

## Estudio de las tecnologías inalámbricas Metro Mesh, Wi-max y Wi-fi para implementar un ISP para el sector el Retorno de la ciudad de Ibarra

Nubia MORÁN<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidad Técnica del Norte, Av 17 de Julio 5-21 Sector el Olivo, Ibarra, Imbabura  
nubys83@hotmail.com

**Resumen.** *El presente proyecto trata sobre el diseño y la implementación de una red ISP en el sector de El Retorno de la Ciudad de Ibarra, previa al estudio de las tecnologías inalámbricas WiFi, WiMAX y MESH.*

*En el primer Capítulo se realiza la definición, la prognosis y la evaluación de la situación actual del problema, la delimitación, la justificación y el alcance que tendrá el proyecto, se plantean los objetivos generales y específicos. El segundo capítulo abarca un estudio básico de los conceptos generales de la introducción a redes inalámbricas. En el Capítulo tercero se trata sobre el análisis de las tecnologías estudiadas aplicadas al proyecto que se va a desarrollar. En el análisis de costos se citan las especificaciones técnicas de los equipos que se podrían utilizar en la implementación de este proyecto, y luego se contabiliza los costos totales del proyecto tomando en cuenta Costos de Equipos, Costos de Infraestructura y Costos de Implementación y mantenimiento. En el capítulo cuatro se detalla la propuesta para el diseño del ISP inalámbrico, la estructura de la red implementada y las actividades realizadas para culminar el proyecto.*

*El quinto capítulo muestra las conclusiones y recomendaciones acerca de los resultados obtenidos en el desarrollo de este proyecto.*

### Palabras Claves

Inalámbrica, implementación, ISP, Wifi, Wimax, Mesh

**Abstract.** *This project is about the design and implementation of an ISP network in the field of Return of the City of Ibarra, prior to the study of WiFi, WiMax and MESH wireless technologies.*

*In the first chapter the definition, prognosis and assessment of the current situation of the problem, the definition, justification and scope that the project will be carried out, the general and specific objectives arise. The second chapter includes a basic study of the general concepts of the introduction to wireless networks. In the third chapter deals with the analysis of the studied technologies for the project to be developed. In the cost analysis the technical*

*specifications of the equipment that could be used in the implementation of this project are cited, then the total project costs are computed taking into account equipment costs, infrastructure costs and costs of implementation and maintenance. In chapter four the proposal for the design of wireless ISP, the structure of the network and implemented activities to complete the project is detailed.*

*The fifth chapter shows the conclusions and recommendations on the results obtained in developing this project..*

### Keywords

Wireless, implementation,ISP, Wifi, Wimax, Mesh .

### 1. Introducción

El presente proyecto trata sobre el diseño y la implementación de una red ISP en el sector de El Retorno de la Ciudad de Ibarra, previo el estudio de las tecnologías inalámbricas WiFi, WiMAX y MESH.

En el primer Capítulo se realiza la definición, la prognosis y la evaluación de la situación actual del problema, la delimitación, la justificación y el alcance que tendrá el proyecto, también se plantean los objetivos generales y específicos que se propone para este trabajo de grado.

El segundo capítulo abarca un estudio básico de los conceptos generales de la introducción a redes inalámbricas. Finalmente revisaremos conceptos de lo que es un Proveedor de Servicios de Internet, su infraestructura básica y los Servicios de Valor Agregado en Ecuador, la normativa que los rige y sus requerimientos para operar.

En el Capítulo tercero se trata sobre el análisis de las tecnologías estudiadas aplicadas al proyecto que se va a desarrollar, luego se analizan los requerimientos específicos para luego pasar a comparar las características técnicas. En el análisis de costos se citan las especificaciones técnicas de los equipos que se podrían utilizar en la implementación de este proyecto, y luego se contabiliza los costos totales del proyecto. Además se

realiza un análisis de la demanda de los servicios de Internet en el sector y la selección de la tecnología.

En el capítulo cuatro se detalla la propuesta para el diseño del ISP inalámbrico, la estructura de la red implementada y las actividades realizadas para culminar el proyecto.

