

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



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

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN INALÁMBRICA QUE GARANTICE LA PERFORMANCE DE ADMINISTRACIÓN MEDIANTE EL ACCESO A LOS RECURSOS DE LA RED EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE (UTN)

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN ELECTRÓNICA Y REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME TÉCNICO

AUTOR: EDWIN VINICIO GUERRA MORALES

DIRECTOR: ING. CARLOS VÁSQUEZ

IBARRA, 2014

Contenido

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED LAN INALÁMBRICA Y RECURSOS.....	3
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Descripción de la Infraestructura de la Red UTN	3
1.3. Descripción de la Infraestructura de la Red LAN Inalámbrica UTN.....	3
1.4. Problemas de la Red actual UTN	4
1.5. Requerimientos.....	4
2. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE MOVILIDAD DE LA RED LAN INALÁMBRICA PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE	4
2.1. Requerimientos del diseño.....	4
2.2. Tecnología de la Red Inalámbrica.....	4
2.3. Diseño de modelo jerárquico	5
2.4. Direccionamiento de la Red	5
2.5. Análisis de escalabilidad de la Red	5
2.6. Determinación de Equipos de la Red Inalámbrica	6
2.7. Cobertura de los APs de la red Inalámbrica	6
2.8. Distribución de Canales.....	6
2.9. Gestión del Wireless LAN Controller	7
2.10. Políticas de Seguridad	7
3. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN INALÁMBRICA Y PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.....	8
3.1. Configuración del Wireless LAN Controller.....	8
3.2. Instalación y Configuración del Portal Cautivo Wifidog.....	8
3.3. Instalación y Configuración de Webmin.....	8
3.4. Instalación y Configuración de Shorewall	8
3.5. Instalación y Configuración del Proxy Squid.....	8
3.6. Gestión de Usuarios LDAP	8
3.7. Gestión de Usuarios por filtrado MAC	8
4. CONCLUSIONES.....	8
5. RECOMENDACIONES	9
6. BIBLIOGRAFÍA	9

IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN INALÁMBRICA QUE GARANTICE LA PERFORMANCE DE ADMINISTRACIÓN MEDIANTE EL ACCESO A LOS RECURSOS DE LA RED EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE (UTN)

E. Vinicio Guerra Morales – Autor, Ing. Carlos Vásquez – Director

Resumen – El presente trabajo de titulación tiene como objetivo, implementar una Red LAN Inalámbrica que permita el acceso por autenticación a los recursos de red mediante un servidor AAA encargado de validar el ingreso de cada usuario y adicionalmente controlar el acceso a Internet por medio de un Portal Cautivo en la Universidad Técnica del Norte (UTN). Se realizó un estudio de los fundamentos básicos de redes inalámbricas para comprender conceptos importantes como el protocolo IEEE 802.11, tipos de antenas, handoff / roaming, seguridad en las redes inalámbricas, entre otros. Luego se analizó como se encontraba actualmente funcionando la red inalámbrica que tenía deficiencias enormes de cobertura. Posterior a ello en el diseño e implementación se procedió a analizar los requerimientos del diseño, tecnología de la red inalámbrica, diseño de modelo jerárquico, direccionamiento de la red, análisis de escalabilidad, determinación de equipos, cobertura de los Access Points (APs), distribución de canales, gestión y configuración del Wireless LAN Controller (WLC), análisis comparativo de portales cautivos, políticas de seguridad, instalación y configuración del Portal Cautivo, del servidor de Autenticación y del Firewall – Proxy.

1. SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED LAN INALÁMBRICA Y RECURSOS

1.1. Antecedentes

El aumento significativo de aplicaciones en la red ha provocado en la Universidad Técnica del Norte (UTN) muchas falencias en el rendimiento y la capacidad de sus servicios y recursos. Indudablemente el crecimiento tecnológico adquirido ha permitido mejorar de una u otra forma las prestaciones de la universidad, lo que ha generado ventajas como la digitalización de la información y desventajas como el congestionamiento de tráfico por innumerables

paquetes de información que se encuentran cursando en la red.

Los estudiantes requieren tener acceso a una red LAN Inalámbrica en el interior de cada una de las facultades de la UTN, pero dadas las circunstancias no se ha logrado establecer buenas políticas sobre el uso, consumo y capacidad donde los procesos realizados garanticen su funcionalidad. En puntos estratégicos de los alrededores de la institución se implementaron 9 Access Points (APs), los mismos que no abastecen a cubrir un área de cobertura eficiente y mucho menos movilidad.

Toda fuente de información confiable es un complemento de consulta para la educación académica de los alumnos de la UTN; por ello los recursos de biblioteca, repositorios y acceso a Internet son una herramienta metodológica para los partícipes del aprendizaje y la enseñanza; identificando los criterios y procedimientos de estudio.

