

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE
COMUNICACIÓN**



INFORME TÉCNICO

TEMA:

**“ANÁLISIS DE RENDIMIENTO EN LOS ENLACES DE RADIO
DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”**

AUTOR: CRISTIAN ANDRÉS RUALES HUACA

DIRECTOR: ING. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA Msc.

IBARRA-ECUADOR

2016

“ANÁLISIS DE RENDIMIENTO EN LOS ENLACES DE RADIO DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE”

Cristian Andrés Ruales H.
carualesh@utn.edu.ec

Resumen - La Universidad Técnica del Norte cuenta con seis extensiones universitarias, al necesitar que cada una de ellas tenga acceso a la red interna de la misma se implementaron seis enlaces de radio. Este proyecto tiene como objetivo analizar y determinar el estado a nivel físico y software de cada uno de los enlaces de radio.

I. INTRODUCCIÓN

La Universidad Técnica del Norte está creciendo tecnológicamente con el objetivo de mejorar sus servicios, métodos académicos y así cumplir con uno de los requisitos básicos para la acreditación académica. El área de Redes y Comunicaciones del DDTI se encarga de la administración de los 6 radioenlaces.

Los radio enlaces que se encuentran activos no tuvieron una planificación ni fueron dimensionados según las necesidades por las cuales entraron en funcionamiento. Al culminar este análisis se podrá detectar las necesidades y las fallas de cada uno de los radio enlaces ya mencionados, se sugerirá un modelo de cambio y dimensionamiento según lo que necesite cada uno de ellos, logrando optimizar los recursos y capacidad de cada equipo teniendo en cuenta las normas establecidas para un radio enlace. Todo este proceso será beneficiada la UTN ya que necesita que sus radio enlaces estén operando según las normas establecidas por el ente regular que es la ARCOTEL.

II. MARCO TEÓRICO

2.1.- Enlace De Radio

Es una interconexión entre los terminales de telecomunicaciones efectuados por ondas electromagnéticas. Los enlaces se hacen básicamente entre puntos visibles. Una de sus mayores características son la interoperabilidad y la movilidad que pueden llegar a tener acceso a lugares apartados sin necesidad de tener una infraestructura física robusta.

2.2.- Enlace Punto A Punto

Este radio enlace permite interconectar dos redes remotas como si fueran una sola red. Dichos enlaces son viables desde 500 m. o menos hasta una distancia máxima aproximada de 80 Km. La Figura 1 muestra este tipo de conexión.

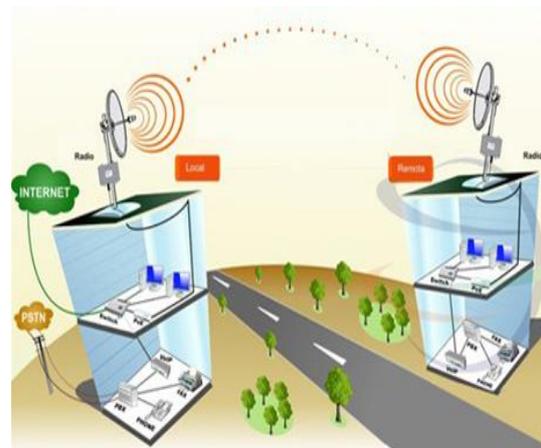


Figura 1. Enlace punto a punto

Fuente: Recuperado de

<http://www.neoclan.net/pages/files/puntoapunto.jpg>

Un radio enlace está conformado por los siguientes componentes:

- Antena
- Power Over Ethernet (POE1)
- Cable FTP2 (Foiled Twisted Pair)
- Conector RJ-45 (Registered Jack)
- Transmisor
- Receptor
- Línea de vista

2.3.- Plan Nacional de Frecuencias y Uso del Espectro Radioeléctrico

Este plan establece la atribución de las bandas de frecuencias a los diferentes servicios de radiocomunicaciones. Para este análisis se verificara que los enlaces de radio estén usando las frecuencias en función de los lineamientos EQA.50 y EQA.90.

2.4.- UBIQUITI

Se dedica principalmente al diseño de hardware de redes inalámbricas, tanto para la comunicación a largas distancias, como para el despliegue de pequeñas redes Wi-Fi, priorizando la innovación y el alto rendimiento a bajo coste.

2.5.- MIKROTIK

Es una compañía proveedora de tecnología disruptiva de hardware y software para la creación de redes, su funcionalidad principal es convertir una

¹ POE: Permite que la alimentación eléctrica se suministre a un dispositivo de red, usando el mismo cable que se utiliza para la conexión de red

² FTP: Par trenzado con blindaje global

PC o una placa Mikrotik RouterBOARD en un router dedicado.

III. SITUACIÓN ACTUAL

Los enlaces de radio de la Universidad Técnica del Norte están distribuidos como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Distribución de enlaces de radio UTN

ENLACE	ACCESS POINT	ESTACIÓN
1	UTN Terraza	Lomas de Azaya
	Edificio Central	
	Lomas de Azaya	Granja la Pradera
2	UTN Terraza CAI - FICAYA	Granja Yuyucocha
3	UTN Terraza Edificio Central	Colegio Universitario
4	UTN Terraza Edificio Central	Centro Infantil
5	UTN Terraza Edificio Central	FCCSS(Antiguo Hospital)
6	UTN Terraza Edificio Central	Planta Textil (Estadio Universitario)

Fuente: Universidad Técnica del Norte

El diagrama físico de los enlaces de radio de la UTN se muestra en la Figura 2.