El quinto capítulo muestra las conclusiones y recomendaciones acerca de los resultados obtenidos en el desarrollo de este proyecto.

## 2. Materiales y Métodos

Este proyecto está orientado a cubrir una zona urbana y residencial de la ciudad de Ibarra cuyo perímetro estará limitado por las calles:

- Nazacota Puento
- Av. Atahualpa
- Rio Aguatico
- Rio Lita

Se realizará un levantamiento de información de la situación actual de la ciudad en nuestra zona de cobertura, para determinar obstáculos físicos que puedan causar interferencia a la red, además de información correspondiente a los usuarios que van a tener acceso a esta red mediante observación de campo se calculará el número de usuarios promedio que se tendrá en nuestra zona de cobertura.

Se determinarán los equipos necesarios para la implementación del Nodo principal que alcance a cubrir nuestra zona de cobertura, se realizará la contratación del servicio de Internet para nuestra red por medio de Fibra Óptica a una Empresa Portadora Autorizada.

Con la información anterior se procederá al diseño e implementación de la red que cumpla con los requerimientos de cobertura y acceso a los usuarios en el área especificada sin problemas de corte o desconexión, se realizará un análisis técnico de los equipos y un análisis de costos para determinar la mejor tecnología en cuanto a características y costos.

También se va analizar los servicios y proponer políticas de acceso adecuadas para los usuarios que utilicen la red, Es necesario también realizar restricciones para el acceso al Internet esto se lo hará con la utilización de un Firewall Proxy.

Se realizara un estudio de la demanda del servicio de internet, tomando datos oficiales y actualizados desde la página web de la ARCOTEL, para conocer la posibilidad de penetración que tendrá el Proveedor de Servicios de Internet y características de los equipos que están disponibles en el mercado para así poder realizar una lista detallada de los equipos más idóneos.

Con el desarrollo de nuestro diseño iremos probando las políticas de acceso en un servidor de prueba.

Se realizarán las conclusiones y recomendaciones necesarias y un análisis de las lecciones aprendidas en el transcurso de proyecto.

### 2.1 Antecedentes

A continuación presentamos datos importantes sobre la ciudad para poder iniciar el diseño del Proveedor de Servicio de Internet Inalámbrico.

Ubicación: 15 Km. al Noreste de Quito, 125 Km. al Sur de Tulcán.

Altura: 2225 metros sobre el nivel del mar.

Clima: Templado Seco.

Temperatura promedio: 18° Celsius

Región: Sierra.

Población: 131.856 (2010) habitantes

Coordenadas Geográficas:

Latitud: N 0° 20' / N 0° 30' y Longitud: W 78° 15' / W 78° 0'

El sector El Retorno en un barrio residencial ubicado al sur de la ciudad de Ibarra, actualmente tiene una población aproximada de 1500 familias que habitan en este barrio, dando un total aproximado de 4500 usuarios tomando como base un promedio de 3 personas por familia, también se encuentran ubicadas pequeñas empresas e instituciones educativas.

## 3. Resultados

### 3.1 Análisis características técnicas

A continuación un resumen de principales características de las tecnologías que serán objeto de esta comparativa. Para realizar la medición con la escala de Likert se realiza una valoración numérica de 1 a 5 de las diferentes características técnicas tenemos en cuenta en la siguiente tabla:

Valoración Escala de Likert

CARACTERÍSTICAS	WI – FI	WIMAX	MESH
	802.11	802.16d	802.11 s
Velocidad de Transmisión	3	5	3
Banda de Frecuencia	5	3	5
Radio de enlace	5	5	1
Ancho de banda canal	5	5	5
Rendimiento	3	5	3
Encriptación	5	5	5

Modulación	5	4	4
Protocolo de acceso	5	4	4
QoS	3	5	5
<b>TOTAL</b>	<b>39</b>	<b>41</b>	<b>34</b>

### 3.2 Análisis de costos

Para que una red sea eficiente se debe proporcionar la mayor cantidad de servicios de buena calidad al costo más bajo, es por eso que en el diseño de la red se deberá considerar el costo más económico en cuanto a los equipos tanto del lado del usuario como del proveedor del servicio, de igual forma se deberá considerar el costo de la instalación y despliegue de la red.