1.2. Descripción de la Infraestructura de la Red UTN

La Universidad Técnica del Norte ha realizado fuertes inversiones en un proceso de actualización de toda la infraestructura tecnológica que se encontraba obsoleta, lo que no permitía satisfacer las nuevas necesidades que demandaba el crecimiento de la red de datos y comunicaciones. El acceso al Internet y a los recursos de la red en toda universidad tecnológica es imprescindible, más aun al contar con más de 9000 usuarios entre estudiantes, docentes, administrativos y empleados, pertenecientes a la casona universitaria, al colegio universitario, al antiguo hospital San Vicente de Paúl y a las Granjas de Yuyucocha y la Pradera respectivamente

1.3. Descripción de la Infraestructura de la Red LAN Inalámbrica UTN

La Universidad Técnica del Norte actualmente cuenta con una red LAN Inalámbrica de poco

alcance que no abastece a cubrir todo el campus universitario y todo lo que implica la gestión de áreas académicas como aulas, asociaciones estudiantiles, biblioteca, etc.

El equipo que se encarga de la administración de la red inalámbrica es un Cisco 5500 Series Wireless Controller modelo 5508, mediante el cual se enganchan los Access Points en modo lightweight con toda la información de configuración mantenida dentro del WLC.

1.4. Problemas de la Red actual UTN

Una de las razones más populares de las redes WLAN es el acceso sin necesidad de cables, pero a la vez es el problema más grande si nos referimos a la seguridad donde cualquier dispositivo inalámbrico que capte la señal del AP, tendrá la posibilidad de navegar gratis en la Internet, emplear la red como punto de ataque hacia otras redes y luego desconectarse para no ser detectado, robar software o información e introducir virus o software maligno.

Las ondas de radio que generan los puntos de acceso pueden salir fuera del área del campus universitario en el que cualquier persona que posea un equipo móvil y entre en la zona de cobertura podría conectarse a la red inalámbrica.

El consumo de ancho de banda juega un papel importante, debido a que el hardware PacketShaper por su licencia obsoleta no permite tener un control sofisticado del AB, por ello cabe destacar que el crecimiento de la red institucional ha aumentado significativamente en cuanto a sus aplicaciones y servicios.

1.5. Requerimientos

En base al estudio de la situación actual de la red inalámbrica de la UTN surgieron algunos requerimientos que serán muy importantes para el diseño de la misma, los cuales se indican a continuación:

- ◆ Un mayor número de APs para llegar a zonas donde la red inalámbrica actual no abastece a cubrir ciertas áreas de cobertura.
- ◆ Control de acceso de los usuarios lo que dará mayor seguridad a la red ante cualquier tipo de infiltraciones maliciosas, ataques Man-in-the-Middle, etc.
- ◆ Gestión de los Servicios.
- ◆ Roaming que se refiere al cambio de conexión que ejecuta un usuario en

movimiento entre dos coordinadores de red inalámbricos.

- ◆ Control de ancho de banda.

2. DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA DE MOVILIDAD DE LA RED LAN INALÁMBRICA PARA LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

2.1. Requerimientos del diseño

Se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones en el diseño de una red inalámbrica encargada de proveer servicio de Internet a un determinado número de usuarios, los mismos que pertenecen a la universidad desenvolviéndose en diferentes cargos como son: autoridades, administrativos, docentes y estudiantes.

El presente diseño debe satisfacer las necesidades de conectividad desde el campus universitario que como ente educativo requiere para mejorar el aprendizaje y la enseñanza de sus catedráticos a sus alumnos.

El diseño debe garantizar ciertos parámetros importantes los cuales se enuncian a continuación:

- ◆ Disponibilidad
- ◆ Escalabilidad
- ◆ Confiabilidad
- ◆ Seguridad
- ◆ Interoperabilidad
- ◆ Número de Usuarios
- ◆ Autenticación de Usuarios
- ◆ Disponibilidad de Ancho de banda
- ◆ Gestión y Administración centralizada
- ◆ Movilidad

2.2. Tecnología de la Red Inalámbrica

Existen varias tecnologías que son utilizadas en redes inalámbricas, el empleo de cada una de ellas depende mucho de la aplicación. Una WLAN permite que los usuarios terminales que se encuentran dentro del área de cobertura puedan conectarse entre sí.

La tecnología a utilizar en el presente diseño lleva el nombre de Wi-Fi o IEEE 802.11 con el respaldo de WECA, ofreciendo una velocidad máxima de 54 Mbps y capaz de soportar los siguientes estándares IEEE 802.11a, b, g y n.

Las estaciones inalámbricas y los equipos terminales trabajan en las banda de frecuencia a 2.4 GHz y 5.8 GHz en nuestro país, motivo por el cual el uso de estas frecuencias del espectro radioeléctrico no tienen ningún costo de

licenciamiento y tienen la capacidad de integrarse fácilmente a una red cableada.