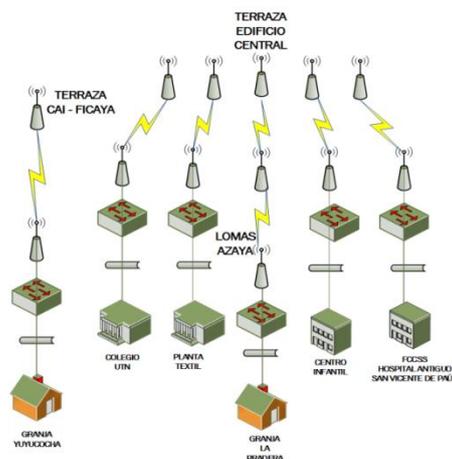


Figura 2. Diagrama Físico de los enlaces de radio de la UTN
Fuente: Universidad Técnica del Norte

3.1.- Análisis de Interferencias en el Espectro Electromagnético

Para el análisis de frecuencias en cada uno de los puntos de partida se utilizó las siguientes herramientas:

- AirView Spectrum Analyzer
- Wireless Snooper
- Cambium Spectrum Analyzer 2.5.1

En la Tabla 2 se detalla la frecuencia con la cual están en funcionamiento y la ubicación del equipo.

Tabla 2. Equipos ubicados en la terraza del Edificio Central

ENLACE	FRECUENCIA
UTN - AZAYA	5180 MHz
UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO	5690 MHz
UTN – CENTRO INFANTIL	5230 MHz
UTN – FCCSS(ANTIGUO HOSPITAL)	5200 MHz
UTN – PLANTA TEXTIL	5180 MHz
UTN CAI - YUYUCOCHA	5180 MHz
AZAYA – GRANJA PRADERA	5180 MHz

Fuente: Universidad Técnica del Norte

3.2.- Modelos de Equipos

En la Tabla 3 se especifica el modelo de los equipos marca Ubiquiti que están implementados.

Tabla 3. Equipos Ubiquiti Implementados

ENLACE DE RADIO	MODELO DE ANTENA	
	Access Point	Estación
Terraza Edificio Central UTN – Lomas de Azaya	NanoBridge M5	NanoBridge M5

Lomas de Azaya – Granja La Pradera	NanoBridge M5	NanoBridge M5
Terraza Edificio		
Central UTN – Colegio Universitario	NanoBridge M5	NanoBridge M5
Terraza Edificio		
Central UTN - Planta Textil	NanoStation 5 con pigtail y grilla	-----

Fuente: Universidad Técnica del Norte

En la Tabla 4 se especifica el modelo de los equipos marca Mikrotik que están implementados.

Tabla 4. Equipos Mikrotik Implementados

ENLACE DE RADIO	MODELO DE ANTENA	
	Access Point	Estación
Terraza CAI/FICAYA – Granja Yuyucocha	Tarjeta RB411AH	Tarjeta RB411AH
	con panel tipo diamante	con panel tipo diamante
Terraza UTN - Centro infantil	Tarjeta RB411AH	Tarjeta RB411AH
	con panel tipo diamante	con panel tipo diamante
Terraza UTN - FCCSS(Antiguo Hospital)	Tarjeta RB411AH	Tarjeta RB411AH
	con panel tipo diamante	con panel tipo diamante

Fuente: Universidad Técnica del Norte

3.3.- Análisis del Rendimiento y Consumo de los Enlaces De Radio

A continuación se muestra un ejemplo claro del desarrollo realizado para el *Enlace Terraza Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO*

Los datos del enlace se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Datos del enlace Edificio Central UTN – Colegio Universitario

PARÁMETROS	VALOR
Tipo de Antena	Parabólica
Potencia de Salida	23 dBm
Ganancia	22 dBi
Sensibilidad	-96 dBm
Canal	48
Ancho de Canal	20 MHz
Frecuencia	5,8 GHz
Distancia	1 Km
Dirección IP Access Point	172.16.1.178/24
Dirección IP Estación	172.16.1.178/24

Fuente: Universidad Técnica del Norte

3.3.1.- Cálculos del Enlace

Los cálculos de los parámetros que no existen en el datasheet son necesarios para el trazado de los enlaces en el software y se muestran en las ecuaciones 1, 2, 3 y 4.

- **Longitud de Onda:** es la distancia real que recorre una en un determinado intervalo de tiempo.

$$\lambda = \frac{1}{f} = \frac{1}{5,8 [GHz]} = 0,17 [nm]$$

Ecuación 1. Fórmula de Longitud de Onda, Enlace Terraza Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO

- **FSL:** es la cantidad de pérdida de datos por le medio de transmisión al realizar un enlace de radio.

$$FSL = 20 \log(d) + 20 \log(f) + k$$

$$FSL = 20 \log(1) + 20 \log(5,8) + 92,4$$

$$FSL = 107,66 [dB]$$

Ecuación 2. Fórmula de Pérdida en el espacio libre, Enlace Terraza Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO

- **PIRE:** es la cantidad de potencia que distribuye a los dispositivos receptores dentro de su alcance.

$$PIRE = P_{tx} + G_{antena} - L$$

$$PIRE = 23 dBm + 22 dBi$$

$$PIRE = 45 [dBm]$$

Ecuación 3. Fórmula de Potencia Isotrópica Radiada Equivalente, Enlace Terraza Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO

- **Ecuación del Enlace:** es el margen de operatividad del sistema, es la señal máxima que debe tener el enlace.

$$margen = -(P_{tx} - L_{tx} + G_{tx} - FSL + G_{tx} - L_{tx} - S_{tx})$$

$$L_{tx} \text{ Cable UTP es } 0$$

$$margen = -(23 - 0 + 25 - 107,66 + 25 - 0 + 96)$$

$$margen = -61,34 [dBm]$$

Ecuación 4. Fórmula del margen de sensibilidad, Enlace Terraza Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO

3.3.2.- Estado del Enlace

En las Figuras 3 y 4 se puede apreciar el rendimiento y la tasa de transmisión de las tarjetas inalámbrica y LAN de los equipos que realizan el Enlace de Radio, utilizando las herramientas de Ubiquiti.

Realizando un análisis de la información obtenida se puede llegar a concluir que el nivel de rendimiento es totalmente eficaz y la tasa de trasmisión que soporta el enlace punto a punto es la cantidad necesaria para brindar un servicio de calidad al Colegio

Universitario, vale recalcar que las configuraciones de este enlace necesita varios cambios que serán descritos detalladamente en la última parte de este proyecto.

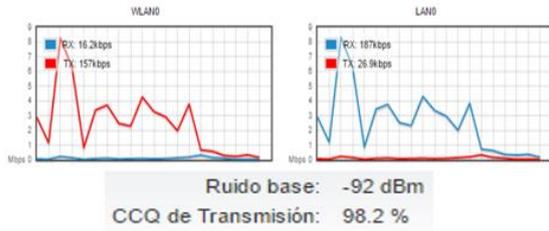


Figura 3. Throughput Access Point, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Fuente: Universidad Técnica del Norte



Figura 4. Throughput Estación, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Fuente: Universidad Técnica del Norte

En las Figuras 5 y 6 presentadas se realizó una medición de velocidad entre los equipos de cada extremo, la información que se obtuvo de este test es la cantidad de información en Megabits por segundo que recibe la estación.

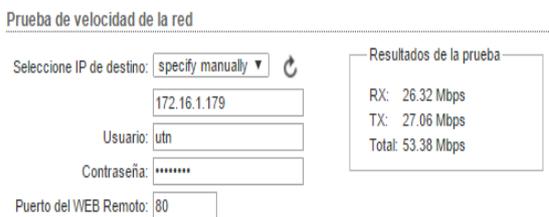


Figura 5. Speed Test Access Point, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Fuente: Universidad Técnica del Norte

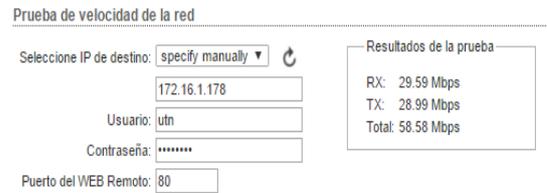


Figura 6. Speed Test Estación, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Fuente: Universidad Técnica del Norte

3.3.3.- Coordenadas Geográficas

Las coordenadas geográficas de las ubicaciones de cada campus externo que cuenta la UTN como se muestra en la Tabla 6.

Tabla 6. Coordenadas Geográficas

LUGAR	LATITUD	LONGITUD
Universidad Técnica del Norte	0°21'28.80"N	78° 6'39.10"O
Lomas de Azaya	0°22'40.10"N	78° 7'53.98"O
Granja La Pradera	0°21'22.14"N	78°12'24.96"O
Granja Yuyucocha	0°19'42.75"N	78° 7'52.10"O
Colegio Universitario	0°21'44.50"N	78° 7'6.19"O
Centro Infantil	0°20'48.10"N	78° 6'39.00"O
FCCSS (Antiguo Hospital)	0°20'49.00"N	78° 6'51.10"O

Fuente: Universidad Técnica del Norte

IV. PLAN DE DIMENSIONAMIENTO

Después de haber realizado el análisis de todas las partes que está conformado un enlace de radio, existen equipos que deberían ser sustituidos por las siguientes razones.

- **Enlace UTN – AZAYA / AZAYA – GRANJA PRADERA:** Los requerimientos que necesita la granja la pradera esta sobre las capacidades de los equipos.

Está totalmente saturado el rendimiento del enlace antes analizado, en esta extensión tuvo un aumento en gran manera la cantidad de usuarios y de dispositivos de red. Los dispositivos actuales en funcionamiento no están satisfaciendo las necesidades de este campus.

- **Enlace UTN – FCCSS (Antiguo Hospital SVP):** Existe un error en la tarjeta inalámbrica de la estación, se desconecta cada cierto tiempo lo que afecta en su totalidad la conectividad hacia todos los servicios. Los pigtail tienen una deterioración y están aislados lo que hace que exista una variación de potencia.
- **Enlace UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO:** Este radio enlace está cumpliendo con las necesidades por no tener incremento de oficinas ni laboratorios. Se realizaría un mantenimiento a nivel de software y físico para mejorar su funcionamiento y optimizar sus capacidades.
- **Enlace UTN – GRANJA YUYUCOCHA:** Los equipos están en total funcionamiento brindando total conectividad a todos los servicios. La corrección estaría enfocada más a la parte del soporte en el cual está ubicado el equipo estacionario ya que no es el adecuado.