A continuación podemos ver los costos de los equipos con la tecnología Wifi:

Costos de equipos. Tecnología WIFI

EQUIPO	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
Equipo Servidor	1	1000,00	1000,00
Equipo Monitoreo	1	800,00	800,00
Switch CRS125-24G-1S-RM	1	306,00	306,00
Access Point QRT 5	1	166,00	166,00
Antena OmniTIK UPA-5HnD	1	99,00	99,00
Antena SXT Lite5	30	59,00	1770,00
<b>TOTAL</b>			<b>4141,00</b>

En la siguiente tabla vamos a ver los costos de los equipos con la tecnología Wimax:

Costos de equipos. Tecnología WIMAX

EQUIPO	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
Servidor de Gestión NETSPAN	1	6200,00	6200,00
Equipo Monitoreo	1	800,00	800,00
Estación de radio Base (BSR)	1	3100,00	3100,00
Antena Omnidireccional	1	117,00	117,00
Equipo Local Cliente (CPE)	30	110,00	3300,00
<b>TOTAL</b>			<b>13517,00</b>

A continuación tenemos los costos de los equipos que se podrían utilizar en la implementación al realizarse con la tecnología Mesh, estos son valores tomados desde la página web de los fabricantes para Ecuador, para acercarnos lo más posible a los precios, hay que tomar en cuenta que estos valores están sujetos a cambios constantes:

Costos de equipos. Tecnología MESH

EQUIPO	CANTIDAD	P. UNITARIO	SUBTOTAL
Equipo Servidor	1	1000,00	1000,00
Equipo Monitoreo	1	800,00	800,00
Enrutador Linksys WRT54GL	1	150,70	150,70
Antena Omnidireccional 15 dBi HG2415U-PRO	1	99,00	99,00
Equipo Cliente Nano Station locoM5	30	97,50	2925,00
<b>TOTAL</b>			<b>4974,70</b>

### 3.3 Análisis de la demanda

El crecimiento de una empresa está dado por su posicionamiento dentro del mercado, para lo cual el número de clientes y su fidelidad para con esta empresa se vuelve un factor muy importante dentro del análisis económico. Para determinar la demanda que se espera satisfacer con el presente proyecto se tomó en cuenta las Estadísticas del Sector de telecomunicaciones publicadas trimestralmente en la página web de la ARCOTEL, y los resultados del Censo de Población 2010 emitidos por el INEC.

Según el VII censo nacional de población realizado en el año 2010, de los 1'483 499 habitantes que tiene el Ecuador, la población total del cantón Ibarra alcanza a 181.175 habitantes de los cuales 93.389 corresponden a mujeres y 87.786 a hombres. Tiene una superficie de 1.162,22 km<sup>2</sup>, con una densidad de 131,87 hab/km<sup>2</sup> en el cantón, 2.604 hab/km<sup>2</sup> en el área urbana y 39,91 hab/km<sup>2</sup> en el área rural.

El número de usuarios que acceden a los servicios de Internet en la Provincia de Imbabura son los siguientes:

Usuarios con acceso a Internet en Imbabura

PERÍODO	SEP-2012	DIC-2013	DIC-2014
USUARIOS	106491	149840	189258
% POBLACIÓN	25,85	34,64	43,12

La tabla anterior nos muestra que en promedio existe un crecimiento aproximado del 9% anual de la población

que accede a los servicios de Internet en la Provincia de Imbabura. Ahora vamos a realizar un análisis del crecimiento de la población estimada según el INEC en el lugar que se propone la implementación de la Red. La siguiente tabla muestra el tamaño de la población en la provincia de Imbabura y la ciudad de Ibarra en el año 2010.

Tamaño de la población Ibarra e Imbabura

	HABITANTES	PORCENTAJE
IMBABURA	398244	100%
IBARRA	181175	45,5%

De esta información concluir que como objetivo de posicionamiento de mercado se plantea como punto inicial alcanzar el 5 % del número de usuarios nuevos que accedió a Internet en el tercer trimestre del 2014 (887 usuarios) en la ciudad de Ibarra.

