desfavorecidos y vulnerables, tales como las mujeres, las personas con discapacidades, los niños, los jóvenes y las poblaciones indígenas.

En Nicaragua, la UIT ayudó a conectar cinco escuelas modelo en distintas zonas, incluida una zona tan remota que los ordenadores tuvieron que ser transportados en carretas tiradas por bueyes por caminos polvorientos. Los niños de este lejano lugar están encantados de utilizar ordenadores y acceder a Internet por primera vez.

Todo comenzó con un acuerdo de cooperación entre la UIT y el organismo de reglamentación de Nicaragua, el Instituto Nicaragüense de Telecomunicaciones y Correos (TELCOR). La UIT se comprometió a colaborar en la elaboración de un proyecto de plan nacional de conectividad para las escuelas en Nicaragua y a realizar un proyecto piloto para conectar escuelas públicas para que puedan también funcionar como centros comunitarios mediante la utilización de diferentes tecnologías de red.

Preparación del plan para Nicaragua

El sistema educativo público nicaragüense comprende 8.154 escuelas primarias y secundarias, y en un plan nacional de conectividad para las escuelas se debe tener en cuenta el número de niños que acude a los centros, la ubicación de las escuelas y la disponibilidad de acceso a Internet para las mismas.

En primer lugar, se llevó a cabo un estudio de las políticas y reglamentaciones vigentes en el sector de las telecomunicaciones en relación con su efecto para facilitar el acceso a Internet. Luego, se realizó un análisis de los aspectos de política y reglamentación disponibles que harían posible el mejoramiento de la conectividad de las escuelas antes del lanzamiento del proyecto.

Con base en este análisis y teniendo en cuenta la situación del sector de las telecomunicaciones en Nicaragua, se recomendó que el plan nacional de conectividad para las escuelas se ejecutara por etapas. Los posibles enfoques de política que pueden adoptarse en los más importantes niveles del gobierno incluirían medidas para:

- Eliminar el IVA a los servicios de Internet en las escuelas;
- Establecer tarifas preferenciales para el sector educativo;
- Imponer condiciones a las empresas antes de otorgar o renovar concesiones para la utilización de frecuencias, exigir a las empresas que presten servicios de Internet a las escuelas de manera gratuita o con tarifas preferenciales;
- Promover la reducción de los precios de conectividad internacional para los operadores nicaragüenses, lo que repercutirá en precios más bajos para los clientes.
- Subastar el espectro que no se utilice, a condición de que los concesionarios ofrezcan conectividad a las escuelas durante el periodo de duración de la licencia

;• Acudir al Fondo de Inversión de las Telecomunicaciones (FITEL) para proporcionar servicios de Internet a las escuelas y financiar la compra de los equipos necesarios para lograr este propósito.

El proyecto piloto conecta a escuelas que a su vez hacen las veces de centros comunitarios.

Brahima Sanou, Director de la Oficina de Desarrollo de las Telecomunicaciones de la UIT, dijo a propósito de este logro: “Me complace mucho el éxito de este proyecto en Nicaragua, pues es muestra de lo que se puede lograr cuando la UIT y los Estados Miembros trabajan en conjunto para conectar las escuelas. Estamos apoyando a los Estados Miembros de la UIT en distintos países para elaborar Planes Nacionales de Conectividad para las Escuelas, escuelas modelo y centros comunitarios de TIC en escuelas. Exhorto a todas las Administraciones de la UIT a tomar las medidas necesarias para que conecten sus escuelas para 2015, en línea con los objetivos fijados por los líderes mundiales durante la Cumbre Mundial sobre la Sociedad de la Información”.

A mayor escala, el Plan Nacional de Conectividad para las Escuelas desarrollado durante el proyecto fue bien recibido por TELCOR, que declaró que utilizará el plan como base para proporcionar conexión a Internet a la mayoría de las escuelas públicas en Nicaragua. Como dijo José Pablo de la Roca, “el proyecto nos ha enseñado valiosas lecciones tales como la posibilidad de utilizar diferentes tecnologías para las zonas urbanas y rurales en proyectos futuros; la necesidad de descentralizar la asistencia técnica y pedagógica hacia el ámbito local, pues la asistencia centralizada impide asegurar el éxito de un proyecto como este; y la obligación de que las instituciones del sector público trabajen conjuntamente con base en objetivos comunes, en cuyo caso, podemos contar con un Ministerio de Educación que aprovechará las TIC para mejorar la educación y con un regulador dedicado que se asegurará de que todos tengan acceso a las TIC”.