De la misma forma se realizaría un mantenimiento a nivel de software y físico para mejorar su funcionamiento y optimizar sus capacidades.

- **Enlace UTN – CENTRO INFANTIL:** La tarjeta RB433AH de la estación se reinicia intempestivamente y es totalmente imposible tener acceso a la red desde la guardería hacia los servicios de la Universidad.
- **Enlace UTN – PLANTA TEXTIL:** Este es uno de los más preocupantes ya que se están construyendo nuevas instalaciones para esta facultad y los equipos que están en funcionamiento son demasiado antiguos lo cual da muchos errores y un bajo rendimiento del mismo teniendo varias problemáticas y limitaciones de conexión a la red interna.

V. PLAN DE MIGRACIÓN

Después haber desarrollado este proyecto, están claras las problemáticas y los diferentes errores a los que están sometidos los seis enlaces de radio de la Universidad Técnica del Norte. A continuación sugeriré un modelo de equipo que logre mejorar el rendimiento y la capacidad, teniendo en cuenta las características de cada enlace. Los dos enlaces de radio que requieren más capacidad por su planificación de incremento en obra civil y por el aumento

de usuarios son los que se mencionan a continuación:

- Enlace UTN – AZAYA / AZAYA – GRANJA PRADERA
- Enlace UTN – PLANTA TEXTIL

Las opciones óptimas capaces de satisfacer las necesidades de cada uno teniendo en cuenta su funcionamiento a largo plazo son los siguientes modelos:

- Ubiquiti Rocket M5
- Mikrotik BaseBox 5

Cualquiera de los dos equipos antes detallados necesita de una antena Dish de 30 dBi, con estos equipos cumpliría con las necesidades del enlace.

Al no tener un incremento o una saturación en cada una de las extensiones universitarias descritas a continuación:

- Enlace UTN – FCCSS (Antiguo Hospital SVP)
- Enlace UTN – CENTRO INFANTIL

Los equipos de los Enlaces (UTN – AZAYA / AZAYA – GRANJA PRADERA y UTN – PLANTA TEXTIL) que serían reemplazados por los modelos antes sugeridos, pueden suplir las necesidades que requiere cada extensión universitaria, después de haberles realizado un mantenimiento total como se ha especificado anteriormente. En este caso sería el cambio a equipos Ubiquiti NanoBridge M5.

Mediante el análisis realizado anteriormente se determinó que en los siguientes dos enlaces descritos no se encontraron problemáticas en los equipos, por lo cual no existe fundamento real para realizar un cambio de los mismos.

- Enlace UTN – GRANJA YUYUCOCHA
- Enlace UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO

VI. BENEFICIOS DE LA REALIZACIÓN DE LOS CAMBIOS

Al tomar en cuenta los cambios que se recomiendan anteriormente, los enlaces de radio adoptarían las siguientes características:

- Disponibilidad del servicio hacia todos los servicios de la UTN.
- Mejoraría el rendimiento de cada equipo.
- Cumplir con las necesidades y requerimientos de las instalaciones.
- El correcto funcionamiento y la optimización de los equipos beneficiara al desarrollo y avance de la UTN, por ser un requisito de acreditación el registro de los enlaces de radio.

VI. CONCLUSIONES

Con la ayuda de libros, información y varias herramientas inalámbricas se consiguió analizar, identificar y detectar cada uno de los parámetros con los que se encuentran en funcionamiento los seis enlaces de radio de la Universidad Técnica del Norte, logrando determinar el nivel de eficiencia con la que están brindando el servicio a cada una de las extensiones de la UTN, obteniendo determinar los errores y proponiendo los correctivos necesarios.

Se verificó la frecuencia en cual está en funcionamiento cada equipo Access Point, basándose en las leyes que están establecidas actualmente en el país por el ente regulador, en cuanto a las telecomunicaciones y uso del espectro radioeléctrico que especifica claramente las sanciones a cada una de las infracciones cometidas,

Se logró tener en claro la situación actual de configuraciones, estado y funcionamiento de los equipos con la realización del levantamiento de información de los seis enlaces de radio.

Analizado el rendimiento y funcionamiento se consiguió determinar los cambios necesarios de equipos y la corrección de errores en la parte de configuraciones que se debe realizar para tener un óptimo funcionamiento y un rendimiento adecuado para cada uno de ellos.

Al haber escogido un modelo determinado el cual ayudó a corregir los errores que se están suscitando en los seis enlaces de radio ya implementados, se obtuvo una guía aprobada sobre la realización y planificación completa para el desarrollo de los mismos logrando dimensionar según las necesidades que se requiera.

Con la ayuda de este análisis se puede realizar varios cambios que ayudaran para la regularización, ya que es parte de la acreditación para la Universidad Técnica del Norte tener registrado los enlaces de radio ante el ente regulador.

VII. RECOMENDACIONES

Corregir todos los parámetros que se encuentran con fallas a nivel físico y de configuración en los equipos.

Realizar mantenimiento a todos los dispositivos físicos activos y pasivos de todos los radio enlaces.

Continuamente actualizar la versión de firmware de cada dispositivo que brinda cada fabricante.

Monitorear el rendimiento de cada uno de los radio enlaces, logrando anticipar e identificar algún tipo de error.