En la práctica no necesariamente los 887 usuarios se suscribirán al servicio, ya que según las estadísticas existen aproximadamente 2600 habitantes por en el área que deseamos cubrir de los cuales el 70% está en edad de uso de internet, lo que equivale a 1820 posibles usuarios, hay que tomar en cuenta los usuarios que ya cuentan con un servicio de internet contratado.

Para garantizar el posicionamiento y permanencia de una empresa en el mercado un factor importante a tomar en cuenta es el Análisis de la demanda, es por esto que vamos revisar datos estadísticos respecto a la penetración del Internet en Ecuador según la Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones antes SENATEL.

### 3.4 Selección de la tecnología

Después de haber analizado cada una de las tecnologías y los costos del equipamiento necesario se tiene un resumen consolidado de este análisis. Hemos agregado una columna más para asignar un valor de la escala de Likert donde 5 será el costo más bajo y 1 el costo más alto, para tener una visualización de los costos de cada una de las tecnologías y su equipamiento.

Costos de equipos consolidados

EQUIPO	WIFI	LIKERT	WIMAX	LIKERT	MESH	LIKERT
Equipo Servidor	1000,00	5	6200,00	2	1000,00	5
Equipo Monitoreo	800,00	3	800,00	3	800,00	3
Switch	306,00	4	3100,00	1	150,00	5
Access Point	166,00	4	-	5	250,00	3
Antena	99,00	5	117,00	3	99,00	5
Equipo Cliente	59,00	5	110,00	3	97,50	4
TOTAL	2430,00	25	10327,00	17	2396,50	20

Después de haber revisado las características técnicas, costos y el análisis de la demanda se tienen las siguientes conclusiones:

- Según las características técnicas comparadas en la tabla 10 y analizando los requerimientos de la red ISP, podemos concluir que las tecnologías que mejor se adapta a las necesidades del proyecto es WIFI y MESH, ya que tiene características similares pero por el área que se desea cubrir podemos implementar un solo nodo que puede cubrir en su totalidad el polígono, utilizando equipos WIFI de largo alcance, también podemos utilizar las bandas de frecuencia no licenciadas 2.4 GHz y 5.8 GHz para lo que necesitamos un permiso de la ARCOTEL.

- De acuerdo al análisis de costos de los equipos realizado podemos seleccionar dos posibles tecnologías que tiene los costos de equipos más bajos WIFI y MESH.

- Las tecnologías que mejor cumplen los requerimientos planteados son WIMAX y MESH, esto no quiere decir que la tecnología WIFI no sea eficiente en proyectos de este tipo, ya que nos resulta eficiente en relación costo rendimiento.

- De acuerdo a la escala de Likert podemos escoger la tecnología WIFI ya que es la que mejor puntaje nos da en la comparación de costos.

- La selección final será por la tecnología WIFI, ya que para que la red tenga las características de MESH deberá tener más de un nodo, por el concepto de malla de las redes MESH, y en este caso por el área que deseamos cubrir podemos hacerlo desde un solo nodo con la tecnología WIFI de largo alcance.

### 3.5 Estructura de red de acceso del WISP

El sistema de acceso tendrá una estructura constituida por una base central, desde la cual se establecen enlaces punto-multipunto hacia los equipos cliente.

