



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

FACULTAD DE CONTADURÍA Y ADMINISTRACIÓN

ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA PARA LA
INFRAESTRUCTURA DE LA RED INALÁMBRICA, BASADA
EN LA METODOLOGÍA DEL TOP/DOWN, EN EL CAMPUS
UNIVERSITARIO “EL CERRILLO”

TESINA

PARA OBTENER EL TÍTULO DE LICENCIADA EN
INFORMÁTICA ADMINISTRATIVA

PRESENTA:

ARACELI BAUTISTA DE LA TORRE

ASESOR:

L.I.A. ALEJANDRO DOMÍNGUEZ BOND

REVISORES:

M. EN A. JUAN CARLOS MONTES DE OCA LÓPEZ
M.T.I. JORGE IGNACIO PÉREZ MORALES



Toluca Estado de México, Noviembre 2014

INDICE

INDICE DE FIGURAS	viii
INDICE DE TABLAS	x
RESUMEN	xi
INTRODUCCIÓN	1
JUSTIFICACIÓN	3
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN.....	3
OBJETIVOS	4
1. MARCO TEÓRICO.....	5
1.1 Ondas electromagnéticas.....	5
1.2 Espectro electromagnético	6
1.3 Modulación	8
1.4 Familia de estándares IEEE 802.11.....	9
1.5 Arquitectura lógica	11
1.6 Movilidad (<i>roaming</i>).....	15
1.7 Antenas	15
1.8 Tecnologías inalámbricas	17
1.9 Seguridad.....	18
1.10 ClearPass	19
1.11 Tipo de controladoras y AP para las redes WAN.....	20
1.12 Direccionamiento IP	21
1.13 Metodología del Top/Down	22
2. METODOLOGÍA.....	26
2.1 Fase del análisis de requerimientos	26
2.1.1 Descripción de la organización.....	26
2.1.2 Misión y Visión de la Universidad Autónoma del Estado de México	33
2.1.3 Metas técnicas.....	33
2.1.3.1 Escalabilidad	33
2.1.3.2 Disponibilidad.....	34
2.1.3.3 Rendimiento de la red.....	39
2.1.3.4 Seguridad.....	41
2.1.3.5 Facilidad de gestión.....	45

2.1.3.6 Adaptabilidad	45
2.1.3.7 Ajuste al presupuesto.....	46
2.2 Fase del diseño lógico de la red	49
2.2.1 Topología lógica.....	49
2.2.1.1 Modelo de Red Jerárquica.	53
2.2.1.2 Necesidades presentes por espacio académico.....	56
2.2.1.3 Selección de protocolos de switcheo y enrutamiento.....	60
2.2.1.4 Enrutamiento	61
2.2.1.5 Direccionamiento <i>IP</i> del Campus Universitario “El Cerrillo”	62
2.3 Fase del diseño físico de la red.....	62
2.3.1 Topología física.....	62
2.3.1.1 Centro de Datos	63
2.3.1.2 Cableado estructurado.....	67
2.4 Optimización y documentación de la red	71
2.4.1 Optimización	71
2.4.2 Documentación	76
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	79
3.1 Aplicaciones de red más utilizadas por la organización.....	81
3.2 Proyección estimada de la matrícula por espacio académico	82
3.3 Proyección general de la matrícula del Campus Universitario “El Cerrillo”	84
3.4 Propuestas de mejora	85
3.4.1 Redundancia.....	85
3.4.2 Planta de energía eléctrica.....	87
3.4.3 Selección del equipamiento	88
3.4.4 Seguridad.....	89
3.4.5 Análisis de direccionamiento <i>IP</i>	90
3.4.6 Documentación	91
CONCLUSIONES	92
ANEXO 1	93
ANEXO 2	94
GLOSARIO	103

BIBLIOGRAFÍA..... 107

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Elementos de una onda.....	6
Figura 2. Espectro Electromagnético	7
Figura 3. Evolución de los Estándares del 802.11	10
Figura 4. Estación y AP	12
Figura 5. BSS (Conjunto de Servicios Básico).....	12
Figura 6. Conjunto de servicios independientes	13
Figura 7. Conjunto de servicios extendidos	14
Figura 8. Ciclo de diseño de red e implementación	24
Figura 9. Encuesta aplicada, utilizando Google Drive Form	30
Figura 10. Organigrama UAEM.....	32
Figura 11. Modelo Jerárquico del Campus Universitario "El Cerrillo"	34
Figura 12. PRTG 24/02/2104	36
Figura 13. PRTG 07/05/2104	37
Figura 14. PRTG 24/02/14 Datos en Vivo.....	38
Figura 15. PRTG 07/05/14 Datos en Vivo.....	38
Figura 16. Enlace Inalámbrico en el Campus "El Cerrillo", capturado 07/05/14 a las 10 am	40
Figura 17. PRTG 07/05/14 grafica de los últimos 5 minutos y 30 minutos anteriores al momento de ser monitoreado.....	41
Figura 18. Procedimiento de conexión a la red inalámbrica, que realiza un usuario	43
Figura 19. Diagrama general de los espacios universitarios	50
Figura 20. Distribución inalámbrica actual.....	52
Figura 21. Enlaces y Proveedores de <i>Internet</i> en Cerrillo	53
Figura 22. Diagrama Lógico de la RIUAEMex en el Campus Cerrillo	55
Figura 23. Descripción de <i>VLANs</i> en el <i>Backbone</i> Cerrillo.....	55
Figura 24. Diagrama físico de la FMVyZ	57
Figura 25. Diagrama físico de la FC	58
Figura 26. Diagrama físico de la FCAgrí.....	58
Figura 27. Diagrama físico de la FQ.....	59
Figura 28. Diagrama físico de la Biblioteca de Área	60
Figura 29. Diagrama de distribución de un Centro de Datos.....	64
Figura 30. Estructura de cableado estructurado.....	69
Figura 31. Cable de red UTP 4 pares categoría 6	69
Figura 32. ANSI/TIA/EIA 568-B	70
Figura 33. ANSI/TIA/EIA 568-A	70
Figura 34. Interfaz gráfica de BlueCoat	73
Figura 35. Gráficas de tráfico de BlueCoat.....	74
Figura 36. Gráfica de optimización de equipo Exinda.....	74
Figura 37. Estadística de aplicaciones que utilizan mayor ancho de banda de acuerdo al equipo Exinda	75

Figura 38. Descripción de consumo de ancho de banda de redes sociales, de acuerdo equipo Exinda	76
Figura 39. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	77
Figura 40. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Ciencias Agrícolas	77
Figura 41. Cobertura real de la red inalámbrica en la Biblioteca de área académica "El Cerrillo" ...	77
Figura 42. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Química	78
Figura 43. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Ciencias	78
Figura 44. Resultados de la encuesta aplicada.....	80
Figura 45. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia al 2018....	82
Figura 46. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Ciencias Agrícolas al 2018	83
Figura 47. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Ciencias al 2018	83
Figura 48. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Química al 2018	84
Figura 49. Proyección general del Campus Universitario "El Cerrillo" al 2018	84
Figura 50. Diagrama lógico redundante de la RIUAEMex en el Campus Cerrillo	86
Figura 51. Topología de la RIUAEMex separando tráfico de la red cableada y red inalámbrica	86
Figura 52. Procedimiento de conexión a la red inalámbrica, que realiza un usuario utilizando ClearPass	89
Figura 53. Diagrama de Flujo del Procedimiento de Instalación de cableado de voz, datos y adquisición de equipo de comunicaciones	97
Figura 54. Diagrama de Flujo del Procedimiento de Monitoreo y Gestión de la Red.....	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Bandas de Frecuencia del Espectro Magnético	7
Tabla 2. Tipos de Frecuencias, Alcances y usos.....	8
Tabla 3. Comparativa de los Estándares del 802.11	10
Tabla 4. Comparación de tecnologías inalámbricas.....	18
Tabla 5. Cuadro mágico para la infraestructura cableada e inalámbrica de acceso LAN	20
Tabla 6. Clases y rangos de Direcciones IP	21
Tabla 7 Mascara de Red Basada en Clase	22
Tabla 8. Relación del número de usuarios por dependencia.....	27
Tabla 9. Relación de equipos de cómputo por dependencia.....	28
Tabla 10. Método de autenticación	44
Tabla 11. Medidas necesarias que se deben considerar para una mejor seguridad	45
Tabla 12. Comparación de controladores marca Cisco.....	46
Tabla 13. Comparación de controladores marca Aruba	47
Tabla 14. Comparación de AP marca Cisco	47
Tabla 15. Comparación de AP marca Aruba.....	48
Tabla 16. Enlaces de fibra óptica por dependencia	50
Tabla 17. Infraestructura actual de la FMVyZ	57
Tabla 18. Infraestructura actual de la FC	57
Tabla 19. Infraestructura actual de la FCAgrí.....	58
Tabla 20. Infraestructura actual de la FQ.....	59
Tabla 21. Infraestructura actual de la FQ.....	59
Tabla 22. Estado de la red existente	60
Tabla 23. Comparación de protocolos de enrutamiento	61
Tabla 24. Infraestructura de soporte de un Centro de Datos	63
Tabla 25. Factores que determinan la ubicación y la viabilidad de un Centro de Datos	66
Tabla 26. Distancias máximas de tipo de cableado estructurado.....	67
Tabla 27. Tipos de dispositivos de optimización de tráfico	71
Tabla 28. Dispositivos de optimización de tráfico a través de sizing windows.....	72
Tabla 29. Principales Aplicaciones utilizadas en la organización	81
Tabla 30. Direccionamiento IP de acuerdo a la PT por facultad proyectado al 2018	90
Tabla 31. Mantenimiento de redes Wi-Fi.....	91
Tabla 32. Descripción del Procedimiento de Instalación de cableado de voz, datos y adquisición de equipo de comunicaciones.....	94
Tabla 33. Descripción del Procedimiento de Monitoreo y Gestión de la Red	99

RESUMEN

Este proyecto estudia la estructura de la red inalámbrica en el Campus Universitario “El Cerrillo” de la Universidad Autónoma del Estado de México, identificando las necesidades y la problemática a la que se enfrentan los usuarios de esta red. Está basado en el análisis sistemático y metodológico del diseño de redes que nos orienta en un enfoque diferente al que tradicionalmente se utiliza en la elaboración de un proyecto.

Algunas instalaciones requieren mantenimiento y actualización, ya que tienen bastantes años y sus equipos se están volviendo obsoletos, de ahí la importancia de proponer mejoras a la infraestructura de la red inalámbrica para asegurar una mejor conectividad o mejor desempeño en el Campus.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo se realizó teniendo en cuenta que la tecnología inalámbrica ha mostrado un crecimiento exponencial a través de los últimos años, permitiendo el acceso a *Internet* a usuarios con dispositivos móviles como: portátiles, tabletas electrónicas, teléfonos inteligentes, etc.; sin la necesidad de una conexión por cable. La masiva popularidad de las redes inalámbricas ha llevado a la disminución en los costos, tanto en los dispositivos como en los servicios que son ofrecidos para este tipo de tecnología.

La construcción de una red inalámbrica provee a los usuarios un acceso a su información prácticamente de tal forma que no tengan que desplazarse a lugares donde se encuentre una computadora físicamente instalada a una red de área local (LAN), ahorrando tiempo y economía.

El presente trabajo de investigación pretende dar a conocer un enfoque muy particular acerca del análisis y propuesta de mejora a la infraestructura de la red inalámbrica del Campus Universitario “El Cerrillo” de la Universidad Autónoma del Estado de México, la cual se comprende de cuatro espacios académicos (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Facultad de Ciencias Agrícolas, Facultad de Ciencias, Facultad de Química), Biblioteca de Área Académica “El Cerrillo”, un Hospital de Grandes Especies, y el ICAR (Instituto en Ciencias Agropecuarias y Rurales) que aún se encuentra en Construcción. Cada uno de estos espacios académicos presenta infraestructuras en instalaciones diferentes y algunas tienen problemas de cobertura, si bien se han hecho esfuerzos aún hay lugares donde no se cuenta con salas de cómputo y *AP* para satisfacer a toda su población. Esta investigación será posible, tomando como antecedente la infraestructura de red cableada con la que se cuenta actualmente y las consideraciones por las cuales se propone el presente trabajo, basándose en una metodología del diseño de redes en particular, en la cual se detallará etapa por etapa el proceso de diseño de la red; teniendo en cuenta que en su inicio no se implementó como base una metodología como tal.

La propuesta de las mejoras a la infraestructura de la red inalámbrica tiene como base aspectos de redes inalámbricas sobre la arquitectura de red del estándar 802.11, junto con los elementos necesarios para llevar a cabo el objetivo y las etapas de la metodología de diseño de Top/Down de Oppenheimer, proponiendo una solución que satisfaga las necesidades de comunicación de los usuarios en el Campus Universitario “El Cerrillo”.

Con el uso de la red de datos inalámbrica los usuarios se beneficiarán en evitar desplazarse del lugar donde se encuentran, a otro, en busca del servicio de *Internet*. Si se cuenta con una computadora portátil o cualquier dispositivo móvil, tendrán la facilidad de conectarse a *Internet* en el momento y lugar que lo requieran dentro del radio de cobertura de la red.

El alcance de este proyecto contempla la mejora de la infraestructura de la red que incluye de un análisis de requerimientos, un diseño lógico, un diseño físico y documentación. La parte de pruebas e implementación esta fuera del alcance de este proyecto, teniendo en cuenta que esto tiene que ser sometido al análisis y aprobación de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (DTIC) de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEMex).

La estructura del trabajo se contempla de la siguiente manera: capítulo I (panorama general de los conceptos básicos que se basa las redes inalámbricas para un mejor entendimiento de este trabajo), capítulo II (principales fases de la metodología, analizando detenidamente cada una de ellas), y capítulo III (resultados y discusión).

JUSTIFICACIÓN

La realización de este trabajo encuentra como restricción la infraestructura física en las instalaciones del Campus Universitario “El Cerrillo” ya que algunos tienen más de 40 años de vida, y los materiales de construcción impiden la colocación de instalaciones de cableado estructurado que habiliten el servicio de red inalámbrica. Otro motivo para el cual se inspiró, es la demanda del cuerpo estudiantil del Campus y el creciente número de dispositivos móviles que permiten la conexión a redes inalámbricas como computadoras portátiles, teléfonos inteligentes (Smartphone), y la reciente tendencia de la Universidad Autónoma del Estado de México de actualizar los equipos de cómputo por equipos (all in one) que como característica principal es la conectividad dual de red alámbrica e inalámbrica. Actualmente cada vez es más fácil adquirir un dispositivo que haga uso de la tecnología inalámbrica para poderse conectar a *Internet*. (Vivanco , 2013) (López V., 2005)

Estas consideraciones mencionadas se toman en cuenta para este tema de investigación, tiene como finalidad realizar un análisis y proponer mejoras a la infraestructura de red de datos inalámbrica en el Campus Universitario “El Cerrillo”; dado que es claro que la comunidad universitaria y sus usuarios temporales requieren cada vez una mejor comunicación y la oportunidad de conectarse a *Internet* desde dispositivos móviles en lugares en los cuales no es costeable, es decir, no se tiene el recurso para la red cableada y que cada vez las salas de cómputo son insuficientes para satisfacer las demandas de la comunidad universitaria, con el fin de cubrir sus necesidades académicas, administrativas, de investigación, difusión de la cultura, entre otras. (Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013)

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿La aplicación de la metodología del “Top-Down” mejorará la perspectiva que se tiene de la red inalámbrica del Campus Universitario “El Cerrillo”?

OBJETIVOS

- Objetivo general:
 - Realizar un análisis y propuesta de mejora a la infraestructura de la red inalámbrica, basada en la metodología del Top/Down, en el Campus Universitario “El Cerrillo”.

- Objetivos específicos:
 - Estudiar los objetivos y limitaciones académicas - administrativos del Campus Universitario “El Cerrillo”, en relación a la implementación de una propuesta de mejora.
 - Revisar la infraestructura y operatividad de la red inalámbrica del Campus Universitario “El Cerrillo” a fin de detectar los puntos a mejorar.
 - Analizar el diseño lógico de la red inalámbrica RIUAEMex, en relación al área de estudio.
 - Examinar el diseño físico de la red actual, para revisar si se requiere una actualización o reubicación de equipo.
 - Documentar la ubicación física de los puntos de acceso (AP) instalados actualmente para optimizar su desempeño.