2.3. Diseño de modelo jerárquico

PROPUESTA DE TOPOLOGÍA LÓGICA DE LA RED INALÁMBRICA UTN

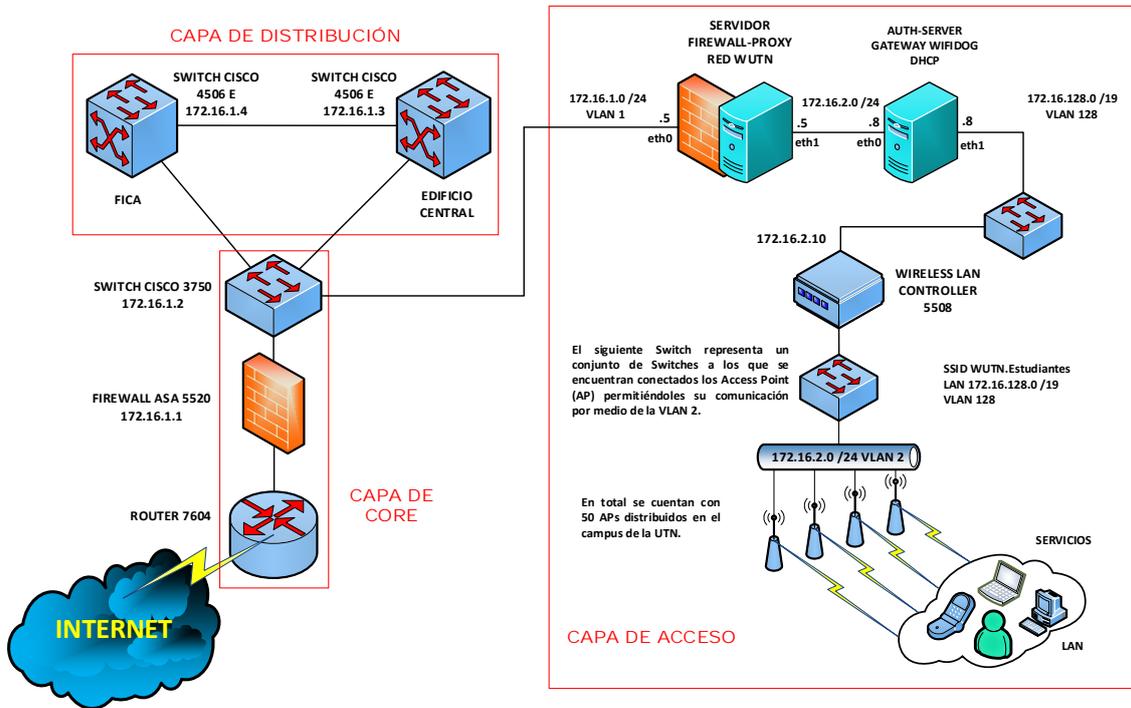


Figura 1 Diseño de Modelo Jerárquico Red Inalámbrica UTN

2.4. Direccionamiento de la Red

De acuerdo al estudio y diseño realizado se ha optado porque el direccionamiento de los equipos activos de la red inalámbrica (APs y WLC) se encuentren dentro de una misma VLAN tal como se tenía en su funcionamiento actual.

2.5. Análisis de escalabilidad de la Red

Las prestaciones de la red de la Universidad Técnica del Norte son bien estructuradas debido a su capacidad de adaptarse al medio y acoplarse a nuevos requerimientos en cuanto a estándares y nuevas tecnologías.

Uno de los grandes beneficios de las redes inalámbricas es la escalabilidad que tienen por ciertos factores como son:

- ◆ El incremento de ancho de banda suficiente para brindar servicios a un determinado número de usuarios.
- ◆ El incremento de la zona de cobertura que dependería de la potencia de señal que tengan los APs o posiblemente en la instalación de más APs que puedan cubrir ciertos lugares donde se pierde señal.

Uno de los inconvenientes por resolver sigue siendo la limitación del espectro de radiofrecuencia que en muchas situaciones ocasiona pérdidas de la señal por interferencias producidas en los sectores que se tienen instalados los APs.

De acuerdo a la propuesta de diseño que se plantea se requiere que conforme incremente el número de usuarios y el área de cobertura de la red, se tendrá que aumentar cierto número de APs tomando en cuenta la licencia del Wireless LAN Controller y el máximo de APs que nos permite controlar este equipo.

2.6. Determinación de Equipos de la Red Inalámbrica

En base al diseño propuesto para el mejoramiento de la Red Inalámbrica describiremos equipos que soporten los estándares 802.11 b/g/n, los cuales son utilizados actualmente por sus compatibilidad y escalabilidad con un sin número de dispositivos inalámbricos. Las características de estos equipos nos permitirán tener un buen diseño de distribución de equipos inalámbricos que brinden el servicio de internet a los usuarios.