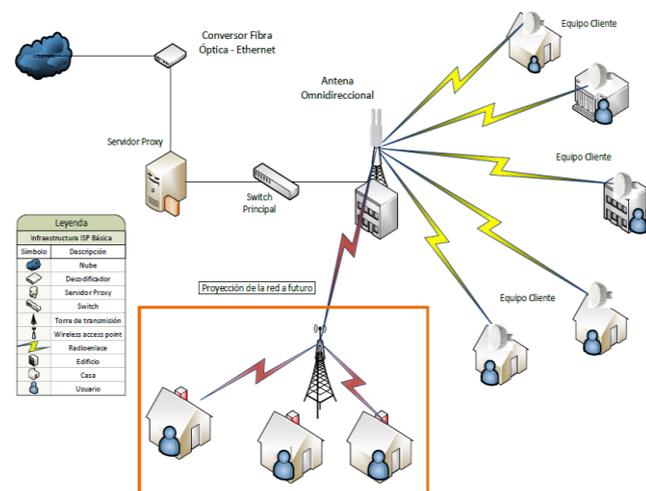
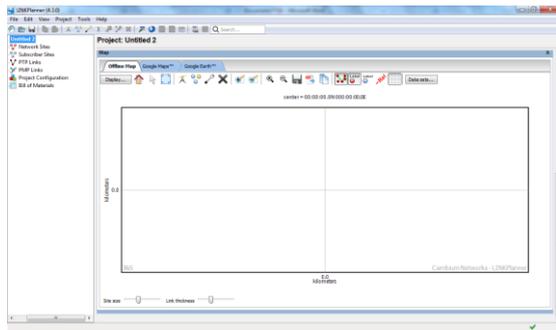


Diagrama de la estructura general de la red ISP

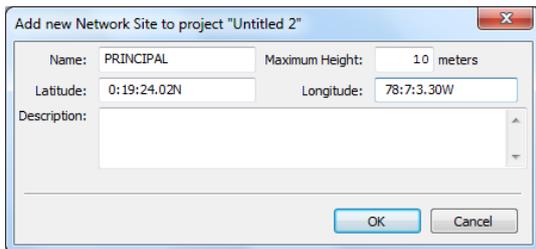
### 3.6 Simulación de los enlaces

Para la simulación de los enlaces de la red inalámbrica se utilizará el software LINKPLANNER, ya que garantiza un cálculo correcto de los factores de interés en los enlaces que se va a implementar.



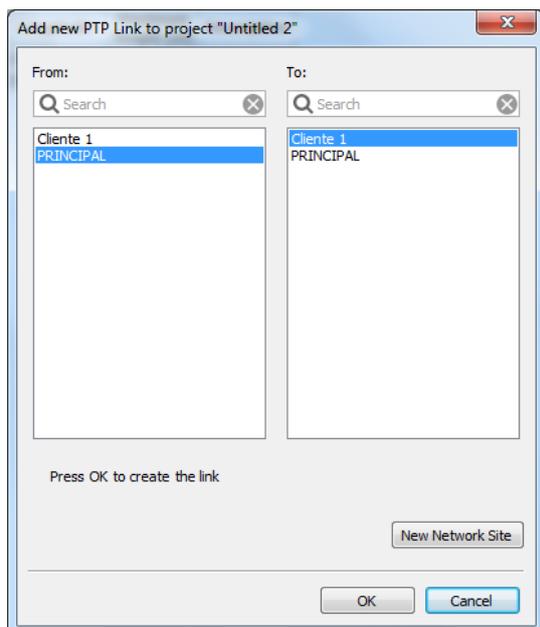
Interface de LinkPlanner

Procedemos a ingresar las coordenadas y la altura de los puntos de deseamos enlazar.



Ingreso de coordenadas Nodo principal

Luego creamos un nuevo enlace.



Nuevo Enlace

En la imagen que nos presenta podemos ver si el enlace tendrá interferencias, la distancia del enlace, también se puede la topografía del suelo, la zona de Fresnel.



Reporte de enlace Nodo principal – Cliente

El software LinkPlanner nos da la posibilidad de revisar los detalles del enlace, para esto nos genera un reporte en formato PDF, que podemos ver el anexo de este documento.

## 4. Conclusiones

En base al estudio, diseño y datos obtenidos en el desarrollo de los diferentes capítulos del presente proyecto se puede concluir lo siguiente:

- WiMAX es una tecnología diseñada para entornos exteriores con áreas de cobertura de varios km<sup>2</sup>, con lo que existe una zona relativamente grande que está potencialmente expuesta a un acceso no autorizado.

- WiMAX no se diseñó como tecnología de redes local (LAN) sino que se orientó más hacia las redes MAN/WAN. Es una tecnología de operador pensada en dar servicio a múltiples usuarios simultáneamente, y tiene por tanto que garantizar que unos usuarios no sean capaces de acceder a la información destinada a otros.