1. MARCO TEÓRICO

En el mundo de la tecnología de la información y comunicaciones (TIC), los objetivos principales han sido siempre la operatividad, la funcionalidad y la interconexión de los sistemas de información, la integridad de los datos, la flexibilidad y la disponibilidad de los mismos. Las redes de área local inalámbricas al día de hoy es una necesidad más que un lujo. (Álvarez Argüello, 2009)

Las redes de área local inalámbricas utilizan longitudes de onda correspondientes al segmento del espectro electromagnético que pertenecen a las microondas y permite tener un ancho de banda, permitiendo una comunicación bastante estable. Una red de área local inalámbrica (*WLAN*) puede funcionar como una red de área local (*LAN*) completa e independiente o formar parte de una *LAN* cableada, en cuyo caso nos brinda una red más robusta, y facilita en conjunto la funcionalidad; sus elementos están ubicados en las capas inferiores, es decir, capa física y capa de enlace de datos del modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI), por lo tanto se integran perfectamente y sin cambios con el resto de los sistemas que operan sobre los niveles superiores del modelo como son las redes lógicas de las capas intermedias (capa de red y capa de transporte) o sistema operativo y aplicaciones de usuarios que operan en las capas superiores. (Andréu, 2010)

1.1 Ondas electromagnéticas

Es una perturbación o variación que trasfiere energía progresivamente de punto a otro punto en un medio determinado, y se propaga en el espacio o en el vacío, sin necesidad de un medio físico; están son transversales formadas por un campo magnético y un campo eléctrico. Las ondas electromagnéticas siguen una trayectoria rectilínea y su velocidad es constante en el medio que se transporta, y viajan a la “velocidad de la luz” en el vacío, la cual está determinada por $c=3 \times 10^8$ m/s.

La perturbación puede asumir cualquier cantidad de formas, desde un impulso de amplitud finito hasta una onda sinusoidal infinitamente larga. Sus características principales de las ondas son: **frecuencia, longitud de onda, período y amplitud.** (Villegas, Rivera Paredes, & Quispe Ch., 1997)

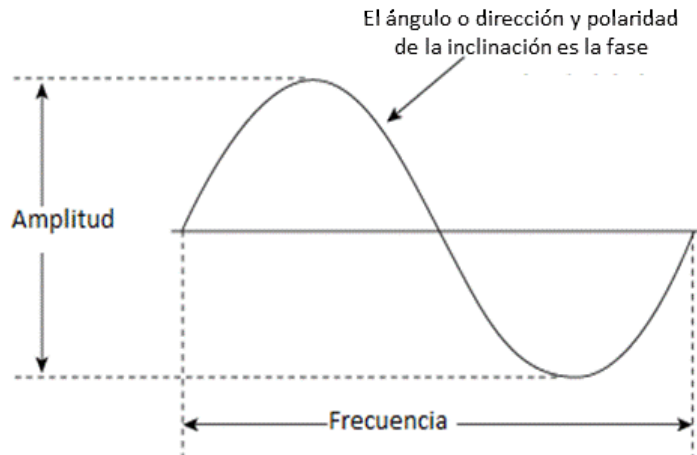


Figura 1. Elementos de una onda
(Elaboración propia, 2014)

El decibel (dB) es una unidad que se utiliza para medir la potencia eléctrica, y es un décimo de un Bel, que es una unidad de sonido más grande. La fórmula para calcular dB es la siguiente: **$dB = 10 \log_{10} (P_{final}/P_{ref})$**

- dB = la cantidad de decibeles. Esto usualmente representa una pérdida de potencia, a medida que la onda viaja o interactúa con la materia, pero también puede representar una ganancia, como al atravesar un amplificador.
- P_{final} = la potencia final. Ésta es la potencia entregada después de que algún proceso haya ocurrido.
- P_{ref} = la potencia de referencia. Ésta es la potencia original.

1.2 Espectro electromagnético

Es el conjunto de los tipos de radiaciones electromagnéticas, cuando se les trata como grupo. La radiación es la energía que viaja en las ondas y se dispersa a lo largo de la distancia. La luz visible que proviene de una lámpara que se encuentra en una casa y las ondas de radio que provienen de una estación de radio son dos tipos de ondas electromagnéticas. En el espectro electromagnético se encuentra:

luz visible, infrarrojos, rayos gamma, radiación ultravioleta conocida como UV y rayos X. Todas las ondas del espectro electromagnético viajan a la velocidad de la luz en el vacío y tienen una longitud de onda (λ) y frecuencia (f), que se puede determinar utilizando la ecuación: $C = \lambda \times f$; donde c es la velocidad de la luz (3×10^8 m/s). (Villegas, Rivera Paredes, & Quispe Ch., 1997) (S. Tanenbaum, 2003) (Cabrero Fraile, 2007)

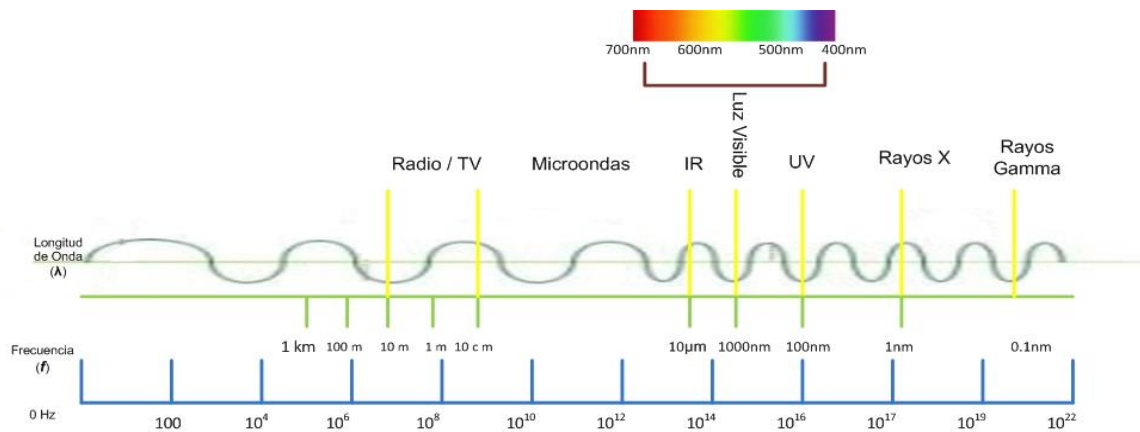


Figura 2. Espectro Electromagnético (Elaboración propia, 2014)

Tabla 1. Bandas de Frecuencia del Espectro Magnético

Onda Electromagnética	Longitud de onda (m)	Frecuencia (Hz)
Rayos gamma	<10 μm	>30, 0 E Hz
Rayos X	< 10 nm	>30, 0 PHz
Ultravioleta Externo	< 200 nm	>1, 5 PHz
Ultravioleta Cercano	< 380 nm	>789 THz
Luz Visible	< 780 nm	>384 THz
Infrarrojo Cercano	<2, 5 μm	>120 THz
Infrarrojo Medio	< 50 μm	>6, 00 THz
Infrarrojo Lejano/submilimétrico	< 1 mm	>300 GHz
Microondas	< 30 cm	>1 GHz
Onda de Radiofrecuencia	>1 mm	<300 GHz

Fuente: (Villegas, Rivera Paredes, & Quispe Ch., 1997)

Las ondas del espectro electromagnético tienen las propiedades de reflexión o rebote, refracción, o quiebre en ángulo, difracción, o dispersión en torno a obstáculos y dispersión, o re direccionamiento por parte de las partículas.

Tabla 2. Tipos de Frecuencias, Alcances y usos

Nombre	Abreviatura	Frecuencia	Longitudes de onda	Uso
		Inferior a 3 Hz	> de 100.00 km	
Extra baja frecuencia	ELF	3-30 Hz	100 000 km- 10 000 km	Comunicación en submarinos
Súper baja frecuencia	SLF	30-300 Hz	10 000 km – 1000 km	Comunicación en submarinos
Ultra baja frecuencia	ULF	300-3000 Hz	1000 km -100 km	utilizada por las fuerzas militares para comunicaciones seguras a través de la tierra
Muy baja frecuencia	VLF	3-30 KHz	100 km – 10 km	Enlaces de radio a gran distancia
Baja frecuencia	LF	30- 300 KHz	10 km – 1 km	servicio de radiodifusión de AM
Media frecuencia	MF	300 – 3000 kHz	1 km – 100 m	Servicio de radiodifusión.
Alta frecuencia	HF	3 -30 MHz	100 m – 10 m	Teléfonos inalámbricos, y Banda Ciudadana o CB.
Muy alta frecuencia	VHF	30 – 300 MHz	10m – 1m	La Televisión, radiodifusión en FM, Banda Aérea, satélites.
Ultra alta frecuencia	UHF	300- 3000 MHz	1m – 100 mm	Televisión, Telefonía móvil
Súper Alta frecuencia	SHF	3-30 GHz	100 mm – 10 mm	IEEE 802.11, Subidas y Bajadas de Satélites, y enlaces terrestres de alta velocidad
Extra alta frecuencia	EHF	30-300 GHz	10 mm -1 mm	Sistemas de radar de alta resolución.
		Mayor de 300 GHz	< de 1 mm	

Fuente: (Grayson, Shatzkamer, & Wainner, 2009) (Villegas, Rivera Paredes, & Quispe Ch., 1997)

1.3 Modulación

Es un proceso por el cual la información de señales analógicas o digitales son transformadas dentro de una onda para la transmisión a través de algún medio o canal; la modulación analógica se realiza a partir de señales analógicas de información y la modulación digital se lleva a cabo a partir de señales generadas por fuentes digitales; engloba el conjunto de técnicas para transportar información sobre una onda portadora, típicamente una onda sinusoidal. Estas técnicas

permiten un mejor aprovechamiento del canal de comunicación lo que posibilita transmitir más información en forma simultánea, protegiéndola de posibles interferencias y ruidos. El portador de radiofrecuencia tendrá un conjunto particular de frecuencias, con algunos rangos máximos y mínimos, la cantidad total del espectro de frecuencia usado por un canal es conocido como ancho de banda de radiofrecuencia, y son componentes fundamentales para los sistemas de comunicación digital. La modulación puede ser realizada por el cambio de amplitud, frecuencia, fase o ángulo del portador de acuerdo a los *bits* de entrada. Estas técnicas son llamadas modulación por amplitud (AM), modulación por fase (PM), modulación por frecuencia (FM) y modulación por división de frecuencia (OFDM). (Ouellet, Padjen, Pfund, Fuller, & Blankeship, 2002)

Se puede identificar tres técnicas principales de modulación:

- FHSS (radiotransmisión de salto de frecuencias de espectro amplio)
- DSSS (espectro de dispersión de secuencia directa)
- OFDM (multiplexación por división de frecuencia ortogonal)

Las diferentes técnicas de modulación influyen en la transferencia de datos de un punto a otro. La modulación de los datos es la forma en que estos se acomodan en un medio para ser transmitidos, ej. el espectro radioeléctrico. (E. Alexander, 2004)

1.4 Familia de estándares IEEE 802.11

El estándar IEEE 802.11 posee una tecnología clave que es el DSSS (espectro de dispersión de secuencia directa); es conocido también como *Wi-Fi*, y hace referencia a los sistemas DSSS operando a 1, 2, 5.5 y 11Mbps, donde todos cumplen con la norma de forma retrospectiva. La familia IEEE 802.11 define estándares que se sitúan en los niveles más bajos de la pila del modelo OSI, más concretamente en la capa física y en el subnivel MAC de la capa de enlace.

A continuación se describen distintos estándares que comprenden la familia IEEE 802.11, en primer lugar se describen aquellos estándares que cubren

aspectos de la capa física y de enlace, y que constituyen la base para la creación de redes de datos inalámbricas; después, se describen los estándares que intentan optimizar el comportamiento de los estándares 802.11 base. Los estándares inalámbricos de capa física y de la capa de enlace (subnivel MAC) que componen la familia IEEE 802.11 son el IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n. En la Figura 3, muestra la evolución de los estándares a nivel físico:

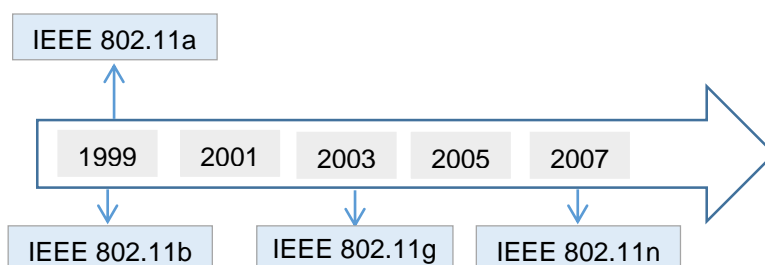


Figura 3. Evolución de los Estándares del 802.11 (Elaboración propia, 2014)

Tabla 3. Comparativa de los Estándares del 802.11

Estándar WLAN	802.11	802.11b	802.11a	802.11g	802.11n
Organismo	IEEE	IEEE	IEEE	IEEE	IEEE
Finalización	1997	1999 (802.11RH, de High Rate)	1999 aunque los productos salen en 2001	2003	2007 2009
Denominación		WiFi	WiFi 5	WiFi	
Banda de frecuencia	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz	2.4 GHz y 5.8 GHz 2.5 a 5
Tasa de transmisión máxima	1 a 2 Mbps	5.5 a 11 Mbps	Up to 54 Mbps	Up to 54 Mbps	108 Mbps 540 Mbps 600
Numero de flujos		1	1	1	1 a 4
Canal (GHz)		20	20	20	20 a 40
Throughput medio		5.5 Mbps	36 Mbps		
Técnica de Modulación	FHSS, DSSS, IR	DSSS, CCK (BPSK, QPSK, CCK)	OFDM (BPSK, QPSK)	CCK (OFDM, DSSS)	OFDM
Área de cobertura interno		100 mts aprox	50 mts aprox	100 mts aprox	250 mts aprox
		32 usuarios por AP		Compatibilidad con 802.11b	Es llamado MIMO y es compatible con estándares anteriores

Fuente: (S. Gast, 2002) (E. Alexander, 2004)

- 802.11s: estándar para redes malladas (Mesh), las cuales mezclan las topologías de redes ad-hoc e infraestructura. La norma 802.11s trata de regular la interoperabilidad entre diferentes fabricantes en cuanto a este protocolo malla, ya que cada uno tiene sus propios protocolos para la autoconfiguración de rutas entre puntos de acceso (AP). Esto extiende el estándar IEEE 802.11 con un protocolo y arquitectura totalmente nueva.

1.5 Arquitectura lógica

La arquitectura lógica de la IEEE 802.11 está definida por el nivel capa física del modelo OSI, y consiste en varios componentes que interactúan para proporcionar conectividad inalámbrica. Estos componentes pueden soportar movilidad entre estaciones transparentes para las capas superiores. Una LAN 802.11 está basada en una arquitectura celular, es decir, el sistema está dividido en celdas, donde cada celda denominada conjunto de servicios básicos (BSS), es controlada por una estación base llamada AP, aunque también puede funcionar sin la misma en el caso que las máquinas se comuniquen entre ellas. Los AP (Puntos de Acceso) de las distintas celdas están conectados a través de algún tipo de red troncal (llamado Sistema de Distribución). La WLAN completamente interconectada, incluyendo las distintas celdas, los AP respectivos y el sistema de distribución es denominada en el estándar como un conjunto de servicio extendido (Extended Service Set, ESS).

- STA (estación móvil) y AP: STA es el dispositivo que se conecta por medio de la radio frecuencia (RF) o un medio inalámbrico y es usualmente referido como el adaptador de red o la tarjeta interfaz de red (NIC), estos son más conocidos por la red alámbrica. Cada estación será soportada por un conjunto de servicios bien definidos incluyendo la autenticación, la desautenticación, la privacidad y la entrega de datos.

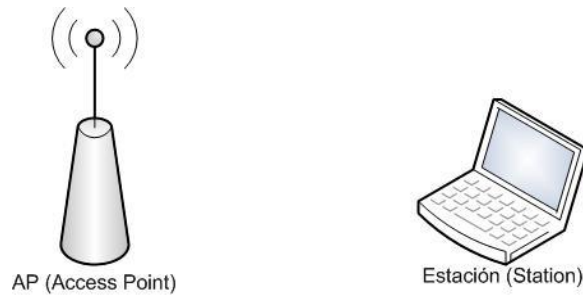


Figura 4. Estación y AP
(Elaboración propia, 2014)

- Conjunto de Servicios Básicos *BSS* (BASIC SERVICES SET): conjunto de servicios básico de una LAN IEEE 802.11. La figura 5 muestra un *BSS* con cuatro estaciones que son miembros de este mismo, además de los AP. El *BSS* abarca una única área de radiofrecuencia, o celda, según lo indica el círculo. A medida que una estación se aleja del AP, su velocidad de datos disminuirá. Cuando sale de su *BSS*, ya no puede comunicarse con otros miembros del mismo. Un *BSS* utiliza el modo de infraestructura, un modo que necesita un AP. Todas las estaciones se comunican a través del AP, y no direccionalmente. Un *BSS* tiene un único identificador de conjunto de servicios (*SSID*).

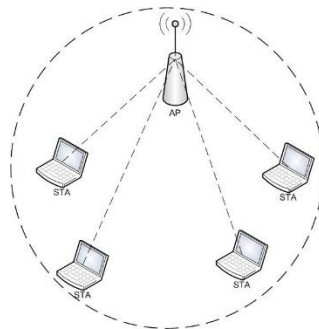


Figura 5. *BSS* (Conjunto de Servicios Básico)
(Elaboración propia, 2014)

Toda red 802.11 está construida bajo el conjunto de servicios básicos los cuales es simplemente un conjunto de estaciones, tratándose de conectar unas con otras y *SSID* el cual suele identificar un ESS. Cuando un AP ofrecido por los servicios de un *BSS* enviara paquetes de *broadcats* usando la dirección MAC para

anunciar los servicios que este ofrece; esto es llamado como *BSSID*. Hay dos tipos de *BSS*, y cada uno opera ligeramente diferente del otro, cuando no hay un *AP* en el *BSS*, se está refiriendo como un *BSS* independiente (*IBSS*), más frecuente utilizado en las redes ad hoc.