Realizar un barrido de todas las frecuencias que se están usando en el medio de transmisión para evitar interferencia y pérdidas de la señal.

Utilizar la frecuencia permitida para una identidad educativa pública según permita el ente regulador. Se debe tener en cuenta la definición de bandas libres dentro de los marcos regulatorios, que dan la posibilidad de utilizar esas porciones del espectro electromagnético para la implementación de redes a costos asequibles.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones. (11 de Julio de 2011). *Instructivo Formularios Redes de Acceso Universal de Internet*. Obtenido de www.arcotel.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=579

Bateman, A. (2013). *Comunicaciones digitales: Diseño para el mundo real*. España: Marcombo. Recuperado el 15 de 10 de 2015

París Diaz, M. (2008). *Universidad Rey Juan Carlos*. Obtenido de <http://docencia.etsit.urjc.es/moodle/mod/forum/discuss.php?id=11068&parent=31700>

Radiocomunicaciones.net. (2014). *Radioenlaces*. Obtenido de Radiocomunicaciones.net

Restrepo Angulo, J. (2010). *Conceptos Básicos de Ingeniería de Radiopropagación. Compendio de*

Telecomunicaciones #3. Medellín: Universidad de Medellín.

Rodriguez, S. (2009). *Modelo de Calidad de Servicio para una Red de Datos HSDPA*. Santiago de Chile.

Salazar López, J. C., & Villegas Berny, P. I. (22 de Octubre de 2012). *Sistema de un Enlace Punto a Punto / Multipunto*. Obtenido de <http://es.slideshare.net/PIVB/sistema-de-enlace-punto-a-multipunto>

Universidad Técnica del Norte. (2016). *Universidad Técnica del Norte*. Obtenido de http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/?page_id=2008

AUTOR

CRISTIAN ANDRÉS RUALES H.



Nacido en Ibarra, Ecuador, el 02 de Junio de 1989. Realizó sus estudios secundarios en el Colegio Fisco misional “SAN FRANCISCO” de Ibarra. Estudiante de la Universidad Técnica del Norte en la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas, Carrera de Electrónica y Redes de Comunicación 2016. Actualmente desempeña el puesto de Técnico 2 en la empresa Soluciones Avanzadas Informáticas Y Telecomunicaciones SAITEL.

TECNICA DEL NORTE UNIVERSITY

FACULTY OF ENGINEERING IN APPLIED SCIENCES CAREER IN ELECTRONIC AND COMMUNICATION'S NETWORKS ENGINEERING



TECHNICAL REPORT

TOPIC:

**"PERFORMANCE ANALYSIS OF RADIO LINKS THE TECNICA
DEL NORTE UNIVERSITY"**

AUTHOR: CRISTIAN ANDRÉS RUALES HUACA

DIRECTOR: ENG. CARLOS ALBERTO VÁSQUEZ AYALA Msc.

IBARRA-ECUADOR

2016

"PERFORMANCE ANALYSIS OF RADIO LINKS THE TECNICA DEL NORTE UNIVERSITY"

Cristian Andrés Ruales H.
carualesh@utn.edu.ec

Summary.- The Tecnica del Norte University has six university extensions, by requiring that each has access to the internal network of the same six radio links were implemented. This project aims to analyze and determine the status physically and software of each of the radio links.

IX. INTRODUCTION

The Tecnica del Norte University is growing technologically with the aim of improving its services, academic methods and thus fulfill one of the basic requirements for academic accreditation. The area DDTI Networks and Communications is responsible for the administration of the 6 radio links.

Radio links that are active or were not planning were sized according to the needs for which they became operational. Upon completion of this analysis can be detected needs and shortcomings of each radio links already mentioned, a model of change and sizing as you need each will be suggested, thus optimizing resources and capacity of each team taking account rules set for a radio link. This whole process will benefit the UTN because you need your radio links are operating according to standards set by the regulating body that is the ARCOTEL.

X. THEORETICAL FRAMEWORK

10.1.- Radio Link

It is an interconnection between telecommunications terminals made by electromagnetic waves. Links are basically made between visible points.

One of its greatest features are interoperability and mobility can have access to remote locations without the need for a robust physical infrastructure.

10.2.- Point to Point

This radio link allows interconnect two remote networks as if they were a single network. These links are viable from 500 m. or less up to a maximum distance of approximately 80 km. Figure 6 shows this type of connection.

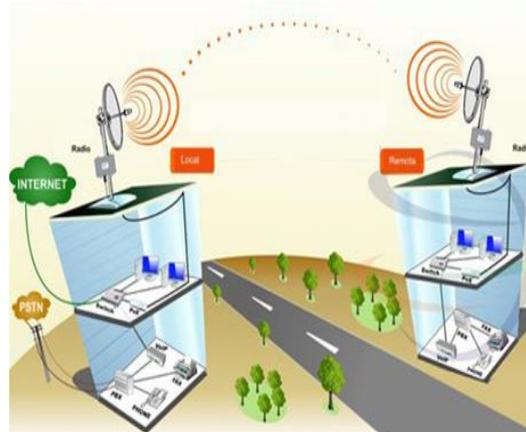


Figura 6. Point to Point

Source: Recovered From

<http://www.neoclan.net/pages/files/puntoapunto.jpg>

A radio relay network consists of the following components:

- Antenna
- Power Over Ethernet (POE3)
- Cable FTP4 (Foiled Twisted Pair)
- RJ-45 (Registered Jack)

³ POE: Allows power to be supplied to a network device using the same cable used for network connection

⁴ FTP: Twisted pair with overall screen

- Receiver Transmitter
- Line of sight

10.3.- National Frequency Plan and Use of Radio Spectrum

This plan provides for the allocation of frequency bands to the various radio services. This analysis verified that the radio links using frequencies are based on the guidelines EQA.50 and EQA.90.