Además de una capacitación formal, los centros comunitarios en las escuelas dotados de TIC están empezando a abrir la puerta hacia un mundo nuevo. Las actividades en la Red pueden realizarse entre grupos.

15. Índice de tablas

Contenido	Página
Tabla 1: Ejemplos de Antenas y las características de los fabricantes	13
Tabla 2: Frecuencias asignadas por la CCIR	15
Tabla 3: Radio frecuencia según la UIT-R	40
Tabla 4: Ventana de Pathloss, características de las antenas	41
Tabla 5: Zonas asignadas según la UIT en América	42
Tabla 6: Características del LOSS	42
Tabla 7: Elección de los radios, Tomado del software de Pathloss	45
Tabla 8: Características de la Flex Twist	51
Tabla 9: Características de la antena	53

16. Índice de Figuras

Contenido	Página
Fig. 1: Disposición de las Frecuencias	9
Fig. 2: Índice de refracción	9
Fig. 3: Propagación de Ondas	10
Fig. 4: Componentes de Radio frecuencia de Micro ondas	11
Fig. 5: Representación Simplificada de un medio De Comunicación	11
Fig. 6: Variación de las zonas de Fresnel	14
Fig. 7: Multiplexación	17

Fig. 8: Multiplexación por división de tiempo	18
Fig. 9: Perfil de Radio Trayecto que genera el software de Pathloss	26
Fig. 10: Imagen generada por Google Earth	38
Fig. 11: Perfil del Terreno	39
Fig. 12: Modelo de la Flex Twist	51
Fig. 13: Antena seleccionada	53

17. Bibliografía

1. Física moderna, HE. White, UTEHA, 1985.
2. Sistemas de Comunicación, B. P. Lathi, Interamericana, 1990.
3. Dispositivos Electrónicos y Amplificación de Señales, A. Sedra, K.C.
4. Física General, Carel W. Van Der Merwe, Mc Granw Hill, Mayo de 1995, Traducción: Luis Gutiérrez Díez y Ángel Gutiérrez Vázquez.F
5. undamentos de Física, Frank J. Blatt, Prentice Hall, 1991, Traducción: Ing. Virgilio González Pozo.
6. Fundamentos Básicos de Telecomunicaciones, Elaborado por Servicios .De Formación Telefónica de España, Enero 2000.
7. Sistemas de Comunicaciones Electrónicas, Wayne Tomasi, Prentice Hall, 2003.
8. Electrónica Básica para Ingenieros, Gustavo A. Ruiz Robredo.
9. Introducción a las Telecomunicaciones Modernas, Enrique Herrera Pérez, Limusa, Primera Edición, 1999.
10. Introducción a las comunicaciones Electrónicas, IV Edición, Tomasi, 2003.
11. Modelo de atenuación específica debido a la lluvia por los métodos de predicción, recomendaciones de la UIT-Pág 838-3, Ginebra 2005.

Web grafía

www.slideshare.net/6IM8/radio-enlace-de-microondas

<http://www.buenastareas.com/ensayos/Radio-Enlace-Microondas/1195519.html>

<http://www.ie.itcr.ac.cr/marin/telematica/tcd/EIS/1.SistemasySeales.pdf>

http://www.it46.se/courses/wireless/materials/es/06_Calculo-Radioenlace/06_es_calculo-de-radioenlace_guia_v01.pdf

<https://itunews.itu.int/es/1866-Conectar-una-escuela-Conectar-una-comunidad.note.aspx>

<http://html.rincondelvago.com/tipos-de-multiplexacion.html>

www.slideshare.net/edisoncoimbra/44-multiplexacion-tdm-7031366

<http://www.areatecnologia.com/ondas-electromagneticas.htm>

<http://www.radiocomunicaciones.net/radio-enlaces.html>

http://es.wikipedia.org/wiki/Radiocomunicaci%C3%B3n_por_microondas

<http://aniak.uni.edu.pe/CH%2010%20MW%20Antenas%202010-2.pdf>

<http://spanish.alibaba.com/product-gs/34dbi-vhf-dual-polarization-wifi-dish-5-8-ghz-directional-antenna-1208552131.html>

http://articulo.mercadolibre.com.pe/MPE-406484946-tl-ant5830b-antena-externa-direccional-50ghz-30dbi-parrilla-_JM

<http://spanish.alibaba.com/products/5.8-ghz-directional-antenna.html>

<http://rf-links.com/newsite/pdf/pr-58.pdf>

<http://rf-links.com/newsite/secureorder.php>