2.7. Cobertura de los APs de la red Inalámbrica

Cálculo del Área de Cobertura

En base a las especificaciones técnicas el alcance o radio de una antena sectorial es de 100 metros, de una antena omnidireccional es de 50 metros, de una antena dipolo es de 90 metros y de una antena interna es de 137 metros.

Antena Sectorial

Para encontrar el área de un sector circular, en realidad se está tratando de encontrar una parte fraccional del área de todo el círculo donde se representa el lóbulo de radiación de la antena sectorial. La fracción se determina por la relación del ángulo central del sector, con el ángulo central de todo el círculo, que es 360° ; o por la relación de la longitud del arco y la longitud de la circunferencia entera como se visualiza en la Figura 2.

El Área es igual al ángulo central (120°) multiplicado por Pi y por radio al cuadrado, el resultado será dividido para 360.

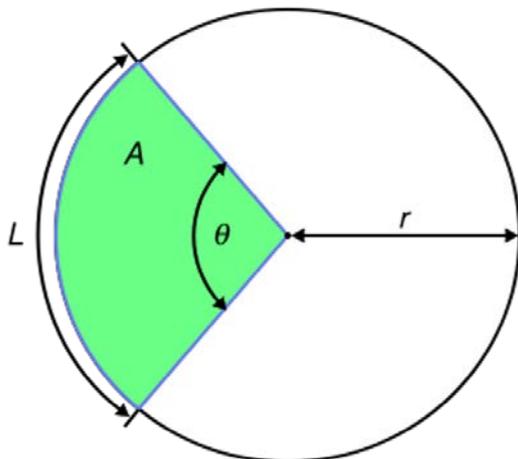


Figura 2 Área de cobertura de una Antena Sectorial
Fuente: (Diego, 2014)

A: Área

θ : Ángulo central

r: radio

$$A = \frac{\theta^\circ}{360^\circ} \pi r^2$$

$$A = \frac{120^\circ}{360^\circ} \pi (100m)^2$$

$$A = 10471.97551 m^2$$

$$A \approx 10472 m^2$$

Antena Omnidireccional

Para encontrar el área circular, en realidad se está tratando de encontrar toda el área del círculo donde se representa el lóbulo de radiación de la antena omnidireccional como se indica en la Figura 3. El Área es igual a Pi multiplicado por radio al cuadrado.

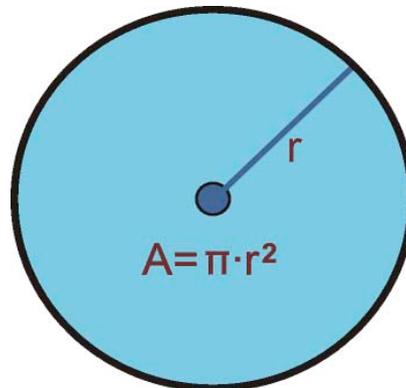


Figura 3 Área de cobertura de una Antena Omnidireccional

Fuente: (Adeva Brito, 2014)

A: Área

r: radio

$$A = \pi r^2$$

$$A = \pi (50m)^2$$

$$A = 7853.981634 m^2$$

$$A \approx 7854 m^2$$

2.8. Distribución de Canales

En toda implementación de redes inalámbricas para que no existan interferencias en la comunicación por intermedio de los APs, se considera configurar los canales de trabajo 1, 6 y 11 en base a la distribución de los APs con el propósito de solventar posibles inconvenientes que podrían causar solapamientos de la señales y por ende problemas de conexión por parte de los usuarios al querer acceder a utilizar los recursos de la Internet.

2.9. Gestión del Wireless LAN Controller

Las funciones de gestión se llevan a cabo por medio de un WLC que integra un determinado número de APs en base al soporte de licenciamiento adquirido para la controladora. Las funciones del WLC son la administración de APs, autenticación de usuarios, estadística de los usuarios, política de seguridad, administración de canales, niveles de potencia de salida, etc.

“El proceso de asociación del LAP con el WLC se produce a través de un túnel para pasar los mensajes relativos a 802.11 y los datos de los clientes. Los LAP y el WLC pueden estar localizados en la misma subred o VLAN pero no tiene que ser siempre así. El túnel hace posible el encapsulado de los datos entre ambos AP dentro de nuevos paquetes IP. Los datos tunelizados pueden ser conmutados o enrutados a través de la red del campus según muestra la siguiente Figura 4” (Ariganello & Barrientos Sevilla, 2010, pág. 507).