10.4.- UBIQUITI

It is mainly engaged in the design of wireless networking hardware for both communication over long distances, as for the deployment of small WiFi networks, prioritizing innovation and high performance at low cost.

10.5.- MIKROTIK

It is a disruptive technology provider of hardware and software for networking company, its main function is to converted PC or MikroTik RouterBOARD plate on a dedicated router.

XI. CURRENT SITUATION

Radio links Technical University North are distributed as shown in Table 1.

Table 1. Distribution of radio links UTN

LINK	ACCESS POINT	STATION
1	UTN Terraza Edificio	Lomas de Azaya
	Central	
	Lomas de Azaya	Granja la Pradera
The link from the Technical University Farm North towards La Pradera has a rebound since there is no direct line of sight between the two points mentioned.		
2	UTN Terraza CAI - FICAYA	Granja Yuyucocha
3	UTN Terraza Edificio Central	Colegio Universitario
4	UTN Terraza Edificio Central	Centro Infantil
5	UTN Terraza Edificio Central	FCCSS(Antiguo Hospital)
6	UTN Terraza Edificio Central	Planta Textil (Estadio Universitario)

Source: Technica University North

Physical diagram of the radio links UTN shown in Figure 7.

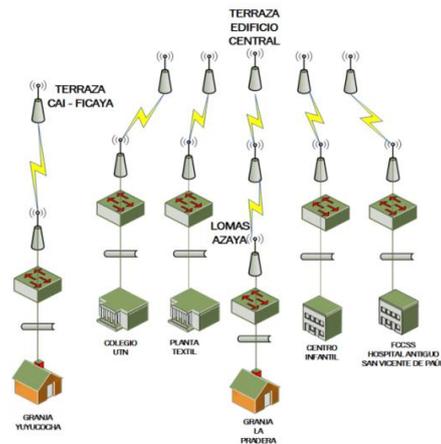


Figura 7. Physical diagram of the radio links UTN

Source: Technica University North

11.1 Analysis of interference in the Electromagnetic Spectrum

Frequency analysis for each of the starting points the following tools was used:

- Spectrum Analyzer AirView
- Wireless Snooper
- Cambium Spectrum Analyzer 2.5.1

Table 2 shows the frequency with which they are operating and vehicle location is detailed.

Table 2. Equipment located on the terrace of the Central Building

ENLACE	FRECUENCIA
UTN - AZAYA	5180 MHz
UTN - COLEGIO UNIVERSITARIO	5690 MHz
UTN - CENTRO INFANTIL	5230 MHz
UTN - FCCSS(ANTIGUO HOSPITAL)	5200 MHz
UTN - PLANTA TEXTIL	5180 MHz
UTN CAI - YUYUCOCHA	5180 MHz
AZAYA - GRANJA PRADERA	5180 MHz

Source: Technica University North

11.2.- Equipment Models

Table 3 shows the model of brand Ubiquiti equipment specified are implemented.

Table 3. Equipment Ubiquiti Implemented

RADIO LINK	ANTENNA MODEL	
	Access Point	Station
Terraza Edificio Central UTN – Lomas de Azaya	NanoBridge M5	NanoBridge M5
Lomas de Azaya – Granja La Pradera	NanoBridge M5	NanoBridge M5
Terraza Edificio Central UTN – Colegio Universitario	NanoBridge M5	NanoBridge M5
Terraza Edificio Central UTN - Planta Textil	NanoStation 5 con pigtail y grilla	-----

Source: Technica University North

Table 4 shows the model Mikrotik brand teams are implemented is specified.

Table 4. Equipment Mikrotik Implemented

RADIO LINK	ANTENNA MODEL	
	Access Point	Station
Terraza CAI/FICAYA – Granja Yuyucocha	Card RB411AH with diamond-panel	Card RB411AH with diamond-panel
Terraza UTN - Centro infantil	Card RB411AH with diamond-panel	Card RB411AH with diamond-panel
Terraza UTN - FCCSS(Antiguo Hospital)	Card RB411AH with diamond-panel	Card RB411AH with diamond-panel

Source: Technica University North

11.3.- Performance Analysis and Consumer radio links

Here is a clear example of the development made for Central Terrace Building Link UTN shown. The link data shown in Table 5.

Table 5. Data link Central Building UTN - College

PARÁMETER	VALUE
Type of Antenna	Parabólica
Output Power	23 dBm
Gain	22 dBi
Sensitivity	-96 dBm
Channel	48
Channel width	20 MHz
Frequency	5,8 GHz
Distance	1 Km
Access Point IP Address	172.16.1.178/24
Access IP Address	172.16.1.178/24

Source: Technica University North

11.3.1 Calculations Link

The calculations of the parameters that do not exist in the datasheet are necessary for tracing the links in the software and are shown in equations 1, 2, 3 and 4.