- *BSS* independiente (*IBSS*): conjunto de servicios básicos independiente (*IBSS*) es el tipo más básico de *LAN IEEE 802.11*. Una *LAN IEEE 802.11* mínima independiente consiste sólo en dos estaciones. Las estaciones dentro de un *IBSS* se comunicaran directamente unas con otras usando el mismo *SSID*, y una relación de malla completa, será formada en orden para comunicar una estación con todas las demás estaciones dentro del *IBSS*, en otras palabras no hay un concepto de *broadcast* y *multicast* en un ambiente de *IBSS*. Puesto que un *IBSS* consiste en estaciones conectadas directamente, también se denomina red punto a punto. Existe, por definición, solo un *BSS* y no hay un sistema de distribución (*DS*). Un *IBSS* con cuatro estaciones se muestra en la siguiente figura 6:



Figura 6. Conjunto de servicios independientes
(Elaboración propia, 2014)

- Conjunto de servicios extendidos (*ESS*): conjunto de servicios extendidos, está un nivel más arriba que el *BSS* en la arquitectura 802.11, cuando hay múltiples *AP* y estaciones múltiples *BSSes* sobre la red para formar una red inalámbrica más grande esto es llamado como un conjunto de servicios extendidos. Dentro de un conjunto de servicios extendidos una estación puede comunicarse con una estación de otro conjunto de servicios básicos a través de los *AP*. El mismo *SSID* será usado para esta misma conexión, el

medio que conecta a diferentes conjunto de servicios básicos, son llamados sistemas de distribución ESS el cual es usado pero no necesariamente dentro de la infraestructura cableada de la red. El *AP* determinará si el tráfico del conjunto de servicio básico podrá ser enviado de regreso al conjunto de servicio básico apara otra estación, otro *AP* u otro conjunto de servicios básico, o a un destino sobre la red cableada la red extendida. Un conjunto de servicios extendidos se define como dos o más *BSS* conectados por medio de un DS común. Esto permite la creación de una red inalámbrica de tamaño y complejidad arbitrarios al igual que sucede con un *BSS*, todos los paquetes de un ESS deben atravesar uno de los *AP*. Las estaciones que se encuentran dentro de un (ESS) pueden comunicarse y las estaciones móviles pueden desplazarse de un conjunto de servicios básicos (*BSS*) a otro (dentro del mismo conjunto de servicios extendidos (ESS)), de manera trasparente a la capa MAC (LLC).

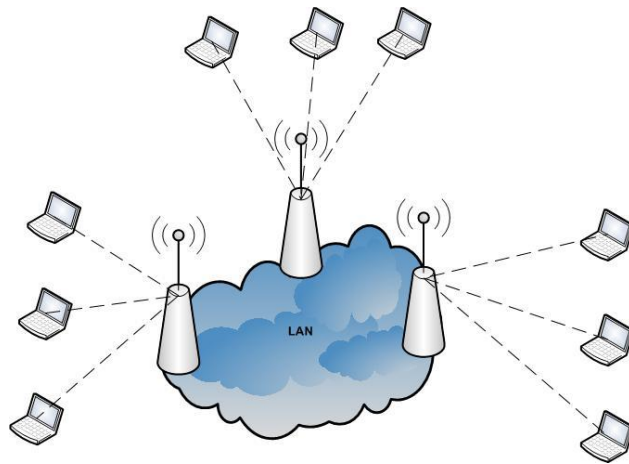


Figura 7. Conjunto de servicios extendidos
(Elaboración propia, 2014)

- Sistema de distribución (DS): es el mecanismo específico por 802.11 para ser usado por *AP* para comunicarse con otro *AP* para el intercambio de tráfico para las estaciones en las *BSS*es. De hecho en las DS no es necesariamente una red parar el estándar 802.11, el 80 solo especifica los servicios que el sistemas de distribución deben brindar y deja la implementación de distribución abierta. El DS puede ser cableado o inalámbrico, *LAN* o *WAN*.

La arquitectura de red de datos inalámbrica 802.11 se especifica independientemente de las características físicas del DS. (S. Gast, 2002)

1.6 Movilidad (*roaming*)

Conjunto de servicios extendido, técnica que nos permite movernos libremente de un *AP* a otro. Para solucionar problemas de solapamiento entre las zonas de cobertura de los *AP*, se hace una división del rango de frecuencias, y se asignan rangos diferentes a las áreas de cobertura contiguos, en otras palabras es el proceso o capacidad de un cliente inalámbrico de desplazarse de una celda, o *BSS*, a otra, sin perder conectividad con la red. Los *AP* se entregan al cliente entre si y son invisibles al mismo. El estándar IEEE802.11 no define como debería llevarse a cabo la movilidad, pero si define los bloques de construcción básicos, que incluyen la búsqueda activa y pasiva y un proceso de re asociación. La re asociación con los *AP* debe tener lugar cuando una estación hace la movilidad de un *AP* a otro. (Cisco Systems, 2003) (Networks, 2013)

1.7 Antenas

Son un componente muy importante de los sistemas de comunicación, más importante de toda estación de transmisión y recepción. Una antena es un dispositivo utilizado para transformar una señal de radiofrecuencia que viaja en un conductor, en una onda electromagnética en el espacio abierto. Las antenas exhiben una propiedad conocida como reciprocidad, lo cual significa que una antena va a mantener las mismas características sin importar si está transmitiendo o recibiendo. La mayoría de las antenas operan eficientemente solo en una banda de frecuencia relativamente baja. Una antena debe ser sintonizada en la misma banda que un sistema de radio a que esté conectada, para no afectar la recepción y transmisión. Cuando se alimenta la antena con una señal, emitirá radiación distribuida en el espacio. Todo lo que hacen los equipos de una estación es amplificar y transformar energía de corriente alterna, por lo tanto, para que una estación pueda conectarse con otra sin recurrir a cables de interconexión, se necesita transformar la energía de corriente alterna en un campo electromagnético

o viceversa. Cuanto más eficaz sea esa transformación mayor alcance tendrá la estación, independientemente del equipo que se tenga.

Las antenas se clasifican de acuerdo a:

- Frecuencia y tamaño: las antenas utilizadas para HF (high frequency, alta frecuencia) son diferentes de las antenas utilizadas para microonda. La longitud de onda es diferente a diferentes frecuencias, por lo tanto las antenas deben ser diferentes en tamaño para radiar señales a la correcta longitud de onda, en este punto el enfoque de las antenas es que tengan la capacidad de trabajar en las frecuencias de los 2.4 GHz y 5 GHz. A los 2.4GHz la longitud de onda es de 12.5 cm, mientras a los 5Ghz es de 6 cm.
- Directivas: las antenas pueden ser omnidireccionales, sectoriales o directivas. Las antenas omnidireccionales irradian aproximadamente con la misma intensidad en todas las direcciones, es decir 360°. Los tipos de antenas omnidireccionales más populares son los dipolos y las de plano de tierra. Las antenas sectoriales irradian principalmente en un área específica. El Haz puede ser tan amplio como 180 grados, o tan angosto de 60°. Las direccionales o directivas son antenas cuyo ancho del haz es mucho más angosto que en las antenas sectoriales. Tienen la ganancia más alta y por lo tanto se utilizan para enlaces a larga distancia. Los tipos más frecuentes de antenas directivas son la "Yagi", biquad, los platos parabólicos.
- Ganancia: no es una cantidad que pueda ser definida en términos de cantidad física como vatios u ohmios: es un cociente sin dimensión, y se expresa con referencia a una antena estándar. Las dos referencias más comunes son la antena isotrópica y la antena dipolo resonante de media longitud de onda.

Tipos:

- Antena omnidireccional montada en el techo: diseñadas para brindar una cobertura de 360° en un ambiente de espacio de una oficina. Específicamente la antena tiene 360 grados de cobertura horizontal y 38

grados de cobertura vertical. El rango brindado por estas antenas es de 500 pies (152.5 metros) a 1 Mbps y 145 pies (44.225 metros) a 11 Mbps.

- Antena omnidireccional montada en Mástil: antena para exterior de rango reducido, esta antena tiene una cobertura de 360° horizontales y 38° de cobertura vertical. Esta específicamente diseñada para aplicaciones punto multipunto. El rango aproximado que es brindado por este tipo de antenas para una configuración de tipo exterior es de 5000 pies (1525 metros) a 2Mbps y 1, 580 pies (481.9 metros) a 11 Mbps.
- Antena omnidireccional montada en Mástil de Alta Ganancia: son comúnmente aplicadas para aplicaciones punto multipunto, la antena de alta ganancia tienen una cobertura vertical de solo 7°, porque transmite la señal a un ángulo más pequeño, la mayor cantidad de la energía de la señal está concentrada de esta manera dando a la antena un mejor rango. Específicamente el rango de esta antena es de 4.6 millas (7.4014 km) a 2 Mbps, y 1.4 millas (2.2526 km) a 11 Mbps.

1.8 Tecnologías inalámbricas

Al igual que las redes de datos cableadas, las redes de datos inalámbricas se clasifican en 4 categorías, las cuales son:

- WWAN (Wireless World Area Network): red inalámbrica de área mundial. Este tipo de redes tienen cobertura bajo áreas extremadamente grandes. Un ejemplo de este tipo de redes es la red de teléfonos celulares, y son reguladas por agencias gubernamentales.
- WMAN (Wireless Metropolitan Area Network): red inalámbrica de área metropolitana, este tipo de redes son utilizadas para espacios geográficos de unos cuantos kilómetros a la redonda; ejemplo de ella es Wimax que soportan hasta en promedio 54 kilómetros de distancia en condiciones favorables de clima y cerca de 22 kilómetros en condiciones climatológicas adversas.
- WLAN (Wireless Local Area Network): red inalámbrica de área local que suele situarse dentro de un mismo edificio (donde tiene un óptimo alcance de

100 m). Las redes inalámbricas de este tipo más conocida es WiFi en sus versiones 802.11a, 802.11b, 802.11g y 802.11n.

- WPAN (Wireless Personal Area Network): red inalámbrica de área personal de interconexión de periféricos que se pueden encontrar a unos pocos metros de distancia del emisor, con velocidades de transmisión inferiores de 1 Mbps. (Andréu, 2010).

Tabla 4. Comparación de tecnologías inalámbricas

	PAN	LAN	MAN	WAN
Estándares	<i>Bluetooth</i>	802.11a, 802.11b, 802.11g	802.11, MMDS LMDS	GSM, GPRS, CDMA, 3G
Velocidad	< 1 Mbps	1 - 54+ Mbps	22+ Mbps	10 - 384 Mbps
Rango	Corto	Medio	Medio-largo	Largo
Aplicaciones	Peer to peer Dispositivo a dispositivo	Redes empresariales	Fijo, última milla	PDA's, telefonía celular

Fuente: (Joskowics, 2008) (Villegas, Rivera Paredes, & Quispe Ch., 1997)

1.9 Seguridad

Aspecto más importante del diseño de la red, puesto que las amenazas dentro y fuera de la red de la empresa requieren las normas y tecnologías más actuales. Como objetivo tiene que los problemas de seguridad no deben interrumpir la capacidad de la organización para el desempeño de la misma ya que puede afectar la integridad de la información y de los dispositivos.

En primera, en el diseño de la seguridad debe existir la planificación la cual implica la identificación de los activos de red que deben ser protegidos, analizando los riesgos y el desarrollo de los requisitos.

La seguridad de redes inalámbricas abarca dos elementos: el acceso a la red y la protección de los datos (autenticación y *encriptación*, respectivamente). Las violaciones a la seguridad de la red inalámbrica, generalmente vienen de los AP no autorizados, aquéllos instalados sin el conocimiento de los administradores de la red, o que operan con las funcionalidades de protección deshabilitadas (que es la

configuración por omisión en los dispositivos inalámbricos) (Pellejero, Andreu, & Lesta, 2006).

En la parte de seguridad se debe tener en cuenta que una vulnerabilidad: es un error de diseño o errores de configuración que hace que la red (o un host de la red) sea susceptible a los ataques maliciosos de forma local o los usuarios remotos, y pueden existir en varias áreas de la red, como en el *firewall*, servidores FTP, servidores *Web*, sistemas operativos o contenedores CGI, así mismo los usuarios. Dependiendo del nivel de los riesgos de seguridad, la explotación exitosa de una vulnerabilidad puede variar de la divulgación de información.


1.10 ClearPass


Plataforma que ofrece servicios de seguridad, control de acceso a la red basado en roles como lo pueden ser empleados, invitados, y en este caso alumnos, a través de cualquier dispositivo cableado, inalámbrico y con infraestructura VPN. Compone de varios módulos, asociándose cada uno a un tipo de servicio. Esto no significa que sea necesario adquirir diferentes sistemas para su puesta en funcionamiento, sino que se licencia en base al uso que se va a hacer de la plataforma. El módulo central, *Clearpass Policy Manager*, hace las veces de servidor AAA, pudiendo utilizar para ello protocolo RADIUS de nivel empresarial / TACACS+, SAML, SNMP, etc. Y pudiendo utilizar una gran variedad de fuentes autenticación, LDAP, AD, SQL, HTTP (*Web services*). El primer paso es la incorporación del dispositivo a la red, esto incluye automáticamente la configuración de los ajustes de los dispositivos y asignarle un identificador único, después invocará la política adecuada implicando examinar todo el contexto pertinente de ese usuario, su dispositivo y ubicación, mientras que permite a la política ser dinámica y que cambie a medida del uso de la red. Finalmente el Framework se encarga de la ejecución de la política a través de la organización sobre cualquier infraestructura de la red cableada o inalámbrica y redes remotas. (ARUBA, 2014)

1.11 Tipo de controladoras y AP para las redes WAN

De acuerdo a Gartner inc., quién genero un reporte llamado cuadro mágico para la infraestructura cableada e inalámbrica de acceso LAN (*Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure*), en el cual hace una amplia comparación de las principales marcas y proveedores que están a la vanguardia de equipamiento. En el cuadro 5, se observar diferentes marcas para esta infraestructura y cual está mejor posicionada en el mercado.

Tabla 5. Cuadro mágico para la infraestructura cableada e inalámbrica de acceso LAN

capacidad para ejecutar 	COMPETIDORES	LIDERES
	<ul style="list-style-type: none"> • Dell • Extreme Networks (Enterasys Networks) • Huawei • Motorola Solutions • D-Link • Juniper Networks 	<ul style="list-style-type: none"> • Cisco • Aruba • Aerohive • Alcatel-lucent Enterprise • Xirrus • Avaya
	<i>Niche players</i>	VISIONARIOS

integridad de la visión 

 (Zimmerman, Lerner, & Menezes, 2014)

En los cuadrantes mágicos proporcionan un posicionamiento competitivo gráfico de cuatro tipos de proveedores de tecnología, donde el crecimiento del mercado es alto y la diferenciación del proveedor está definida. A continuación se describe cada sector del cuadro:

- Competidores: se posicionan bien o pueden llegar a tener un mejor estatus, pero no demuestran una comprensión de la dirección del mercado.
- Líderes: marcas mejor posicionadas que se encuentran a la vanguardia del mercado.
- Visionarios: entienden la tendencia y la visión de la industria, pero carecen posicionamiento en el mercado.
- *Niche players*: enfocan correctamente en un pequeño segmento, o están fuera de la directriz y están fuera de lo innovado.

Como se pudo observar en el cuadro mágico, Cisco y Aruba son los líderes en el mercado en cuestión de infraestructura para redes cableadas e inalámbricas. Cisco es un proveedor que comparte liderazgo junto con Aruba, tiene una línea completa de soluciones dentro de la capa de acceso, incluyendo funcionalidad en aplicaciones de servicios de la administración de la red y seguridad. Aruba se centra principalmente en soluciones inalámbricas, puede correr bajo el esquema con controladora o sin ella y trabaja con una herramienta poderosa de *software* como lo es *Airwave*. Aruba ha simplificado la arquitectura del producto que permite a las organizaciones tener flexibilidad en términos de administración, despliegue y escalabilidad en su ambiente. Una de las desventajas de Aruba es que sus AP corren en un modo instantáneo, carecen de algunas capacidades de arquitecturas basadas en controlador y algunos de los usuarios les parecen confuso. (Zimmerman, Lerner, & Menezes, 2014)

1.12 Direccionamiento IP

Las direcciones de clase A empiezan con un *bit* 0. Por lo tanto, todas las direcciones de 0.0.0.0 a 127.255.255.255 pertenecen a la clase A. La dirección 0.0.0.0 se reserva para el enrutamiento predeterminado y la dirección 127.0.0.0 se reserva para la prueba de interfaz de red virtual. (Cisco Systems, 2003)

Las direcciones de clase B empiezan con un *bit* 1 y un *bit* 0. Por lo tanto, todas las direcciones de 128.0.0.0 a 191.255.255.255 pertenecen a la clase B. Las direcciones de clase C empiezan con dos *bits* 1 y un *bit* 0. Las direcciones de clase C comprenden de 192.0.0.0 a 223.255.255.255.