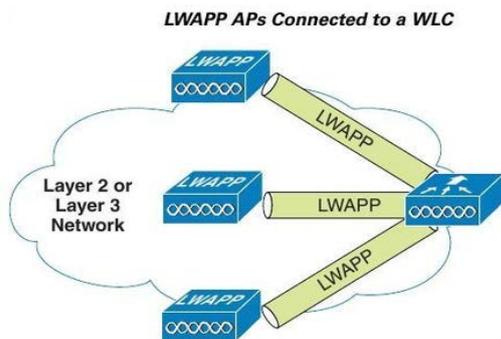


Figura 4 LWAPP Access Points
Fuente: (Fürman, 2014)

El LAP y el WLC utilizan el LWAPP como mecanismo de tunneling dividido en dos modos diferentes:

- ◆ Mensajes de control LWAPP: son mensajes utilizados para la configuración del LAP y gestionan la operación. Estos mensajes están autenticados y encriptados de tal manera que el LAP es controlado de manera segura solamente por el WLC.
- ◆ Datos LWAPP: Los paquetes hacia y desde los clientes Wireless son asociados con el LAP. Los datos son encapsulados dentro de LWAPP pero no están encriptados entre el AP y el WLC.

2.10. Políticas de Seguridad

- ◆ El mantenimiento de la seguridad de la red inalámbrica de la universidad requiere métodos que aseguren que sólo los usuarios autorizados puedan tener acceso al mismo. De tal manera, el equipo debe tener las seguridades físicas necesarias para evitar que se vean afectados los servicios de la red inalámbrica.
- ◆ Todos los puntos de acceso deben de ser registrados y aprobados por el administrador de la Red.
- ◆ La instalación, administración y uso de los dispositivos de la red inalámbrica debe estar de acuerdo con las especificaciones y normas de redes inalámbricas y con las políticas implantadas en la universidad.
- ◆ El SSID debe estar configurado para que sea identificado con la universidad.
- ◆ Ningún individuo debe conectar ni instalar cualquier equipo de comunicaciones a la red sin la previa autorización del administrador.
- ◆ Las comunicaciones inalámbricas no proveen codificación de los datos transmitidos. La protección de los datos es responsabilidad del usuario y de la aplicación que utilice para transmitir los datos.
- ◆ No se debe permitir ni fomentar el uso de la red inalámbrica para utilizar los sistemas administrativos de la Universidad donde se transmiten o reciben datos confidenciales.
- ◆ El equipo del usuario conectado a la red inalámbrica, está sujeto a monitoreo, pruebas de penetración y auditorías de seguridad.
- ◆ Cualquier equipo que represente un riesgo de seguridad para la red de comunicaciones del campus universitario, podrá ser desconectado de la red y la persona que tenga registrado el equipo será notificado.

- ◆ Cualquier situación que no se pueda resolver con usuarios referente al sistema de red inalámbrica, será referido al DDTI ubicado en el Edificio Central de la UTN específicamente al Área de Redes y Comunicaciones para tomar la decisión que sea necesaria.

3. IMPLEMENTACIÓN DE LA RED LAN INALÁMBRICA Y PRUEBAS DE FUNCIONALIDAD EN LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

3.1. Configuración del Wireless LAN Controller

- ◆ Propiedades de Puerto Serial
- ◆ Borrar y Reiniciar la configuración
- ◆ Atributos básicos de Configuración
- ◆ Resumen de la interfaz y WLAN
- ◆ Verificación de la versión del Software en el WLC.
- ◆ WLC Software Upgrade.
- ◆ Remover la imagen primaria o secundaria del WLC.
- ◆ Interfaces
- ◆ Gestión de Access Points
- ◆ Gestión de WLANs
- ◆ Gestión de Grupos de AP
- ◆ Mapeo de Puertos de los Access Points

3.2. Instalación y Configuración del Portal Cautivo Wifidog

- ◆ Introducción
- ◆ Configuración e Instalación del Hardware
- ◆ Proceso de instalación
- ◆ Características del Equipo (servidor)
- ◆ Equipos de prueba
- ◆ Descripción de la topología de prueba
- ◆ Instalación de Wifidog

3.3. Instalación y Configuración de Webmin

- ◆ Instalación de Webmin en CentOS 6.5
- ◆ Instalación mediante RPM
- ◆ Instalación usando el repositorio Webmin para Yum
- ◆ Distribuciones compatibles basadas en RPM
- ◆ Consideraciones de interés.

3.4. Instalación y Configuración de Shorewall

- ◆ Archivos de configuración de shorewall
- ◆ Activar y controlar shorewall

3.5. Instalación y Configuración del Proxy Squid

- ◆ Instalación de Squid
- ◆ Configuración de Squid

3.6. Gestión de Usuarios LDAP

Para la administración y gestión de la base de datos de usuarios LDAP se utiliza la herramienta “phpLDAPadmin”; la cual permite agregar, modificar y eliminar unidades organizativas, grupos, usuarios y atributos de manera más rápida y eficiente.

3.7. Gestión de Usuarios por filtrado MAC

El filtrado MAC es un método muy práctico para poder controlar el acceso a redes inalámbricas, lo que optimiza notablemente que solo los dispositivos que estén registrados podrán hacer uso de la red. La dirección MAC no es más que un identificador único de cada dispositivo pero no tan seguro porque puede existir suplantación de direcciones MAC.