- **Wavelength:** it is the actual distance at a given time interval.

$$\lambda = \frac{1}{f} = \frac{1}{5,8 [GHz]} = 0,17 [nm]$$

Equation 1. Formula Wavelength, Terrace Central Link Building UTN - COLLEGE

- **FSL:** the amount of data loss by transmission means him to make a radio link.

$$FSL = 20 \log(d) + 20 \log(f) + k$$

$$FSL = 20 \log(1) + 20 \log(5,8) + 92,4$$

$$FSL = 107,66 [dB]$$

Equation 2. Loss Formula in free space, Terrace Central Link Building UTN – COLLEGE

- **PIRE** is the amount of power distributed to recipient devices within range.

$$PIRE = P_{tx} + G_{antena} - L$$

$$PIRE = 23 dBm + 22 dBi$$

$$PIRE = 45 [dBm]$$

Equation 3. Formula equivalent isotropically radiated power, Terrace Central Link Building UTN - COLLEGE

- **Equation Link:** is the margin of operation of the system is the maximum signal that should have the link.

$$\begin{aligned}
 \text{margen} &= -(P_{tx} - L_{tx} + G_{tx} - FSL + G_{tx} \\
 &\quad - L_{tx} - S_{tx}) \\
 &\quad L_{tx} \text{ Cable UTP es } 0 \\
 \text{margen} &= -(23 - 0 + 25 - 107,66 + 25 - 0 \\
 &\quad + 96) \\
 \text{margen} &= -61,34 \text{ [dBm]}
 \end{aligned}$$

Equation 4. Formula margin sensitivity, Terrace Central Link Building UTN - COLLEGE

11.3.2 Link Status

In Figures 8 and 9 can appreciate the performance and transmission rate of wireless LAN cards and computers that perform the radio link, using the tools of Ubiquiti. Conducting an analysis of the information obtained can be reached to conclude that the performance level is fully effective and the rate of transmission that supports point-to-point is the amount needed to provide a quality service to the College, it emphasized that the this link configurations requires several changes that will be described in detail in the latter part of this project.

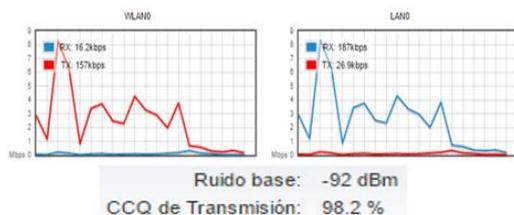


Figura 8. Throughput Access Point, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Source: Technica University North



Figura 9. Throughput Station, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Source: Technica University North

In Figures 10 and 11 presented a measurement of speed between computers on each end was made, the information obtained from this test is the amount of information in Megabits per second receiving station.

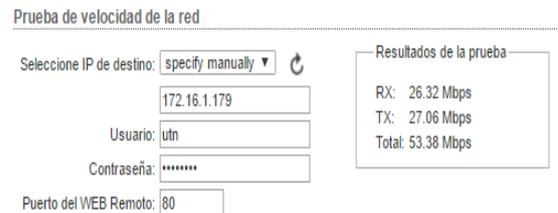


Figura 10. Speed Test Access Point, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Source: Technica University North

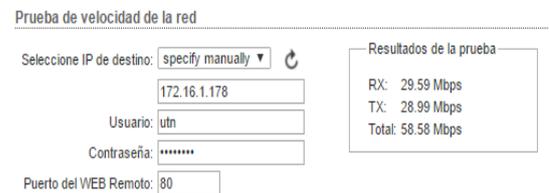


Figura 11. Speed Test Station, Enlace Edificio Central UTN – COLEGIO UNIVERSITARIO
Source: Technica University North

11.3.3 Geographic coordinates

The geographical coordinates of the locations of each external campus that has the UTN as shown in Table 6.

Table 6. Geographic Coordinates

LOCATION	LATITUDE	LENGTH
Universidad Técnica del Norte	0°21'28.80"N	78° 6'39.10"O
Lomas de Azaya	0°22'40.10"N	78° 7'53.98"O
Granja La Pradera	0°21'22.14"N	78°12'24.96"O
Granja Yuyucocha	0°19'42.75"N	78° 7'52.10"O
Colegio Universitario	0°21'44.50"N	78° 7'6.19"O
Centro Infantil	0°20'48.10"N	78° 6'39.00"O
FCCSS (Antiguo Hospital)	0°20'49.00"N	78° 6'51.10"O

Source: Technica University North

XII. SIZING PLAN

Having completed the analysis of all parties is made a radio link, there are teams that should be replaced by the following reasons.

- Link UTN - Azaya / azaya - PRAIRIE FARM: The farm requirements needed meadow is on the capabilities of the equipment. Is fully saturated link performance analyzed above, this extension had greatly increased the number of users and network devices. Current devices running are not meeting the needs of this campus.

- Link UTN - FCCSS (Old Hospital SVP): There is an error in the wireless card from the station, it disconnects every so often affecting entire connectivity to all services. The pigtail have a deterioration and isolated making there is power variation.

- Link UTN - COLLEGE: This radio link is meeting the needs for not having increasing offices or laboratories. level maintenance software and hardware would be made to improve its performance and optimize its capabilities.

- Link UTN - FARM YUYUCOCHA: The teams are fully operational and bridling full connectivity to all services. The correction would be focused more on the part of the support on which is located the stationary equipment because it is not right. Similarly maintenance would be done at the level of software and hardware to improve performance and optimize their capabilities.