Tabla 6. Clases y rangos de Direcciones IP

Clase	Bit de alto nivel	Inicio	Final
Clase A	0	0.0.0.0	127.255.255.255
Clase B	10	128.0.0.0	191.255.255.255
Clase C	110	192.0.0.0	223.255.255.255
<i>Multicast</i>	1110	224.0.0.0	239.255.255.255
Experimental	1111	240.0.0.0	255.255.255.255

Fuente: (Cisco System Inc., 2007)

Tabla 7 Mascara de Red Basada en Clase

Clase	1er Octeto	2° Octeto	3° Octeto	4° Octeto	Mascara de subred
Clase A	Red	Host	Host	Host	255.0.0.0 / 8
Clase B	Red	Red	Host	Host	255.255.0.0/ 16
Clase C	Red	Red	Red	Host	255.255.255.0 /24

Fuente: (Cisco System Inc., 2007)

1.13 Metodología del Top/Down

Existen diferentes metodologías para el análisis y diseño de una red, para el desarrollo de este trabajo se tomaron como base dos de ellas, la metodología de James D. McCabe (Network Analysis, Architecture, and Design) y la metodología de Priscila Oppenheimer (Top-Down Network Design). Las cuales siguen un proceso sistemático desarrollado por etapas. (Oppenheimer, 2004) (D. McCabe, 2007).

La metodología utilizada en este proyecto fue la del diseño de redes de Top/Down de Priscila Oppenheimer, ya que enfatiza a profundidad el análisis de cada etapa y toma en consideración el modelo OSI siendo las capas superiores las preliminares a analizar hasta llegar a las inferiores que se enfocan a la parte física del proceso de comunicación en una red. Otro punto a considerar es la importancia que se le da al usuario tomándolo en cuenta en todo el transcurso del proyecto. La metodología consta de cuatro principales etapas del diseño.

➤ Etapa uno:

- Fase del análisis de requerimientos: Fase del análisis de requerimientos: en esta etapa se analiza la misión y la visión de la UAEM, y se investigó la infraestructura de la red existente, examinando el tráfico de la red, con el fin de detectar los puntos a mejorar.

➤ Etapa dos:

- Fase del diseño lógico de la red: se crea un diseño de la topología de la red de la organización, y estructurando un modelo de nombres y

direccionamiento para determinar la utilización de protocolos de enrutamiento, y delinear estrategias de la administración de la red.

➤ Etapa tres:

- Fase del diseño físico de la red: se selecciona la tecnología y dispositivos más competentes para poder alcanzar el objetivo general del presente trabajo.

➤ Etapa cuatro:

- Fase de pruebas, optimización y documentación de la red: realización del análisis del diseño planteado, optimización del desempeño y documentación el diseño de la red.

Diseñar una red de datos de área local inalámbrica implica un proceso completo, al que se debe de asociar las necesidades de la organización con la tecnología disponible. Esto nos ayudara a generar un diseño que maximizará el éxito de la organización y la satisfacción del usuario final. La utilización de un proceso de diseño de red estructurado en el diseño de red en base de “Top/Down” ayuda para obtener mayor precisión de las necesidades de los usuarios que desafortunadamente no son tomados en cuenta. Otra de las ventajas que se tiene con este modelo es que se puede hacer que el diseño tenga una mejor administración ya que es dividido en módulos, los cuales son más fácil de ofrecer mantenimiento y pueden sufrir modificaciones sin alterar el diseño entero.

Esta metodología se enfoca en un diseño sustentado en el ciclo de vida del desarrollo de sistemas.



Figura 8. Ciclo de diseño de red e implementación
(Elaboración propia, 2014)

La fase de pruebas es la etapa importante para la verificación de características y el rendimiento de los dispositivos de red en particular o diseños de una red. Cabe mencionar que existen gran variedad de laboratorios para el desarrollo de pruebas, y para una red simple puede ser recomendado confiar en los resultados del proveedor, pero ya para un trabajo como este se recomienda hacer nuestras propias pruebas, ya que el proveedor realizara pruebas de componentes y no de sistema por lo que no se mediría como tal el rendimiento de la red. Para comprender cómo los componentes de la red se comportan en la configuración con las aplicaciones, el tráfico de red y los requisitos únicos, la construcción de un modelo de la red suele ser necesario, y este permitirá ir más allá de las pruebas de componentes y se podrá valorar el rendimiento probable del diseño, incluyendo retardo de extremo a extremo, y la disponibilidad.

La capacidad para implementar un modelo depende de los recursos disponibles que incluyen personas, equipos, dinero y tiempo. El modelo puede ser implementado y probado de la siguiente manera: como una red de prueba en un laboratorio, integrado en una red de producción pero probado fuera y dentro del horario normal. Esto permitirá poner en práctica al menos una parte de del sistema

modelo en una red de prueba antes de su aplicación en una red de producción, sin afectar su productividad de los trabajadores que dependen de la red. Una red de prueba también ayuda a evaluar las capacidades del producto, desarrollar configuraciones de dispositivo iniciales, y el rendimiento de la red.

En cuanto un modelo ha sido aceptado de forma provisional, es importante probar una implementación inicial del diseño de una red de producción para identificar posibles cuellos de botella u otros problemas que el tráfico real puede desencadenar. Las pruebas iniciales se realizaran fuera del horario normal para minimizar los posibles problemas, pero las pruebas finales deben realizarse durante las horas de trabajo diarias para evaluar el rendimiento durante la carga normal.

Se recomienda tomar en cuenta lo siguiente para planificar una prueba “en vivo”: advertir a los usuarios con antelación sobre el calendario de pruebas para que puedan contar con una cierta degradación del rendimiento, indicar a los administradores de red y otros diseñadores con anticipación para evitar la posibilidad de que puedan estar ejecutando pruebas al mismo tiempo, avisarle a los administradores de red para que no sean confundidos por las alarmas inesperadas en las consolas de gestión de la red y para que se puedan dar cuenta de tráfico de la prueba al documentar estadísticas de carga y disponibilidad; ejecutar las pruebas que comienzan con pequeños cambios de tráfico y configuración; aumentar gradualmente los cambios y por ultimo dar seguimiento a los resultados de la prueba no usándolas hasta que se cumplan los objetivos de la prueba, y que la red de producción no se vea gravemente afectada o de preferencia que no falle.

En general la prueba de diseño de red es un paso importante en el proceso de diseño que permite confirmar que el modelo se ajusta a los objetivos de la empresa. Al probar el diseño, se puede verificar que las soluciones que se han desarrollado proporcionarán el rendimiento y la calidad de servicio que el cliente espera. (Oppenheimer, 2004)

2. METODOLOGÍA

2.1 Fase del análisis de requerimientos

2.1.1 Descripción de la organización

El Campus Universitario “El Cerrillo” ubicado físicamente en la localidad de El Cerrillo Piedras Blancas, Municipio de Toluca, Estado de México, calle Independencia, cuenta con cuatro espacios universitarios, un Hospital de Grandes especies y una Biblioteca de Área. Cada una de estas dependencias están conectadas a través de fibra óptica multimodo como enlaces principales, los cuales salen del sitio central (*site* central) ubicado físicamente a un costado izquierdo de la Biblioteca de Área. La forma en cómo se conecta cada uno de estos enlaces es por medio de un equipo con propiedades de capa 3 y capa 2 brindando funciones de “*enrutamiento y switcheo*”. En cada marco de distribución principal (*MDF*) de las facultades se encuentra básicamente un distribuidor de fibra óptica y un equipo de comunicaciones switch administrable el cual es de gran ayuda para monitoreo desde DTIC, la conversión de Fibra óptica a *Ethernet* es a través de convertidores de fibra de tipo SC a *Ethernet* a 10/100 Mb.

La infraestructura de las instalaciones físicas de cada dependencia es diferente entre ellas y de igual forma hay grandes diferencias en la infraestructura de la red cableada de voz y datos, otra consideración con gran importancia es el número de usuarios que reside en cada institución y las necesidades y el tipo de aplicaciones que se utilizan. De aquí la gran importancia de ofrecer una propuesta que se adecue a cubrir las necesidades propias de cada espacio académico. En las tablas 5 y 6, se refleja la evolución que va teniendo cada facultad en su matrícula de población y el equipo de cómputo con el paso de los años.

Tabla 8. Relación del número de usuarios por dependencia

Matrícula 2008 – 2009				
Espacio Académico	Alumnos	Académicos	Administrativos	Total
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	678	73	73	824
Facultad de Ciencias Agrícolas	699	83	59	841
Facultad de Ciencias	570	71	30	671
Facultad de Química	474	12	11	497
Total	2421	239	173	2833
Matrícula 2009 – 2010				
Espacio Académico	Alumnos	Académicos	Administrativos	Total
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	781	78	75	934
Facultad de Ciencias Agrícolas	638	90	61	789
Facultad de Ciencias	597	82	31	710
Facultad de Química	505	12	12	529
Total	2521	262	179	2962
Matrícula 2010 – 2011				
Espacio Académico	Alumnos	Académicos	Administrativos	Total
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	884	90	83	1057
Facultad de Ciencias Agrícolas	644	91	60	795
Facultad de Ciencias	666	95	32	793
Facultad de Química	525	12	15	552
Total	2719	288	190	3197
Matrícula 2011 - 2012				
Espacio Académico	Alumnos	Académicos	Administrativos	Total
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	911	91	91	1093
Facultad de Ciencias Agrícolas	661	98	70	829
Facultad de Ciencias	722	108	35	865
Facultad de Química	521	12	15	548
Total	2815	309	211	3335
Matrícula 2012-2013				
Espacio Académico	Alumnos	Académicos	Administrativos	Total
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	849	89	90	1028
Facultad de Ciencias Agrícolas	724	103	78	905
Facultad de Ciencias	838	129	34	1001
Facultad de Química	505	12	15	532
Total	2916	333	217	3466
Matrícula 2013 - (2014)				
Espacio Académico	Alumnos	Académicos	Administrativos	Total
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	821	96	94	1011
Facultad de Ciencias Agrícolas	775	112	78	965
Facultad de Ciencias	889	125	35	1049
Facultad de Química	482	12	15	509
Total	2967	345	222	3534

Fuente. (Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013)

Tabla 9. Relación de equipos de cómputo por dependencia

Matrícula 2008 – 2009	
Espacio Académico	Equipos de Cómputo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	174
Facultad de Ciencias Agrícolas	136
Facultad de Ciencias	245
Facultad de Química	72
Total	627
Matrícula 2009 - 2010	
Espacio Académico	Equipos de Cómputo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	174
Facultad de Ciencias Agrícolas	136
Facultad de Ciencias	245
Facultad de Química	76
Total	631
Matrícula 2010 - 2011	
Espacio Académico	Equipos de Cómputo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	236
Facultad de Ciencias Agrícolas	205
Facultad de Ciencias	287
Facultad de Química	94
Total	822
Matrícula 2011 - 2012	
Espacio Académico	Equipos de Cómputo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	210
Facultad de Ciencias Agrícolas	276
Facultad de Ciencias	373
Facultad de Química	94
Total	953
Matrícula 2012-2013	
Espacio Académico	Equipos de Cómputo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	383
Facultad de Ciencias Agrícolas	271
Facultad de Ciencias	546
Facultad de Química	103
Total	1303
Matrícula 2013 - (2014)	
Espacio Académico	Equipos de Cómputo
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	407
Facultad de Ciencias Agrícolas	336
Facultad de Ciencias	521
Facultad de Química	116
Total	1380

Fuente. (Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013)

La información anterior se utilizó para realizar la proyección de cada variable al 2018, (3.2 y 3.3).

Como punto de partida, se realizó una encuesta, con la finalidad de obtener información acerca de las necesidades y hábitos de uso que tiene la comunidad

universitaria del Campus Universitario “El Cerrillo” referente a la red inalámbrica RIUAEMex; esta encuesta se realizó como un muestreo casual e intencional; casual porque una vez elegido el lugar se aplicó la encuesta a los individuos de la población que accidentalmente se encontraban a disposición, e intencional por que se aplicaron en salas de cómputo, cubículos de profesores, y por correo electrónico institucional. Estos métodos son un método de muestreo no probabilístico, teniendo como fin hacerse una idea a opinión de la comunidad universitaria del Campus, respecto al servicio de la red inalámbrica RIUAEMex. (Bisquerra Alzina, 2004)

Para la realización de la encuesta se tomó como ejemplo un trabajo parecido a la presente investigación, y se realizó con la herramienta Google Drive Form. (Valdez y Alfaro, 2011)

- Aplicación de encuesta a la comunidad universitaria del Campus Universitario “El Cerrillo”

Encuesta referente a la calidad y mejora de la red inalámbrica RIUAEMex en el Campus Universitario “El Cerrillo”, de la Universidad Autónoma del Estado de México

* Required

1. Identifique el tipo de Personal: *

Si es alumno (seleccione otro y especifique: Licenciatura, Especialidad, Maestría o Doctorado)

Académico

Administrativo

Other:

2. Nombre del Espacio Académico al que pertenece: *

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Facultad de Ciencias Agrícolas

Facultad de Ciencias

Facultad de Química

3. Sexo: *

Mujer

Hombre

4. Edad: *

5. ¿Hace uso de la red inalámbrica RIUAEMex? *

Siempre

Casi Siempre

Nunca

6. ¿Con que frecuencia utilizas este servicio? *

Siempre

Casi Siempre

Nunca

7. ¿En que horarios hace uso regularmente de este servicio? *

07:00 - 12:00

12:00 - 17:00

17:00 - 22:00

8. ¿Qué aplicaciones utilizas con más frecuencia, cuando te conectas a la red inalámbrica? *

Biblioteca digital

Control escolar en línea

CONACYT

Redes sociales (twitter, facebook, whatsApp, etc)

(SIUJ) Sistemas Institucionales de Información universitaria (SIIA, PROED, PROMEP, PROID, etc.)

ocio

Other:

9. ¿Cómo consideras el servicio de Internet a través de la red inalámbrica RIUAEMex? *

Excelente

Bueno

Bueno

Malo

10. ¿Cuáles son los lugar que consideras se debe fortalecer la cobertura de la red inalámbrica RIUAEMex? *

Aulas

Laboratorios

Bibliotecas

Áreas abiertas (jardines, cafeterías)

11. ¿Qué clase de dispositivos móviles son los que conectas más frecuentemente a la red inalámbrica RIUAEMEX? *

Celulares

Tablet

Computadoras portátiles (laptops)

12. ¿Cuántos dispositivos móviles conectas a la red inalámbrica RIUAEMex simultáneamente? *

1

2 a 3

3 a mas

13. Alguna sugerencia para mejorar el servicios de internet inalámbrico dentro el Campus universitario "El Cerrillo" *

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by  Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

Figura 9. Encuesta aplicada, utilizando Google Drive Form (Elaboración propia, 2014)

Con esta encuesta aplicada y comprendiendo sus necesidades a tratar, se da seguimiento a las metas y restricciones que tiene en general el Campus Universitario “El Cerrillo” la cual es la organización a analizar, y tener una perspectiva de las aplicaciones más utilizadas.

➤ Metas:

- Escalabilidad de crecimiento
- Disponibilidad de servicio de *Internet*
- Rendimiento del servicio de red
- Seguridad de información
- Facilidad de gestión
- Adaptabilidad a los cambios tecnológicos

➤ Restricciones:

- Está ubicado en una localidad suburbana.
- Debido a la lejanía del Campus no hay suficientes proveedores de servicios de telefonía e *Internet*.
- La zona en la cual está localizado el Campus “El Cerrillo” es susceptible a continuos robo de todo tipo de cableado (eléctrico y de cobre).
(Información proporcionada por la gente de la localidad)

Estas metas y restricciones, durante la investigación fueron detectadas.

➤ Organigrama

La parte del organigrama es de gran importancia para conocer quién es responsable de cada uno de los procesos y procedimientos en los que se ve involucrados los servicios de red en el Campus “El Cerrillo” y en la toma de decisiones.