Se realizó la integración del direccionamiento MAC con el Proxy Squid, por medio del cual se deniega el acceso a páginas, palabras y formatos de extensión de descarga siempre y cuando no esté registrada la MAC del dispositivo final.

4. CONCLUSIONES

- ◆ Se han cumplido los objetivos planteados en el presente trabajo de titulación: Diseñar una Red LAN Inalámbrica previo al análisis situacional que sirvió como base para su futura implementación.
- ◆ Para la realización de un diseño de infraestructura de red se debe tomar en cuenta ciertas consideraciones como disponibilidad, escalabilidad, confiabilidad, seguridad, interoperabilidad, número de usuarios, autenticación de usuarios, disponibilidad de ancho de banda, gestión y administración centralizada y movilidad para satisfacer las

necesidades de los usuarios que pertenecen al campus universitario.

- ◆ Los cálculos de área de cobertura de los Access Points ayudan a respaldar y sustentar un buen diseño de infraestructura de Red Inalámbrica.
- ◆ Se considera configurar de forma manual los canales de trabajo 1, 6, 11 en base al diseño de distribución de los APs.
- ◆ RADIUS es un protocolo basado en estándares, y cualquier plataforma que pretende apoyar RADIUS debe ser compatible con el estándar.
- ◆ RADIUS es una posibilidad que las organizaciones pueden llevar a cabo con su infraestructura tecnológica actual, la misma que se adecuará sin mayores impactos económicos o funcionales.
- ◆ El sistema operativo Linux seleccionado para el Portal Cautivo WifiDog fue Debian por su flexibilidad en la instalación y configuración de cada uno de los ficheros, mientras que el sistema operativo utilizado para el Firewall – Proxy fue CentOS.

5. RECOMENDACIONES

- ◆ Se debe capacitar al personal encargado de la Gestión de Redes y Comunicaciones de la Universidad Técnica del Norte informando de todos los servicios generados y las implicaciones que tendría el uso indebido de la misma.
- ◆ Se recomienda tener un respaldo de todos los archivos de configuración del Portal Cautivo, Servidor de Autenticación y Firewall-Proxy.
- ◆ Previo al diseño e implementación de una red inalámbrica se deben realizar pruebas de campo para determinar el alcance de cobertura de la señal de los Access Points porque pueden existir factores que incidan en cambios sobre el diseño planteado.
- ◆ Los APs que se tienen en funcionamiento no abastecen a cubrir

algunas zonas del campus universitario por lo que se recomienda aumentar más APs para realizar un balanceo de carga y no exceder el límite de conexiones por cada AP.

- ◆ Las falencias de la Red Inalámbrica se debe sin duda alguna al crecimiento de usuarios que utilizan sin ningún tipo de control y con dos o más dispositivos conectados concurrentemente por cada usuario.
- ◆ En el peor de los casos que el Wireless LAN Controller deje de funcionar por cualquier motivo se debería considerar tener un backup de otro WLC.
- ◆ Para evitar cualquier anomalía de los equipos se debe pensar seriamente en un sistema de respaldo de energía propio para el Datacenter, y de esta manera optimizar los recursos de red necesarios.

6. BIBLIOGRAFÍA

Adeva Brito, D. (10 de Marzo de 2014). Las Formas Geométricas. Obtenido de Sitio Web La cata de queso:
<http://blogs.redalumnos.com/0d6316c3b982c903/FORMAS>

Aguero Calvo, R. (28 de Octubre de 2011). WLAN: Estándar IEEE 802.11. Obtenido de Grupo de Ingeniería en Telemática:
https://docs.google.com/viewer?a=v&q=cache:m4wK2ELXs38J:www.tlmat.unican.es/siteadmin/submaterials/518.pdf+ramon+aguero+calvo+redes+inalambricas&hl=en&gl=ec&pid=bl&srcid=ADGEEsJpmnb4mZOAi8gJexd42U0cBcxb_u-FFSzUTZE5bv7E7_r2uouajsNHEPrID9poW6nIzkbHNWFJ00LK

Anguera, J., & Pérez, A. (2011). Teoría de Antenas. Barcelona: Creative Commons Deed.

Ariganello, E., & Barrientos Sevilla, E. (2010). Redes Cisco CCNP a Fondo. Madrid: Alfaomega Ra-Ma.