- UTN Link - CHILD CENTER: The card RB433AH station restarts unexpectedly and it is totally impossible to access the network from kindergarten to University services.

- UTN Link - TEXTILE PLANT: This is one of the most worrying as they are building new facilities for this faculty

and computers that are running are too old which gives many errors and poor performance of it having several problems and limitations connection to the internal network

XIII. IMMIGRATION PLAN

After having developed this project are clear issues and the different errors that are under six radio links Technical University North. Then I will suggest a model of team that achieves improved performance and capacity, taking into account the characteristics of each link. The two radio links that require more capacity planning increase in civil works and the increase users are those listed below:

- Link UTN - Azaya / Azaya - PRAIRIE FARM
- Link UTN - TEXTILE PLANT

The best options that meet the needs of each given their long-term operation are the following models:

- Ubiquiti Rocket M5
- Mikrotik base Box 5

Either before equipment needs a detailed Dish antenna 30 dBi, fulfill these needs link equipment.

Having no increase or saturation in each of the university extensions described below:

- Link UTN - FCCSS (Old Hospital SVP)
- Link UTN - CHILD CENTER

The teams Links (UTN - Azaya / azaya - FARM MEADOW and UTN - TEXTILE PLANT) which would be replaced by the previously suggested models, can meet the needs required by each university extension, after having made a total maintenance as specified previously. In this case it would change teams NanoBridge Ubiquiti M5.

Through the above analysis it was determined that in the following two links described unproblematic in the teams met, so there is no real basis for a change in them.

- Link UTN - FARM YUYUCOCHA
- Link UTN - COLLEGE

XIV. BENEFITS OF MAKING CHANGES

By taking into account the changes recommended above, the radio links take the following characteristics:

- Availability of service to all the services of the UTN.
- Would improve the performance of each team.
- Meeting the needs and requirements of the facility.
- The correct operation and optimization of the equipment benefit the development and advancement of the UTN, as a requirement for accreditation registration radio links.

XV. CONCLUSIONS

With the help of books, information and various wireless tools it was achieved analyze, identify and detect each of the parameters that are in operation six radio links Technical University Northern, obtaining determine the level of efficiency with they are providing service to each of the extensions of the UTN, obtaining determine errors and proposing the necessary corrective measures.

The frequency which is operating each team Access Point, based on the laws that are currently established in the country by the regulator, regarding telecommunications and use of radio spectrum which clearly specifies penalties for each verified infringements.

It was possible to be clear about the current situation of configurations, status and operation of the equipment with the completion of gathering information of the six radio links.

Analyzed the performance and operation was achieved determine the necessary changes in equipment and error correction on the part of configurations to be performed for optimal performance and adequate performance for each of them.

Having chosen a particular model which helped correct the errors being raised in the six radio links already implemented an approved guidance on the implementation and comprehensive planning for their development was obtained achieving dimensioned according to the needs that required.

With the help of this analysis you can make several changes to help for regularization, since it is part of the Technical University accreditation for North have registered radio links to the regulator.

XVI. RECOMMENDATIONS

Fix all parameters that are physically flawed and equipment configuration.

Perform maintenance on all assets and liabilities physical devices of all radio links.

Continuously update the firmware of each device that provides each manufacturer.

Monitor the performance of each radio links, making anticipate and identify some kind of error.

Perform a scan of all frequencies that are being used in the transmission medium to avoid interference and signal loss.

Use the frequency allowed for a public educational identity as permitted by the regulator.

XVII. BIBLIOGRAPHY

Agencia de Regulación y Control de Telecomunicaciones. (11 de Julio de 2011). Instructivo Formularios Redes de Acceso Universal de Internet. Obtenido de www.arcotel.gob.ec/wp-content/plugins/download-monitor/download.php?id=579

Bateman, A. (2013). Comunicaciones digitales: Diseño para el mundo real. España: Marcombo. Recuperado el 15 de 10 de 2015

París Diaz, M. (2008). Universidad Rey Juan Carlos. Obtenido de <http://docencia.etsit.urjc.es/moodle/mod/forum/discuss.php?d=11068&parent=31700>

Radiocomunicaciones.net. (2014). Radioenlaces. Obtenido de Radiocomunicaciones.net

Restrepo Angulo, J. (2010). Conceptos Básicos de Ingeniería de Radiopropagación. Compendio de Telecomunicaciones #3. Medellín: Universidad de Medellín.

Rodriguez, S. (2009). Modelo de Calidad de Servicio para una Red de Datos HSDPA. Santiago de Chile.

Salazar López, J. C., & Villegas Berny, P. I. (22 de Octubre de 2012). Sistema de un Enlace Punto a Punto / Multipunto. Obtenido de <http://es.slideshare.net/PIVB/sistema-de-enlace-punto-a-multipunto>

Universidad Técnica del Norte. (2016). Universidad Técnica del Norte. Obtenido de



http://www.utn.edu.ec/web/uniportal/?page_id=2008

AUTHOR
CRISTIAN
ANDRÉS
RUALES H.

Born in Ibarra, Ecuador, June 02, 1989. He completed his secondary education at the College Treasury missionary "SAN FRANCISCO" Ibarra. Student at the Technical University of the North in the Faculty of Engineering of Applied Science, Race Electronics and Communication Networks 2016 currently holds the position of Technical 2 in the company Advanced Computer Solutions and Telecommunications SAITEL.