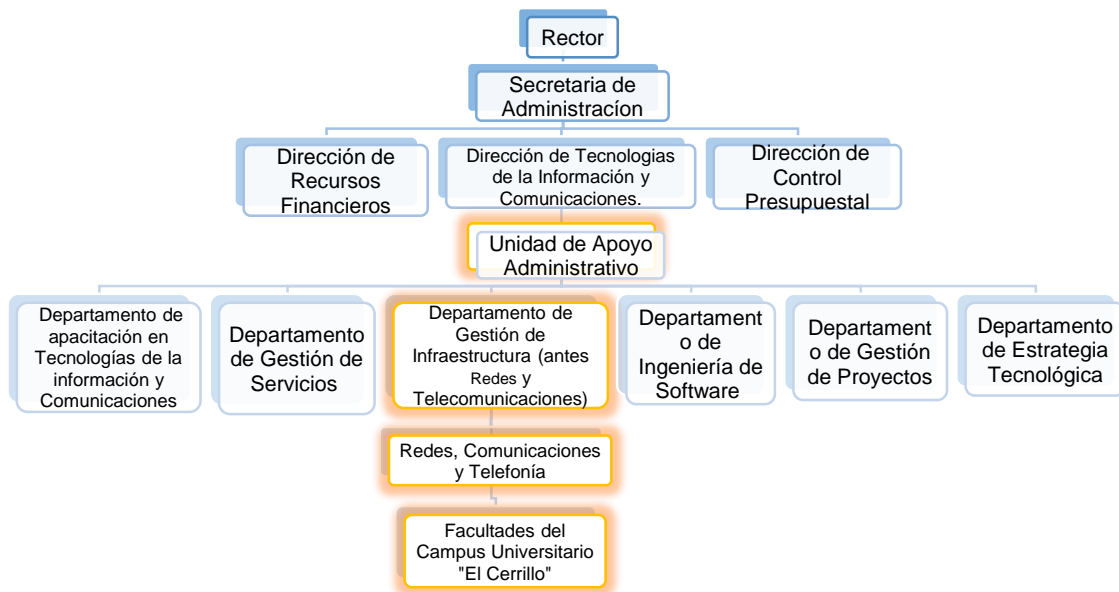


Figura 10. Organigrama UAEM
(Elaboración propia, 2014)

Al conocer la estructura orgánica de la organización, se identifica que intervienen al menos dos direcciones y una secretaría para la toma de decisiones que interviene con respecto a asuntos relacionados con cableado estructurado y gestión de la red. Pero es de vital importancia la intervención de la parte administrativa del espacio académico, ya que ellos serán los responsables de otorgar el recurso económico y dar más facilidades para llevar a cabo los cambios que se requieran a la infraestructura

La Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones en su estructura interna y en base a los lineamientos de la Dirección de Organización y Desarrollo Administrativo (DODA) tiene Procedimientos¹ los cuales ayudan al correcto seguimiento de los servicios que intervienen para la gestión, administración e instalación de cableado estructurado, e instalación de equipos para el

¹ Información proporcionada por parte de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (DTIC), de la Universidad Autónoma del Estado de México.

funcionamiento de la red inalámbrica que se ofrecen, los cuales se mencionan a detalle en el Anexo 2.

2.1.2 Misión y Visión de la Universidad Autónoma del Estado de México

Dentro de la misión y visión se tomaron los puntos donde se hacen presentes las Tecnologías de la Información y Comunicación.

- Misión: impartir educación media superior y superior, son vitales la investigación humanística, científica y tecnológica, la difusión cultural y acciones de extensión asociadas a los avances del humanismo, de la ciencia y la tecnología, del arte y de toda manifestación de la cultura, que en función de la actual crisis ética y moral en el mundo globalizado se verán enriquecidas con el impulso del conocimiento con valores y la responsabilidad social, principios imprescindibles en el quehacer de nuestra institución y la comunidad universitaria. (UAEM M. , 2014)
- Visión: nuestros investigadores estarán en condiciones de generar y recrear conocimientos de frontera y de trabajar con calidad a través de la participación en investigaciones innovadoras —fuentes de recursos adicionales— con organizaciones, asociaciones e instituciones públicas y privadas. Para ello, tendremos la suficiente infraestructura académica y equipo de apoyo para la gestión, basados en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación. (UAEM V. , 2014)

2.1.3 Metas técnicas

Sirven para representar la estructura existente, los nuevos requerimientos y una nueva infraestructura para el diseño de red, a continuación se describen las más destacadas para el perfeccionamiento de este trabajo.

2.1.3.1 Escalabilidad

Se refiere a la capacidad que ofrece el diseño de red para crecer de acuerdo a las necesidades de la organización, el diseño de redes jerárquico implica la división de la red en capas independientes, cada capa cumple con funciones específicas dentro de la red. La separación de las diferentes funciones existentes

en una red, hace que el diseño de la red se vuelva modular y esto facilita la escalabilidad. El modelo de diseño jerárquico tradicional consta de tres capas, las cuales son: capa núcleo, capa de distribución y capa de acceso.

En el Campus Universitario “El Cerrillo”, se cuenta con el siguiente modelo, el cual cumple con esta meta técnica:

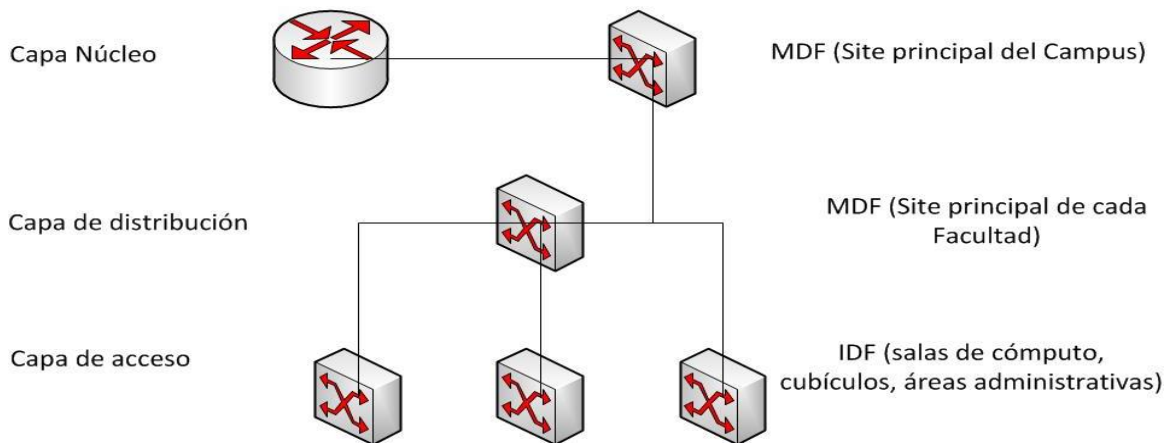


Figura 11. Modelo Jerárquico del Campus Universitario "El Cerrillo"
(Elaboración propia, 2014)

2.1.3.2 Disponibilidad

La disponibilidad se refiere a la cantidad de tiempo que la red está disponible para los usuarios y se puede considerar como una meta crítica para el diseño de la red, esta disponibilidad puede ser expresada como un porcentaje de tiempo, ya sea en años, meses, días u horas, comparado con el total de tiempo en ese periodo. Al tiempo que la red es operativa o en pocas palabras el tiempo en el cual está funcionando, la disponibilidad está ligada con la confiabilidad, pero tiene un significado más específico (porcentaje tiempo disponible de la red), la disponibilidad se refiere a una variedad de problemas incluidos, la precisión, la tasa de error, la estabilidad y la cantidad de tiempo entre fallas, y en cuanto tiempo esa falla será solucionada.

El objetivo de disponibilidad es mantener las aplicaciones de misión crítica funcionando sin problemas, con poco o ningún tiempo de inactividad, y es también

considerada como un tiempo medio entre fallos (MTBF) y tiempo medio de reparación (MTTR). Ambos términos están definidos por una ecuación aritmética:

$$\text{Disponibilidad} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

Usando esta ecuación, la disponibilidad permite al cliente establecer claramente la frecuencia aceptable y la duración de las interrupciones de red, y deben ser considerados también fallas del proveedor así como cualquier otra falla externa a la red. Por lo tanto la disponibilidad es el tiempo en el que la red está en funcionamiento; ahora bien, para poder sacar la disponibilidad de la red en el Campus Universitario “El Cerrillo”, se tomará como dato los horarios en que la población universitaria hace uso de la red, para esto se tiene las siguientes graficas tomadas del servidor de monitoreo PRTG Network Monitor del Área de Redes y Comunicaciones, en diferentes fechas; ; nótese en las figuras 14 y 15 que se refleja un 100% de disponibilidad de acuerdo a los datos proporcionados por el servidor PRTG, de los horarios diarios en que el universitario tiene acceso a la red de la controladora de red inalámbrica del Campus Universitario “El Cerrillo”.

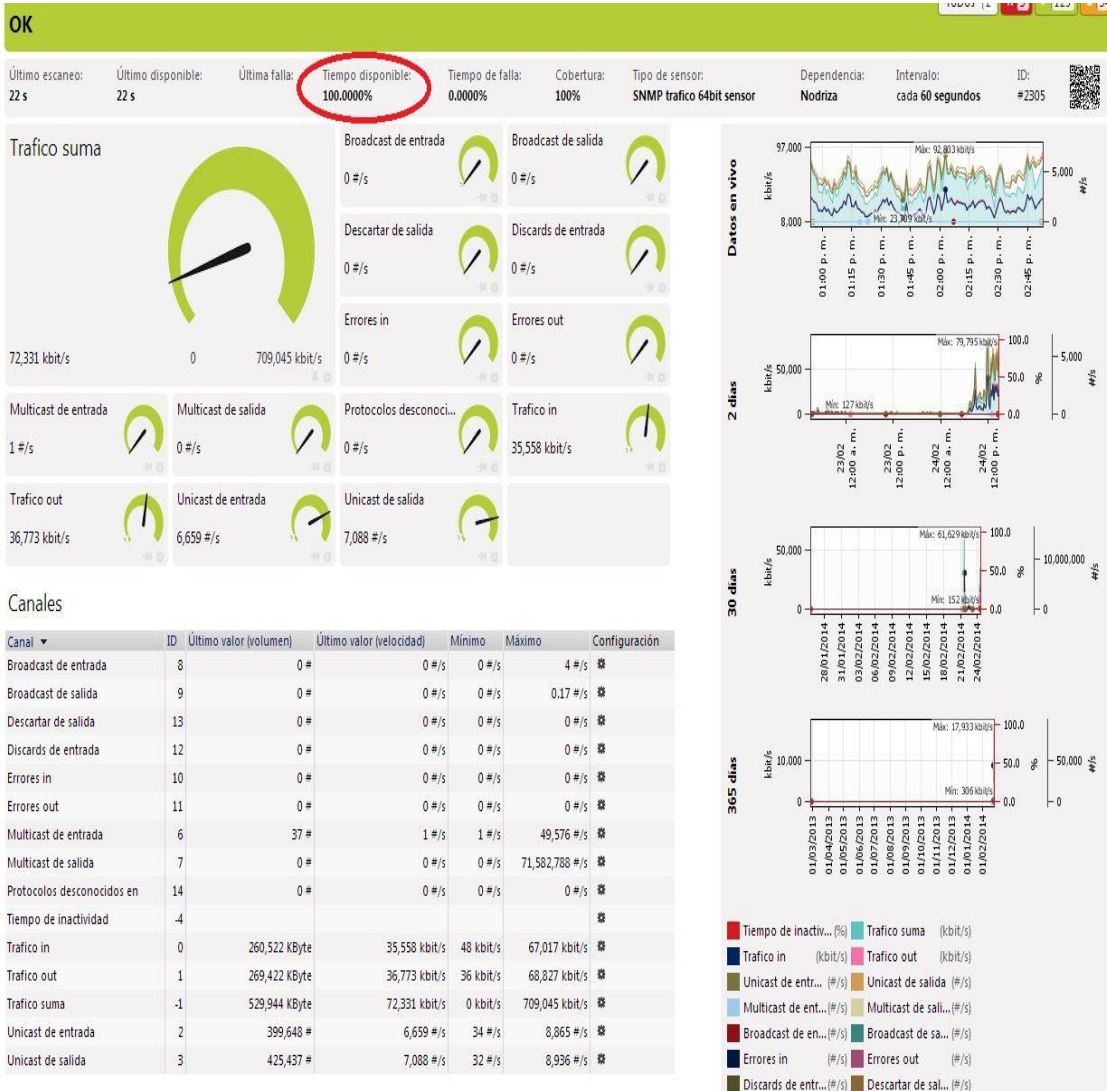
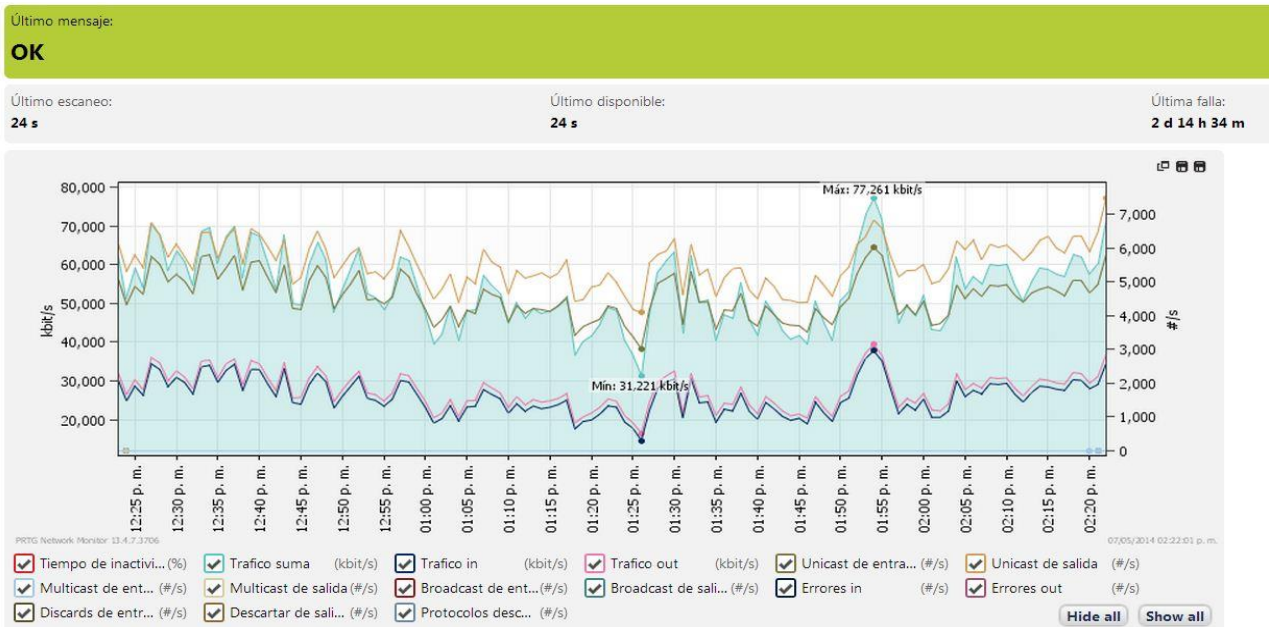
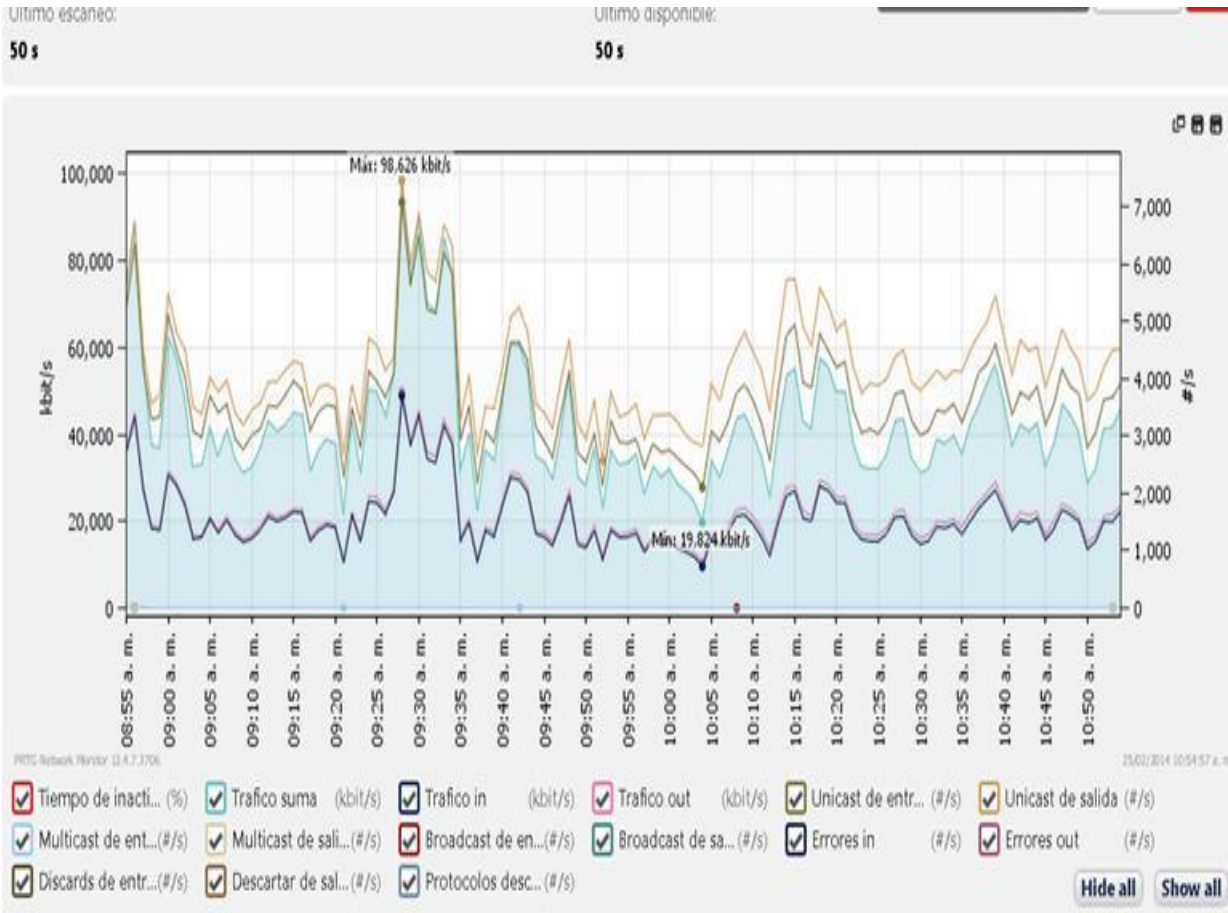


Figura 12. PRTG 24/02/2104
(Información proporcionada por la DTIC, 2014)



Figura 13. PRTG 07/05/2104
(Información proporcionada por la DTIC, 2014)



Como se observan en las figuras 16 y 17, los horarios más saturados son de 8:00 a 9:00 am y de 12:00 a 16:00 pm.