Barrios Dueñas, J. (10 de Abril de 2014). Configuración básica de Shorewall. Obtenido de Sitio Web Alcance Libre:
<http://www.alcance Libre.org/staticpages/index.php/configuracion-basica-shorewall>

- Blank, L. T., & Tarquin, A. J. (2006). Ingeniería Económica. México: McGraw-Hill.
- Boyano, J. J. (10 de Abril de 2014). Instalación de Webmin en CentOS 6.3. Obtenido de Sitio Web El Blog de Juan José Boyano: <http://jjboyano.wordpress.com/2013/01/31/instalacion-de-webmin-en-centos-6-3/>
- Carlos. (10 de Febrero de 2010). Cacharrero Puro y Duro. Obtenido de Antenas Wireless: <http://cacharreopuroyduro.blogspot.com/2010/02/antenas-wireless.html>
- Chillispot. (5 de 11 de 2013). Chillispot Captive Portal. Obtenido de Sitio Web Chillispot Captive Portal: <http://www.chillispot.org/>
- Cisco. (5 de Diciembre de 2013). Cisco Aironet 1130AG IEEE 802.11 A/B/G Access Point. Obtenido de Sitio Web Cisco Aironet 1130AG: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1130-ag-series/product_data_sheet0900aecd801b9058.pdf
- Cisco. (5 de Diciembre de 2013). Cisco Aironet 1260 Series Access Point. Obtenido de Sitio Web Cisco Aironet 1260: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1260-series/data_sheet_c78-593663.pdf
- Cisco. (5 de Diciembre de 2013). Cisco Aironet 1300 Series Outdoor Access Point or Bridge. Obtenido de Sitio Web Cisco Aironet 1300: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1300-series/product_data_sheet09186a00802252e1.pdf
- Cisco. (5 de Diciembre de 2013). Cisco Aironet 1400 Series Wireless Bridge. Obtenido de Sitio Web Cisco Aironet 1400: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1400-wireless-bridge/product_data_sheet09186a008018495c.pdf
- Cisco. (5 de Marzo de 2014). Cisco 5500 Series Wireless Controller. Obtenido de Sitio Web Cisco 5500 Series Wireless Controller: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/5500-series-wireless-controllers/data_sheet_c78-521631.pdf
- Cisco Networking Academy. (2008). Conmutación y Conexión Inalámbrica de LAN. San José, California: Cisco Systems, Inc.
- Cobo, D. (8 de Octubre de 2012). WordPress.com. Obtenido de DANICOBAINFOR: <http://danicoboinfor.wordpress.com/2012/10/08/wlan/>
- Cordoba Serna, R. (10 de Mayo de 2014). Que es el servidor Proxy. Obtenido de Sitio Web Técnico en Sistema: <http://raicordoba.blogspot.com/2013/09/que-proxy-que-es-un-servidor-proxy-como.html>
- Delgado Ortiz, H. H. (2009). Redes Inalámbricas. Lima - Perú: Empresa Editora Macro E.I.R.L.
- Diego. (3 de Marzo de 2014). Como calcular el área de un sector circular. Obtenido de Sitio Web Todos los Como: <http://todosloscomo.com/2012/10/22/como-calcular-el-area-de-un-sector-circular/>
- Eastep, T. M. (10 de Abril de 2014). Iptables made easy Shorewall. Obtenido de Sitio Web Shorewall: <http://shorewall.net/Introduction.html>
- Electric Sheep Fencing LLC. (5 de 11 de 2013). PfSense. Obtenido de Sitio Web PfSense: <http://www.pfsense.org/>
- Espinoza, M. P., & Loayza, C. C. (15 de Abril de 2013). Seguridad para la Red Inalámbrica de un Campus Universitario. Obtenido de Seguridad para la Red Inalámbrica de un Campus Universitario: http://www.utpl.edu.ec/seguridad/wp-content/uploads/2008/10/seg_wifi.pdf
- FACAE. (15 de Junio de 2013). Universidad Técnica del Norte. Obtenido de UniPortal Web UTN: <http://www.utn.edu.ec/facae/>
- FCCSS. (15 de Junio de 2013). Universidad Técnica del Norte. Obtenido de UniPortal Web UTN: <http://www.utn.edu.ec/fccss/>
- FECYT. (15 de Junio de 2013). Universidad Técnica del Norte. Obtenido de UniPortal Web UTN: <http://www.utn.edu.ec/fecyt/>
- Fernández Hansen, Y., Ramos Varón, A. A., & García Moran, J. P. (2009). RADIUS / AAA / 802.1x Sistemas basados en la Autenticación en en Windows y Linux/GNU Seguridad Máxima. Madrid: Ra-Ma.
- FICA. (15 de Junio de 2013). Universidad Técnica del Norte. Obtenido de UniPortal Web UTN: <http://www.utn.edu.ec/fica/>

FICAYA. (15 de Junio de 2013). Universidad Técnica del Norte. Obtenido de UniPortal Web UTN: <http://www.utn.edu.ec/ficaya/>

Fierro Fierro, M. M., & González Bonifaz, F. A. (3 de Febrero de 2012). DSpace ESPOCH. Obtenido de Tesis de Estudio Comparativo de Aplicaciones para la Implementación de Portales Cautivos Empleando Interconectividad entre los Locales de Bonny Restaurant.: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/1492/1/18T00454.pdf>

Fürman, J. (15 de Mayo de 2014). Overlapping eduroam Networks Operated by Different Organizations. Obtenido de Sitio Web CESNET: <http://archiv.cesnet.cz/doc/techzpravy/2009/eduroam-overlap/>

Grupo de Redes de Computadores. (30 de Mayo de 2013). GRC. Obtenido de Universidad Politécnica de Valencia: <http://www.grc.upv.es/docencia/tra/PDF/Radius.pdf>

Herrera Ramírez, E., Días Ramírez, A., & Calafate, C. T. (2008). Desarrollando el estándar IEEE 802.11n, un paso adelante en WLAN. México: CiComp'07.