- La tecnología de comunicación inalámbrica de banda ancha WiMAX permite el despliegue de enlaces de acceso de largo alcance por lo que sería ideal para ampliar la cobertura de la red en el futuro.

- La implementación de un Proveedor de Servicio de Internet cableado tardan más tiempo en promedio para el despliegue de sus diferentes servicios, principalmente por el tiempo de instalación de la infraestructura física. Este repercute directamente en los tiempos de recuperación de la inversión inicial. Por otro lado mayoría de sistemas de comunicación inalámbricos pueden ser instalados y puestos en marcha en tiempos considerablemente menores.

- La tecnología MESH presenta buenas ventajas respecto a WIFI y WIMAX, pero en este caso el costo de

implementar más de un nodo para el área deseado implicaría un costo muy alto.

- El sector que se desea cubrir es un área urbana esto favorece que los enlaces no tengan interferencia natural ya sea árboles o montañas, pero hay interferencia de otros equipos que utilizan el espectro radioeléctrico en la misma frecuencia.

- Con miras hacia una futura expansión de la Red ISP; el diseño que se ha propuesto en esta implementación ha sido estructurado para que sea de fácil entendimiento. Logrando así la posibilidad de una futura expansión mediante la adición de nueva nodos repetidores en lugares estratégicos de la ciudad ampliando de esta manera el área de cobertura.

- Para empezar a operar como proveedor de servicios de Internet se requiere la aprobación de la Agencia de Regulación y Control de la Telecomunicaciones, ya que se debe cumplir con todos los requisitos y normas para el uso de frecuencias.

## Agradecimientos

A la Universidad Técnica del Norte por haberme brindado una oportunidad de prepararme y superarme en el ámbito profesional.

Un agradecimiento muy especial Ing. Jorge Vásquez, Director de Tesis por su guía profesional insuperable, su apoyo, tolerancia y orientación en la realización y culminación del presente trabajo.

A mis padres quienes me enseñaron a superarme y esforzarme por conseguir mis objetivos personales y profesionales.

A mi familia Jorge y Amelia quienes han sido un pilar fundamental de apoyo incondicional en la realización de este proyecto.

## Referencias Bibliográficas

- [1] AGREDO MÉNDEZ, G. L., SOLARTE MUÑOZ, V., & SOLARTE VARNEY, P. (2009). MODELO DE TRABAJO PARA EL DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE REDES EN MALLA WIFI COMO UNA SOLUCIÓN PARA EL ACCESO A BANDA ANCHA EN ÁREAS RURALES. Gerencia, Tecnología, Informática, 59-73.
- [2] Arce Martínez, A. (2008). Control de acceso en redes inalámbricas. Revista Técnica de la Empresa de Telecomunicaciones de Cuba S.A, 7.
- [3] Barbecho Barbecho, R. (2011). Tesis: ESTUDIO, DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN ENLACE INALÁMBRICO DE LARGO ALCANCE CON ANTENAS DIRECCIONALES DE LA EMPRESA COMPUFÁCIL. Cuenca: Universidad Tecnológica Israel.
- [4] Cruz Felipe, M. d., Martínez Gómez, R., & Crespo García, Y. (2013). Análisis de la QoS en redes inalámbricas. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 86-96.
- [5] Delgado Corozo, M., & Jaramillo Garófalo, A. (2014). Tesis: Estudio coparativo de dos plataformas de radioenlace. Guayaquil: Universidad Politécnica del Litoral.
- [6] García Fernández, A., Pina Amargós, J., & Leyva Pérez, E. (2007). Estado del arte de las redes inalámbricas. Ingeniería Industrial, 51-56.
- [7] Grote, W., Avila, C., & Molina, A. (2007). Análisis de máximo desempeño par wlan oerando a tasas fijas adaptativas usando el estándar IEEE 802.11 a/b/g. Revista Chilena de Ingeniería, 9.

## Sobre los Autores...

**Nubia MORÁN**, Bachiller Informático en el Colegio Ibarra de la ciudad de Ibarra,

Estudiante de Sistemas Computacionales de la Universidad Técnica del Norte de la ciudad de Ibarra.