2.1.3.3 Rendimiento de la red

Al analizar los requisitos técnicos para un diseño de red, se debe revisar los criterios de sus usuarios para aceptar el rendimiento de una red, incluyendo el rendimiento, la precisión, la eficiencia, la demora y el tiempo de respuesta.

El análisis de los objetivos de la red de la organización, está estrechamente ligada a analizar la red existente, que permitirá determinar qué cambios se necesitan hacer para cumplir los objetivos de rendimiento. Los objetivos de rendimiento de la red también están estrechamente vinculados a los objetivos de escalabilidad, por lo que se tiene que comprender los planes de crecimiento de la red antes de analizar los objetivos de rendimiento.

Los factores comunes de rendimiento incluyen el ancho de banda, la utilización del ancho de banda, la carga ofrecida, la precisión, eficiencia, la variación y tiempo de respuesta. Otros factores que pueden afectar el rendimiento puede ser el tamaño de paquetes, diseño de redes, protocolos, distancia, velocidad de los clientes (CPU, memoria, y velocidad de acceso a los discos duros, entre otros.

- Objetivos del rendimiento de la red, que serían de utilidad en el análisis de requisitos precisos:
 - Capacidad (ancho de banda). Capacidad de la señal portadora de datos de un circuito o de la red, normalmente medido en *bits* por segundo (bps).
 - Utilización. El porcentaje de la capacidad total disponible en uso.
 - Rendimiento. Cantidad de datos sin errores transferidos con éxito entre los nodos por unidad de tiempo (segundos). Por lo que con esto notamos que el hablar del ancho de banda y rendimiento no es lo mismo.
 - Carga ofrecida. Suma de todos los datos de todos los nodos de la red para enviarse en un momento determinado.

- Precisión. Cantidad de tráfico útil que se transmite correctamente, en relación con el tráfico total. Su objetivo general es que los datos recibidos deben ser el mismo que los datos enviados por la fuente, las causas típicas de los errores de datos incluyen subidas de tensión o picos, problemas de desajuste de impedancia, pobres conexiones físicas, dispositivos que fallan, y el ruido causado por maquinaria eléctrica, e incluso errores de software, el cual son una causa menos común de los errores de problemas de la capa física.
- Eficiencia. Medición de la cantidad de esfuerzo para producir una cierta cantidad de transferencia de datos.
- Retardo (latencia). El tiempo entre una trama de estar listo para la transmisión de un nodo y la entrega de la trama en la red en otro lugar.
- Retrasar variación. La cantidad de retraso medio tiempo varía.
- El tiempo de respuesta. La cantidad de tiempo entre una solicitud de algún servicio de red y una respuesta a la solicitud. (Oppenheimer, 2004)

En el Campus Universitario “El Cerrillo” se cuenta con un enlace por microonda el cual tiene una capacidad aproximada de 50 Mbps (figura18), y es distribuido entre los espacios universitarios que lo conforman. Este enlace es utilizado tanto para la red cableada, la red inalámbrica y la telefonía.

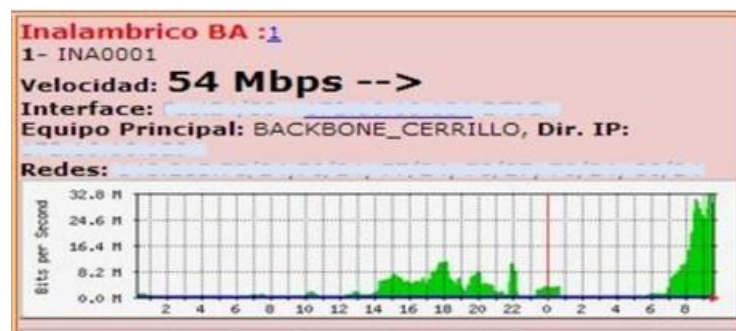


Figura 16. Enlace Inalámbrico en el Campus "El Cerrillo", capturado 07/05/14 a las 10 am (Información proporcionada por la DTIC, 2014)

A continuación se presentan gráficas que expresan el rendimiento que se tiene en el Campus Universitario “El Cerrillo”, tomadas del Servidor MRTG Network Monitor del Área de Redes y Comunicaciones.

Traffic Analysis for 84 -- Backbone_Cerrillo

System: Backbone_Cerrillo in
Maintainer:
Description:
ifType: ethernetCsmacd (6)
ifName:
Max Speed: 12.5 MBytes/s

Estadísticas actualizadas el Miércoles 7 de Mai de 2014 a las 14:40,
'Backbone_Cerrillo' ha estado funcionando durante 10 days, 21:57:20.

Gráfico diario (5 minutos : Promedio)

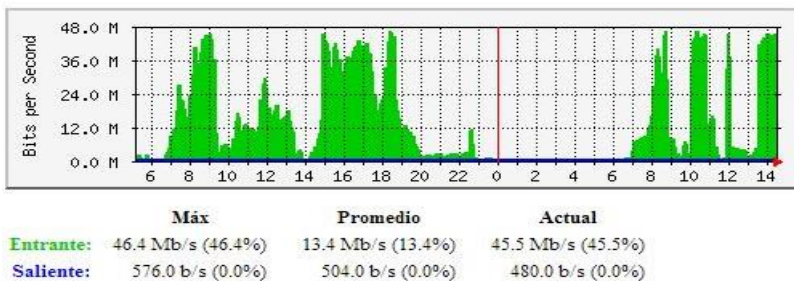


Gráfico semanal (30 minutos : Promedio)

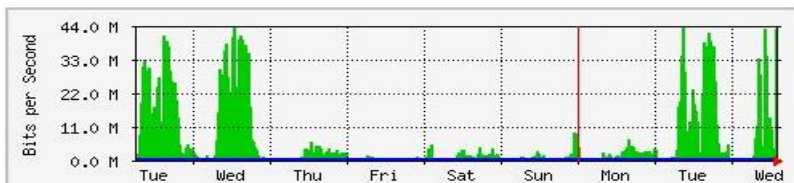


Figura 17. PRTG 07/05/14 grafica de los últimos 5 minutos y 30 minutos anteriores al momento de ser monitoreado
(Información proporcionada por la DTIC, 2014)

Las imágenes anteriores muestran el rendimiento de la red siendo las 9 am la hora y los días miércoles donde se observa que existe un mayor uso de la red

2.1.3.4 Seguridad

La DTIC tiene el propósito de proporcionar los servicios de bloqueo/desbloqueo de aplicaciones de mensajería instantánea, sitios Web e intercambio de archivos (P2P), brindando mantenimiento correctivo a equipo de seguridad, revisión de equipos de cómputo con problemas de virus informáticos y actividades de soporte relacionadas con los servicios mencionados anteriormente;

así como soporte técnico a los usuarios de la red inalámbrica institucional, de los ámbitos universitarios de la UAEMex que lo soliciten.

El departamento de seguridad de la DTIC explica que existen políticas de uso documentadas para la seguridad de la red inalámbrica RIUAEMex y que son entregadas por oficio a la dependencia cuando se hace por primera vez la instalación de la red inalámbrica, pero las cuales son de uso confidencial. Pero en cuestión de funcionamiento y configuración se cuenta con una controladora central para el Campus basado en la tecnología Aruba Network, de la cual solo trabajan lo siguiente:

- La red configurada es muy flexible, se adecua a las necesidades del usuario
- Los equipos se conecta a la red y estos no pueda tener acceso por otro equipo de la red LAN, es decir se crea un túnel del dispositivo al controlador donde toda la información que viaja se encripta de forma tal que si alguien llega interceptar la información no podrá verla de forma de texto plano.
- Toda la administración, configuración y control se realiza a través de la controladora, con la ventaja de que en caso de crecimiento se adquieran solamente los *AP* y solo se le proporciona una dirección de protocolo de *Internet* (IP), la dirección de la controladora y al grupo al que pertenece.
- Permite balancear a los usuarios entre los AP
- Identifica qué tipo de dispositivos por sistema operativo se está conectando a la red, ejemplo si es Android, Windows, PSP, etc.
- Cuenta con un portal captivo, el cual asegura la autenticidad del usuario que se requiere conectar a la red. La figura 18 muestra el proceso de conexión a la red inalámbrica, que realiza un usuario:

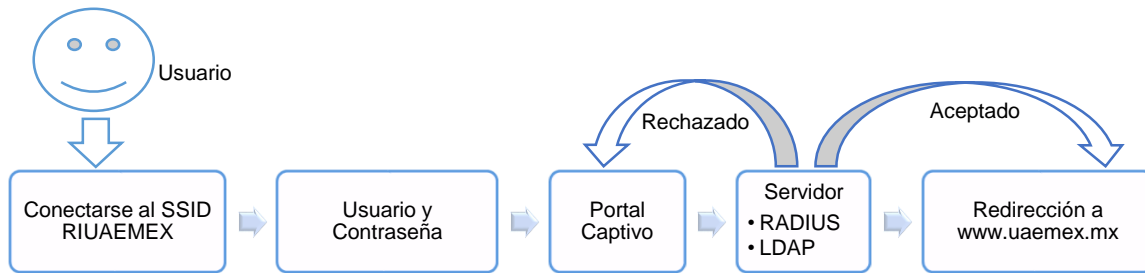


Figura 18. Procedimiento de conexión a la red inalámbrica, que realiza un usuario (Elaboración propia, 2014)

La autenticación del portal captivo es mediante el siguiente proceso:

- El usuario se asocia al portal captivo del *SSID* disponible.
- Al usuario se le asigna un rol inicial con el fin de adquirir una dirección *IP* dinámica válida.
- El usuario abre un navegador y solicita cualquier página.
- El cliente comienza una negociación con el servidor *Web*.
- El controlador valida los datos proporcionados por el usuario en un servidor de autenticación de radius, en caso de ser un usuario válido se redirección al usuario a la página principal de la universidad, en otro caso se le pide la validación hasta que proporcione un usuario y contraseña válido. Ya un usuario validado en caso de que presente un comportamiento anómalo en la red se detecta de manera automática y se le envía a una lista denominada black list o lista negra, y se le niega el acceso a la red de manera permanente. Así el usuario que no puede acceder, este se dirige al responsable de tecnologías de la información y comunicaciones (RTIC) para solicitar ayuda, quien a su vez en caso de requerirse se escala el problema al departamento de comunicaciones de la DTIC.
- En este momento el controlador le presenta al usuario una página solicitando la autenticación del usuario (portal captivo).
- El usuario se autentica y la controladora le da el acceso.

Al realizar el análisis en cuestión de la seguridad, se percató que el portal captivo ocasionalmente está activo permitiendo que cualquier persona se llegue a

conectar a la red y a su vez que cada usuario llegue a conectar hasta tres dispositivos simultáneamente. Por consiguiente cabe mencionarse que debe de tomarse las siguientes consideraciones:

- El usuario debe autenticarse a la red WLAN y así poder acceder a los recursos de la misma, para esto existen distintos métodos de seguridad de la capa-2 determinada por el estándar 802.11, los cuales se mencionan en la siguiente tabla:

Tabla 10. Método de autenticación

MÉTODO DE AUTENTICACIÓN	DESCRIPCIÓN
IEEE 802.1x	Trabaja con servidores RADIUS y el protocolo EAP para brindar la seguridad a la WLAN, e identifica y autentica los usuarios antes de conceder al acceso a la red. El autenticador reside en el AP.
WPA (Wi-Fi Protected Access)	Implementa la mayoría del estándar IEEE 802.11i. Es diseñado para su uso con un servidor de autenticación 802.1x, utiliza el Temporal Key Integrity Protocol (TKIP) de forma dinámica así como también hace uso de llaves de cambio y cifrado de flujo RC4 para cifrar los datos,
WEB (Wired Equivalent Privacy)	Definido por IEEE 802.11, los usuarios deberán tener configurada en el AP con clave de 64 o 128 bits. La WEB encripta los datos usando en método de cifrado de flujos RC4. Es fácil de craquear.
EAP (Protocolo de autenticación extensible)	Marco de autenticación incluido en el cliente de Windows y sistemas operativos de Windows server. Con 802.1X y EAP, los dispositivos asumen roles que son: el solicitante EAP en el cliente obtiene credenciales del usuario, que podrían ser un ID de usuario y una contraseña, el autenticador pasa las credenciales al servidor y se desarrolla una clave de sesión, periódicamente el cliente debe autenticarse para mantener conectividad de red y la red autenticación genera una nueva clave dinámica
WPA en modo clave compartida (PSK) WPA-PSK	Todos los cliente utilizan la misma clave, en el modo PSK los usuarios deben introducir una contraseña de 8-63 caracteres para acceder a la red.
WPA2	Implementa el estándar IEEE 802.11i de WPA utiliza el protocolo CCMP junto con el estándar de <i>encriptación</i> AES.
WPA2-PSK	Es usado en modo PSK, donde todos los clientes utilizan la misma clave.

Fuente: (CISCO, 2013)

Las medidas necesarias que se deben considerar para una mejor seguridad se han dividido en cuatro categorías, las cuales se presentan en la siguiente tabla, y mostrando el estado en que se encuentran actualmente:

Tabla 11. Medidas necesarias que se deben considerar para una mejor seguridad

Categoría	Medidas	Estado	Restricciones
Medidas administrativas	Políticas de seguridad, procedimientos y normas	Mejorable	Financiera
Seguridad física	Sistema anti intrusos y Sistema anti incendios	Mejorable	Financiera y Climática
	Sistema alimentación eléctrica	Débil	Financiera
Seguridad lógica	Integridad de los sistemas, y confidencialidad	Mejorable	Técnicas
	Disponibilidad, autenticación e identificación	Débil	Técnicas
	Auditorias	Mejorable	Tiempo Financieras
	Cumplimiento de estándares ISO 27001	Mejorable	Técnicas

(Elaboración propia, 2014)

En la tabla 11 se observa las medidas necesarias que se deben considerar en la parte de seguridad de la RIUAEMex, pero a su vez las restricciones que se tienen para lograr el objetivo.

2.1.3.5 Facilidad de gestión

Esta etapa está relacionada con la manera de cómo se va a manejar la gestión de errores, la gestión de rendimiento, los fallos, la configuración, la seguridad de la red generando un plan de supervisión física y monitoreo de los dispositivos involucrados en la red analizando que cumplan con los requerimientos mínimos para su correcto funcionamiento.

2.1.3.6 Adaptabilidad

La adaptabilidad va de la mano con el concepto de escalabilidad, ya que depende del tipo de dispositivos y las características internas de cada uno de ellos para que puedan incorporarse sin afectaciones al diseño entero de la red.

2.1.3.7 Ajuste al presupuesto

Para el diseño de la red no es necesario hacer una inversión onerosa, puesto que se puede utilizar gran parte de la infraestructura actual, así de esta forma se reducirán costos de equipamiento, cableado estructurado, etc.

Cuando se va a actualizar una red inalámbrica existente, basada en los mismos usuarios y aplicaciones, se puede esperar un aumento moderado del tráfico (quizás el doble como regla general), pero no hay una cifra aceptada por todos relativa a los Mbps que cada usuario generaría en dicha red. Para un nuevo despliegue 802.11n en el que los usuarios por cable pasan a ser inalámbricos, se debería de tomar la red por cable que ya existe como línea de base. Una tabla comparativa de los principales proveedores de dispositivos inalámbricos (apartado 1.11) nos ayudara a precisar la toma de decisiones para la adquisición de los equipos y de los equipos actuales.

Tabla 12. Comparación de controladores marca Cisco

Controlador CISCO	Controlador Virtual	Controlador ISR G2	Serie 2500	Serie 3650	Serie 5500
Topología Mesh	No	No	SI	No	SI
Mínimo de AP	5	5	5	1	12
Máximo de AP	200	200	75	25	500
Máximo de clientes soportados	3, 000	3, 000	1, 000	1, 000	7, 000
Nivel máximo de Throughput	500 Mbps	500 Mbps	1 Gbps	20 Gbps y 40 Gbps	8 Gbps
VLAN Máximas	512	512	16	4, 000	512
Interfaces de red de E/S	2 NICs	Cisco ISR G2	cuatro 1 GE	24 y 48 * 10/100/1000 Mbps Data/POE+	Ocho 1 GE
Redundancia de Energía	NA	Si (opcional)	No	Si opcional	Si Opcional
Redundancia de Ventiladores	NA	Si	Built-in Fan	Si	Si
Servicios de Invitados (wireless)	Si	Si	Si	SI	Si
Listas de control de acceso (ACLs)	Yes	Yes	Yes	SI	Yes
Movilidad	L2	L2	L2 & L3	L2 & L3	L2 & L3

Fuente: (Cisco, s.f.)