Hiertz et al. (Enero de 2010). The IEEE 802.11 Universe. IEEE Communications, 48(1), 62-70.

Holt, A., & Huang, C.-Y. (2010). 802.11 Wireless Networks Security and Analysis. London: Springer.

IEEE Std 802.11™-2012: Revision of IEEE Std 802.11-2007. (2012). Part 11: Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. New York, USA: IEEE Standards Association.

Île Sans Fil. (5 de 11 de 2013). Wifidog a Captive Portal Suite. Obtenido de Sitio Web Wifidog a Captive Portal Suite: <http://dev.wifidog.org/>

Kasper, M. (5 de 11 de 2013). m0n0wall. Obtenido de Sitio Web m0n0wall: <http://m0n0.ch/wall/>

Kassar, M., Kervella, B., & Pujolle, G. (Junio de 2008). An overview of vertical handover decision strategies in heterogeneous wireless networks. Comput. Commun. 31, 31. Recuperado el 26 de Agosto de 2013

Kioskea ES. (5 de Septiembre de 2013). Propagación de las ondas de radio (802.11). Obtenido de kioskea.net: <http://es.kioskea.net/contents/819-propagacion-de-las-ondas-de-radio-802-11>

Linux-OS. (5 de 11 de 2013). GNU/Linux, Software Libre, Tecnologías y algo mas.... Obtenido de WiFiDOG - Captive Portal Suite: <http://www.linux-os.com.ar/linuxos/wifidog-captive-portal-suite>

Magaña, M. (25 de Abril de 2013). Obtenido de IEEE 802.11: <http://tic-calidad-ieee.blogspot.com/>

Magnetoox24. (16 de Diciembre de 2012). Zonas de Fresnel en Redes Inalámbricas. Obtenido de Un Blog de Tecnología, Software Libre, Redes y Telecomunicaciones: <http://magnetoox24.wordpress.com/2012/12/16/zonas-de-fresnel-en-redes-inalambricas/>

Monsalve, J. (24 de Junio de 2011). Antenas una explicación de su funcionamiento (II). Obtenido de diarioelectronicohoy.com: <http://www.diarioelectronicohoy.com/antenas-una-explicacion-de-su-funcionamiento-ii/>

Ramírez Pérez, C. (2011). Handoff vertical basado en procesos analíticos jerárquicos. Universidad Autónoma Metropolitana Iztapalapa. México: Casa abierta al tiempo. Recuperado el 25 de Agosto de 2013

Ricciardi, F. (5 de 11 de 2013). Zeroshell Net Services. Obtenido de Sitio Web Zeroshell Net Services: <http://www.zeroshell.org/>

Solano Jiménez, J. M., & Oña Garcés, M. B. (24 de Marzo de 2010). DSpace ESPOCH. Obtenido de Tesis de Estudio de Portales Cautivos de gestión de acceso Inalámbrico a Internet de la ESPOCH: <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/103/1/18T00381.pdf>

Soyinka, W. (2010). Wireless Network Administration a Beginners Guide. USA: McGraw-Hill.

Stallings, W. (2005). Wireless Communication and Networks Second Edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.

Vincent, S., & Vançon, T. (5 de 11 de 2013). PepperSpot. Obtenido de Sitio Web PepperSpot: <http://pepperspot.sourceforge.net/>

Wikipedia. (16 de Octubre de 2012). Wikipedia The Free Encyclopedia. Obtenido de Wikimedia Foundation, Inc:
http://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.11

wndw.net. (Septiembre de 2008). wndw.net. Recuperado el 2 de Agosto de 2013, de Redes Inalámbricas en los Países en Desarrollo:
<http://wndw.net/pdf/wndw3-es/wndw3-es-print.pdf>



Autor – Edwin Vinicio Guerra Morales nacido el 11 de agosto de 1988 en la ciudad de Ibarra. La educación primaria la realizó en la Unidad Educativa Particular Anexa “La Victoria”. Cursó la secundaria en el Colegio de Bachillerato Fisco – Misional “San Francisco de Asís” obteniendo el título de bachiller en Ciencias Físico-Matemáticas en el año 2006. La educación superior la realizó en la Universidad Técnica del Norte estudiando la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación. Actualmente ocupa el cargo de Administrador de Redes y Comunicaciones en la Universidad Técnica del Norte (UTN).