Tabla 13. Comparación de controladores marca Aruba

Controlador Aruba	3400	6000	2400
Máximo de AP conectado en la LAN	64	512	48
AP cableados	16	128	X
Usuarios máximos	4096	8192	768
Numero de VLANs	256	1400	128
Firewall throughput	4 Gbps	20 Gbps	2 Gbps
Capacidad de cifrado (3DES, AESCBC256)	4 Gbps	8 Gbps	400 Mbps
Interfaces de red	4x Gigabit <i>Ethernet</i> (10/100/1000BASE-T)*	10x Gigabit <i>Ethernet</i> (1000Base-X) SFP	24X Puertos Fast <i>Ethernet</i> (10/100)
Consumo de Energía	Voltaje de entrada AC:90-264 Corriente de entrada:2.2 A frecuencia de entrada: 47-63 Hz consumo máximo de energía: 45 watts	Fuentes de alimentación 3 (disponible N+1). Voltaje de entrada AC: 85-264 VAC, auto-sensing. Frecuencia de entrada: 47-63 Hz Corriente de entrada: 5 A @ 110 VAC	Consumo de energía 300 W Voltaje de entrada CA 90~132/180~264 V CA Frecuencia de entrada CA 47-63 Hz
Movilidad	L2 y L3	L2 y L3	L2 y L3
Listas de control de acceso (ACL)	Si	Si	Si
Redundancia de Ventiladores	No	Si	No

Fuente: (Aruba Networks, s.f.)

Tabla 14. Comparación de AP marca Cisco

Puntos de Acceso Cisco Aironet 802.11n	600 Series	700W Series	1600 Series	2600 Series	3600 Series
Estándares Inalámbricos	802.11a/b/g/n	802.11 a/b/g/n	802.11a/b/g/n	802.11a/b/g/n	802.11a/b/g/n/ac
Es ideal para:	Trabajadores remotos	Hospitales, Universidades	Pequeñas y medianas empresas	Pequeñas y medianas empresas	Medianas y grandes empresas
Ideal para instalar en edificios como:	Hogar	Unidades multivivienda	Interiores de oficina y bodegas	Interiores de oficina y bodegas	Interiores de grandes oficinas y grandes bodegas
Frecuencia de funcionamiento	Dual (2.4GHz y 5.0GHz)	Dual (2.4GHz y 5.0GHz)	Dual (2.4GHz y 5.0GHz)	Dual (2.4GHz y 5.0GHz)	Tri Radios
Tasa máxima de datos	300 Mbps	300 Mbps	300 Mbps	450 Mbps	2.4GHz para 802.11g/n 1.3 Gbps (con el m, módulo 802.11ac)

Contador de Clientes	15	100 inalámbricos and 4 cableados;	128/32	200/128	802.11n: 200/128
	Sin soporte ClientLink	Sin soporte ClientLink			802.11ac Module: 50/7 (ECBF)
Sistema de protección contra intrusos	-	Si	Si	Si	Si
Energía	100 a 240 VAC,	802.3at/af,	802.3af, adaptador AC	802.3af, adaptador AC	802.11n: 802.3af, adaptador AC
	50-60 Hz	PoE out on one port			802.11ac*: Enhanced PoE,
Antenas	Interna	Interna	1600i: Interna	2600i: Interna	3600i: Interna

Fuente: (Cisco, s.f.)

Tabla 15. Comparación de AP marca Aruba

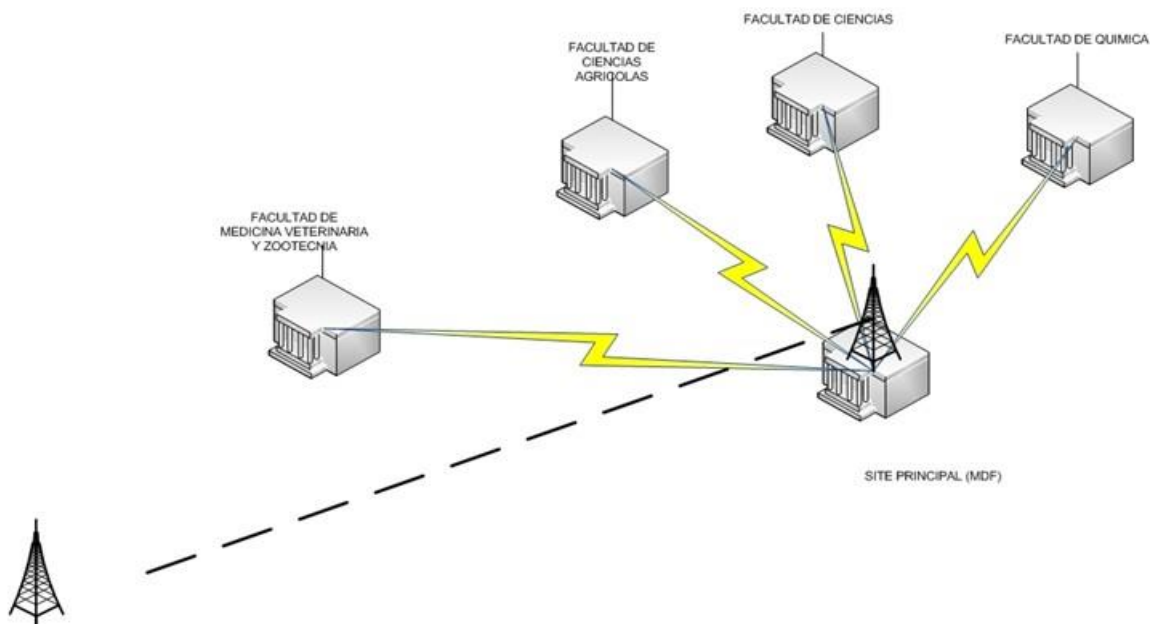
Puntos de Acceso Aruba	AP-70	AP-105	AP-135
Estándares Inalámbricos	802.11a y 802.11b/g	802.11a y 802.11b/g	802.11a y 802.11b/g
Es ideal para:	Aplicaciones de alto rendimiento en empresa y Campus universitarios, sucursales		
Ideal para instalar en edificios como:	Escuelas	Hospitales, escuelas, empresas medianas	Hospitales, escuelas, empresas medianas
Usuarios simultáneos	De 25 a 30	50	50 a 70
Modularidad a futuro	Si	Si	Si
Frecuencia	5, 150 GHz – 5, 950 GHz 2, 4 GHz – 2, 5 GHz	5, 150 GHz – 5, 950 GHz 2, 4 GHz – 2, 5 GHz	5, 150 GHz – 5, 950 GHz 2, 4 GHz – 2, 5 GHz
Tasa máxima de datos	54, 48, 36, 24, 18, 12, 9, 6 (Mbps):	300 Mbps	450 Mbps
Sistema de protección contra intrusos			
Energía	Power-over-Ethernet (PoE) 48 V CC con soporte de 802.3af	48 volts DC 802.3af power over Ethernet (PoE)	48 volts DC 802.3af power over Ethernet (PoE) or 802.3at PoE+
Antenas	doble dipolo integral, omnidireccional, multi banda (soporta diversidad espacial)	doble dipolo integral, omnidireccional, multi banda (soporta diversidad espacial)	doble dipolo integral, omnidireccional, multi banda (soporta diversidad espacial)

Fuente: (Aruba Networks, s.f.)

2.2 Fase del diseño lógico de la red

2.2.1 Topología lógica

Es un mapa de interconexión que muestra los segmentos de la red, los puntos de interconexión y las comunidades de usuarios. El propósito del mapa es mostrar la distribución de la red, no en términos de ubicación física. El diseño de la topología de red es el primer paso en la fase del diseño de red dentro de la metodología de diseño del top-down, con esta primera etapa se logrará conocer las metas del cliente en cuanto a escalabilidad y adaptabilidad. Es importante dentro de este mapa de topología identificar las redes e identificar los puntos de interconexión, y el tipo de dispositivos de interconexión que serán necesarios.



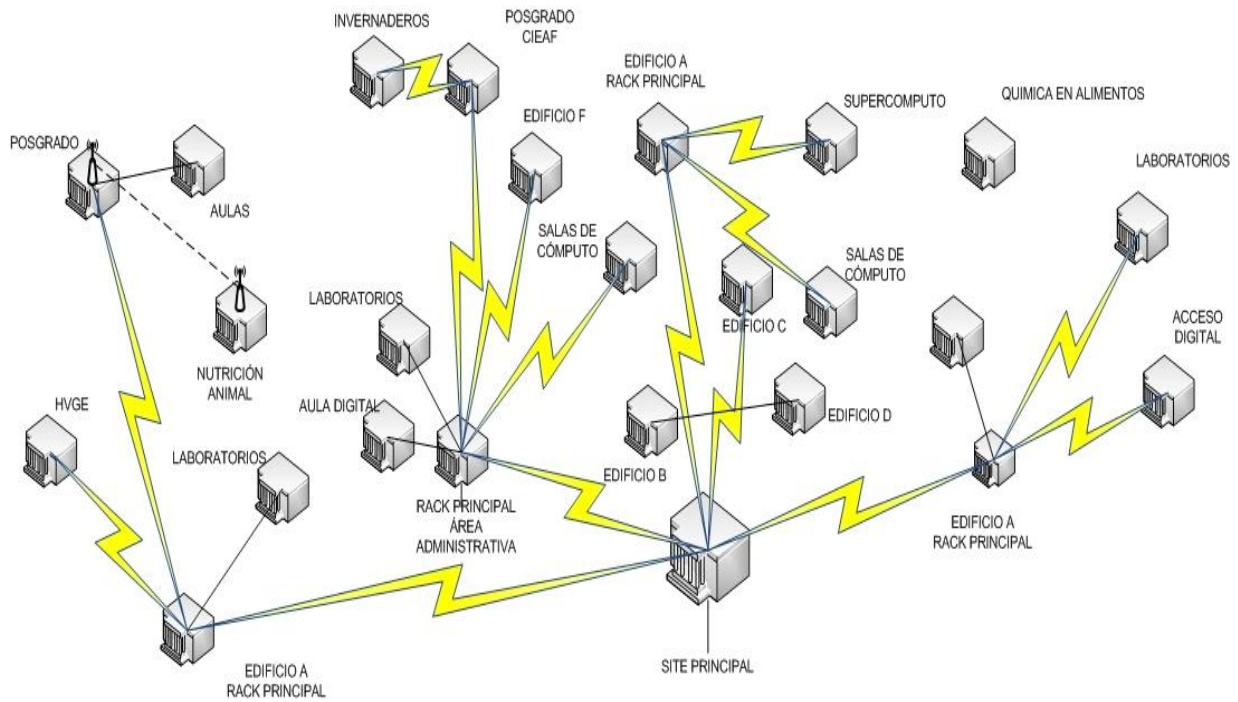


Figura 19. Diagrama general de los espacios universitarios (Elaboración propia, 2014)

Esto se encuentra alimentado por enlaces de fibra óptica a los espacios universitarios de la siguiente manera:

Tabla 16. Enlaces de fibra óptica por dependencia

Espacio Académico	No. de enlaces de fibra óptica
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	2
Facultad de Ciencias Agrícolas	3
Facultad de Ciencias	3
Facultad de Química	1

(Elaboración propia, 2014)

Toda esta distribución se lleva a cabo mediante una topología de estrella ya que existe un nodo central llamado controladora y todos los *AP* reportan a ella.

Para la conexión para los sistemas institucionales la conectividad en el Campus Universitario “El Cerrillo”, está en base a un enlace de microonda que funciona como enlace principal, el cual alimenta a las cuatro Facultades, así como a la Biblioteca de Área. Así mismo hay un par de enlaces de cobre que en conjunto suman 4 Mbps y su función es brindar respaldo en caso de falla del principal. Hoy en día se está trabajando e implementando un nuevo enlace vía fibra óptica que

estará destinado para que trabaje sobre *Internet 2* y formar parte de una red nacional de Universidades llamada red NIBA dicho enlace aún no está en producción pero en próximos meses ya estará trabajando. Todos estos enlaces están administrados por el área de Redes y Comunicaciones de la DTIC de la UAEM. La conectividad inalámbrica trabaja a través de una topología de estrella, ya que cada *AP* ubicado en cada edificio reporta a una controladora central ubicada en el *MDF*.

En la figura 20 se muestra la distribución actual de los *AP* de cada dependencia del Campus, y en la 21 el tipo de enlace y proveedores de *Internet* para el Campus.

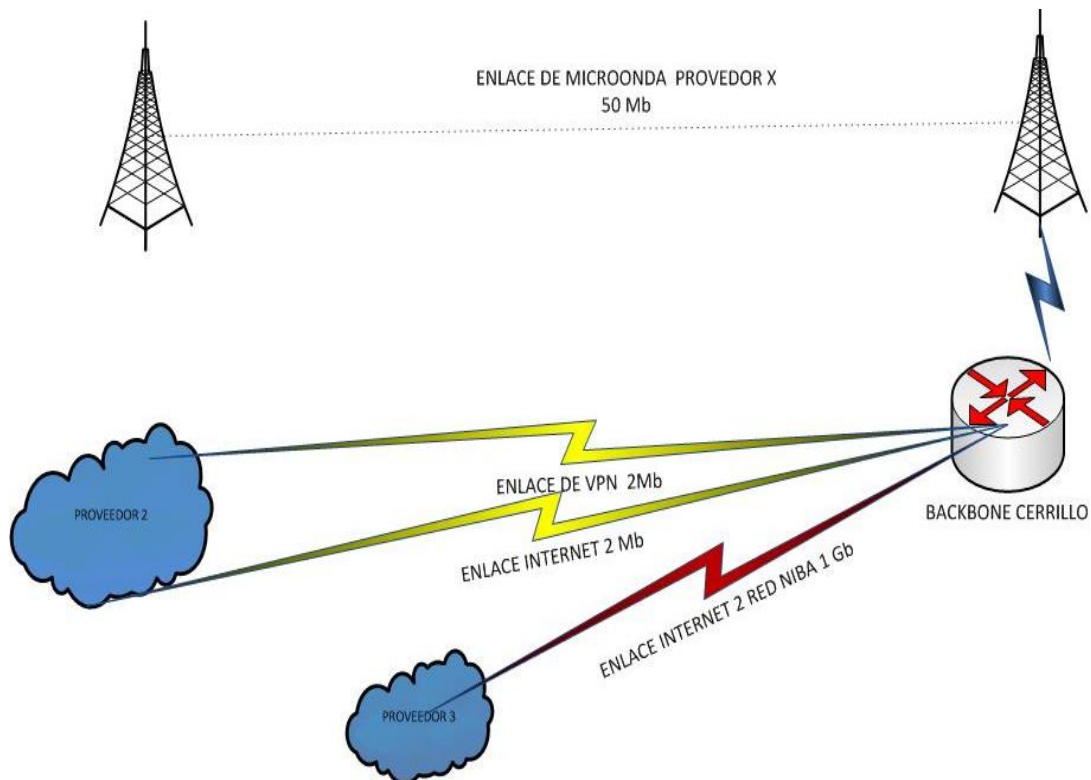


Figura 21. Enlaces y Proveedores de *Internet* en Cerrillo
(Elaboración propia, 2014)

La infraestructura de las instalaciones físicas de cada dependencia es diferente entre ellas, es por ello que hay grandes diferencias en la infraestructura de la red cableada de voz y datos; otra consideración de gran importancia es el número de usuarios que reside en cada institución, las necesidades y el tipo de aplicaciones que se utilizan. De aquí la gran importancia de ofrecer una propuesta que se ajuste a cubrir las necesidades propias de cada plantel.

2.2.1.1 Modelo de Red Jerárquica.

La elaboración de un diseño de topología de red que pueda a llegar a funcionar correctamente es gracias en gran parte a la utilización de un modelo jerárquico el cual ayuda a mejorar la administración, facilitar la resolución de problemas y mejorar la expansión de la red. Para este modelo implica la división de la red en capas independientes, que cada una de ellas cumple con funciones específicas, esto nos beneficia en optimizar la modularidad, la escalabilidad y el rendimiento de la red.

- Capa de acceso: mantiene la comunicación con dispositivos finales como las PC, impresoras, para proveer acceso al resto de la red. Esta capa de acceso puede incluir *routers*, *switches*, *hubs* y *AP* inalámbricos. El propósito principal de la capa de acceso es aportar un medio de conexión de los dispositivos a la red y controlar qué dispositivos pueden comunicarse en la red.
- Capa de distribución: agrega los datos recibidos de los dispositivos de la capa de acceso antes de que se transmitan a la capa núcleo para el enrutamiento hacia su destino final. La capa de distribución controla el flujo de tráfico de la red con el uso de políticas.
- Capa núcleo: la capa núcleo del diseño jerárquico es el *Backbone* de alta velocidad de conexión de red, y es esencial para la interconectividad entre los dispositivos de la capa de distribución. Es importante que el núcleo sea sumamente disponible y redundante. El área del núcleo también puede conectarse a los recursos de *Internet*.

VLAN: es una emulación de un estándar de *LAN* que permite la transferencia de datos sin restricciones físicas colocados en una red, y es un conjunto de dispositivos de redes que pertenecen a un grupo administrativo. La pertenencia a grupos se basa en los parámetros de configuración y las políticas administrativas en lugar de la ubicación física. Los miembros de una *VLAN* se comunican entre sí como si estuvieran en el mismo cable, cuando en realidad pueden estar situados en diferentes segmentos dentro de la *LAN* física.

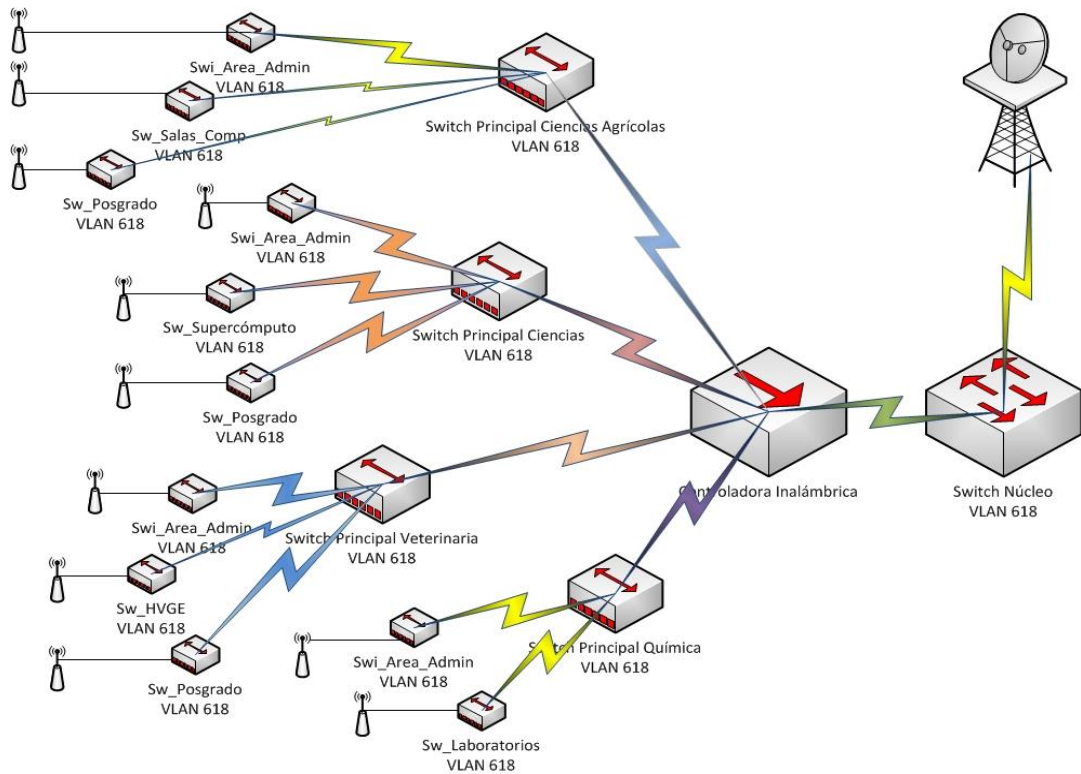


Figura 22. Diagrama Lógico de la RIUAEMex en el Campus Cerrillo (Elaboración propia, 2014)

VLAN Name	Status	Ports
606 border	active	Fa3/17, Fa3/18, Fa3/19, Fa3/20 Fa3/21, Fa3/22, Fa3/26, Fa3/31 Fa3/32, Fa3/33, Fa3/34, Fa3/35 Fa3/36, Fa3/37, Fa3/38, Fa3/41 Fa3/42, Fa3/43, Fa3/44, Fa3/45 Fa3/46, Fa3/47, Fa3/48, Fa3/10 Fa4/17, Fa4/18
608 infinitum-agricolas	active	
609 Controlador_Wire	active	Gi1/1, Fa4/19, Fa4/20
611 Wire_veterinaria	active	
612 Internet2	active	
613 Wireless-AP	active	Fa3/23, Fa3/24
614 video-telefonía	active	Fa4/45, Fa4/46
615 Gastronomía	active	Fa3/29, Fa3/30
616 link_cerrillo_dtic	active	
617 Videotelefonos	active	
1002 rddi-default	act/unsup	
1003 token-ring-default	act/unsup	
1004 rddinet-default	act/unsup	
1005 trnet-default	act/unsup	
Backbone_Cerrillo#sh vlan brief		
VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Gi1/2, Fa3/28, Fa4/1, Fa4/12, Fa4/14, Fa4/15, Fa4/16, Fa4/21, Fa4/22, Fa4/23 Fa4/24, Fa4/28, Fa4/29, Fa4/30, Fa4/37, Fa4/38, Fa4/39, Fa4/40, Fa4/41, Fa4/42 Fa4/43, Fa4/44, Fa4/47, Gi6/2, Gi6/3, Gi6/4, Gi6/5, Gi6/6
100 LOC_GOB_ESTATAL	active	
105 NAC_INTERNET1	active	
599 VLAN_599	active	Fa3/39
603 Backbone_Layer	active	Fa4/26, Fa4/27, Fa4/32, Fa4/33, Fa4/34, Fa4/35, Fa4/36, Fa4/38, Fa4/40
61 Fac_Veterinaria	active	
617 Fac_Química	active	
618 Fac_Ciencias	active	Fa4/25, Fa4/27
619 Fac_Agrícolas	active	
617 Biblioteca_area	active	Fa3/1, Fa3/2, Fa3/3, Fa3/4, Fa3/5, Fa3/6, Fa3/7, Fa3/8, Fa3/9, Fa3/10, Fa3/11 Fa3/12, Fa3/13, Fa3/14, Fa3/15, Fa3/16, Fa3/17, Fa3/18, Fa3/19, Fa3/20, Fa3/21 Fa3/22, Fa3/26, Fa3/31, Fa3/32, Fa3/33, Fa3/34, Fa3/35, Fa3/36, Fa3/37, Fa3/38 Fa3/41, Fa3/42, Fa3/43, Fa3/44, Fa3/45, Fa3/46, Fa3/47, Fa3/48, Fa4/10, Fa4/17 Fa4/18
606 border	active	
608 infinitum-agricolas	active	
609 Controlador_Wire	active	Gi1/1, Fa4/19, Fa4/20
611 Wire_veterinaria	active	
612 Internet2	active	
613 Wireless-AP	active	Fa3/23, Fa3/24
614 video-telefonía	active	Fa4/45, Fa4/46
615 Gastronomía	active	Fa3/29, Fa3/30
616 link_cerrillo_dtic	active	
617 Videotelefonos	active	
1002 rddi-default	act/unsup	
1003 token-ring-default	act/unsup	
1004 rddinet-default	act/unsup	
1005 trnet-default	act/unsup	
Backbone_Cerrillo#		

Figura 23. Descripción de VLANs en el Backbone Cerrillo (Información proporcionada por la DTIC, 2014)

Se puede saber que se tiene un buen diseño cuando se tiene la facilidad de un nuevo elemento en la red (edificios, pisos, un sitio remoto etc.), y no produce cambios extremos.

2.2.1.2 Necesidades presentes por espacio académico

Las grandes ventajas que ofrece la tecnología, permiten el uso de múltiples sistemas educativos basados en *Web* y que obliga el uso de computadoras y conexión a *Internet* estable. El sector educativo de nivel superior, se destaca por ser dinámico y pretender estar a la vanguardia procurando incorporar la más reciente tecnología ya que gracias a las nuevas formas de aprendizaje a distancia y continua es muy fácil adaptarse a estos sistemas haciendo uso de herramientas que ayudan al usuario a interactuar con *Internet*. Gracias a la globalización y a la gran cantidad de información que fluye a diario, el usuario de una red de datos inalámbrica de área local es posible que este informado y comunicado, realizando con más eficiencia su rol dentro del ámbito universitario en el que se desenvuelve.

El diseño partirá de la infraestructura actual con la que cuenta cada dependencia, haciéndola crecer y ser un buen complemento de la red cableada asociada a ello no se pretende que la red inalámbrica sea un sustituto de la red de datos de área local cableada ya que no es el propósito de este tipo de redes. Caracterizar la infraestructura de la red significa desarrollar un conjunto de mapas de red, de ubicaciones de los segmentos de red y de los dispositivos de interconexión, esto incluye documentación acerca del direccionamiento lógico y documentación de la longitud del cableado estructurado (si es que existe).

➤ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (FMVyZ):

Tabla 17. Infraestructura actual de la FMVyZ

Espacio	Cantidad
Bibliotecas	1
Aulas Digitales	5
Salas de Cómputo	4
Auto acceso	0
Cubículos	112
Auditorios	3
Laboratorios	12
AP existentes	17
Racks	6
Total de equipos de cómputo	407

Fuente: Agenda Estadística UAEM (2013)

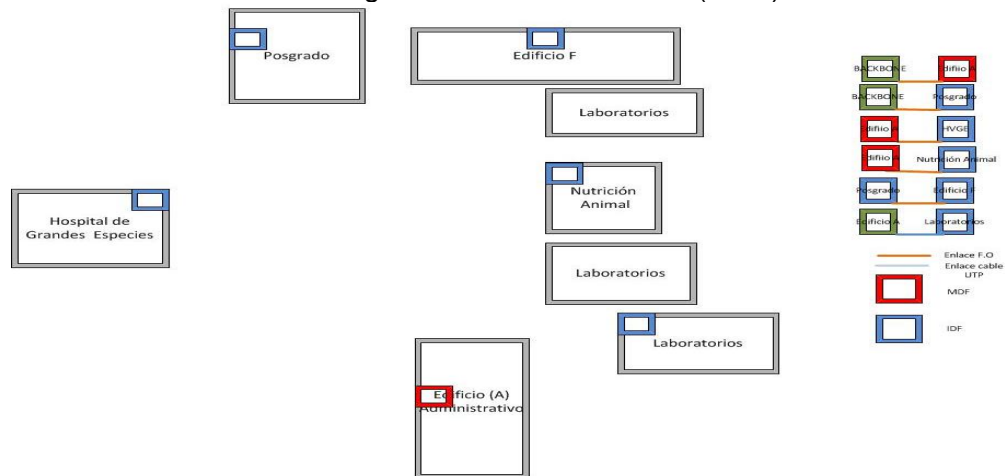


Figura 24. Diagrama físico de la FMVyZ (Elaboración propia, 2014)

➤ Facultad de Ciencias (FC):

Tabla 18. Infraestructura actual de la FC

Espacio	Cantidad
Bibliotecas	1
Aulas Digitales	3
Salas de Cómputo	4
Auto acceso	1
Cubículos	96
Auditorios	1
Laboratorios	22
AP existentes	14
Racks	5
Total de equipos de cómputo	521

Fuente: (Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013)

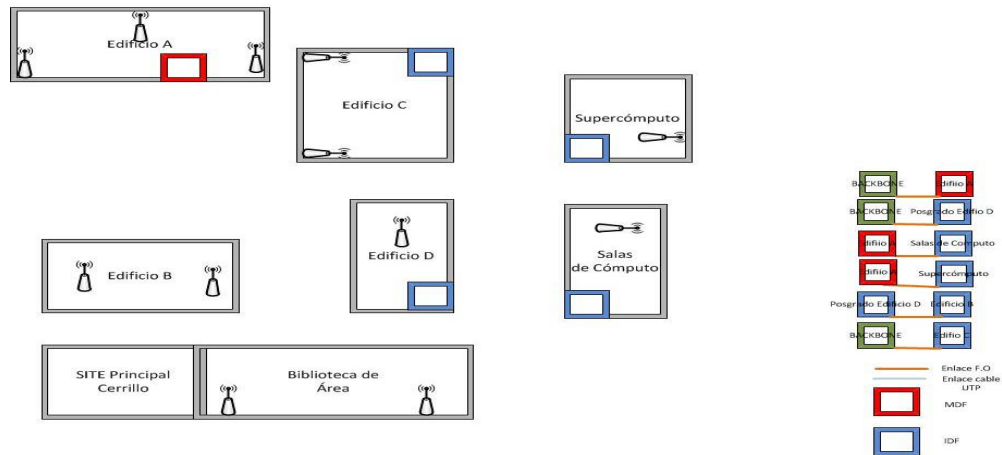


Figura 25. Diagrama físico de la FC (Elaboración propia, 2014)

➤ Facultad de Ciencias Agrícolas (FCAgrí.):

Tabla 19. Infraestructura actual de la FCAgrí.

Espacio	Cantidad
Bibliotecas	1
Aulas Digitales	3
Salas de Cómputo	2
Auto acceso	1
Cubículos	69
Auditorios	1
Laboratorios	15
AP existentes	18
Racks	8
Total de equipos de cómputo	336

Fuente: (Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013)

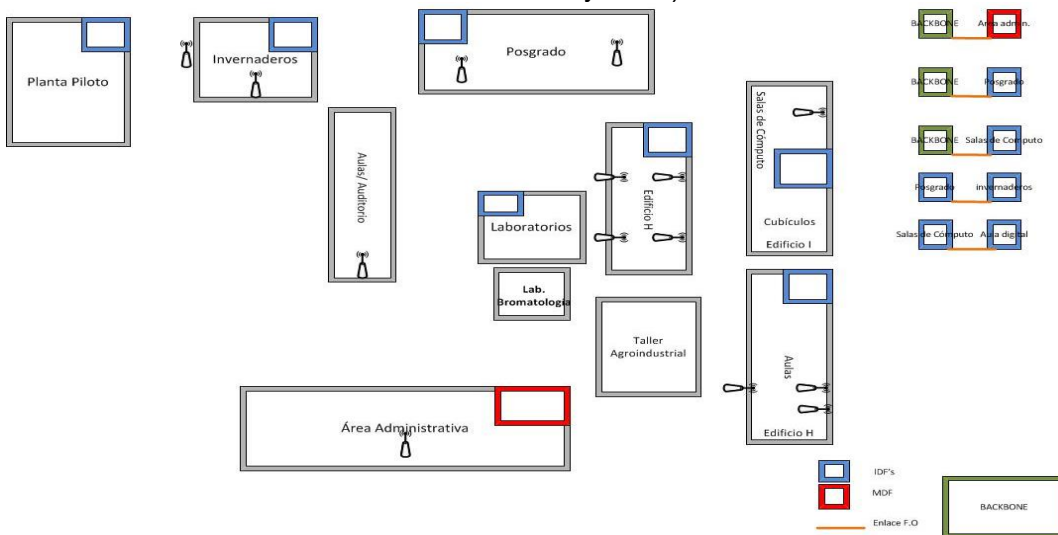


Figura 26. Diagrama físico de la FCAgrí. (Elaboración propia, 2014)

➤ Facultad de Química (FQ):

Tabla 20. Infraestructura actual de la FQ

Espacio	Cantidad
Bibliotecas	0
Aulas Digitales	0
Salas de Cómputo	1
Auto acceso	0
Cubículos	15
Auditorios	0
Laboratorios	4
AP existentes	8
Racks	2
Total de equipos de cómputo	116

Fuente: (Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013)

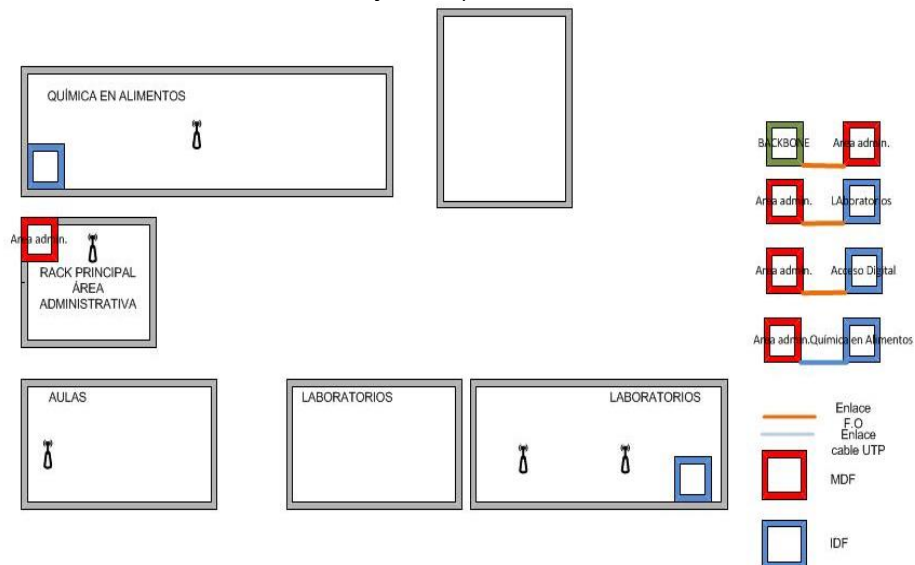


Figura 27. Diagrama físico de la FQ (Elaboración propia, 2014)

➤ Biblioteca de Área Académica “El Cerrillo”:

Tabla 21. Infraestructura actual de la FQ

Espacio	Cantidad
Bibliotecas	1
Aulas Digitales	0
Salas de Cómputo	1
Auto acceso	0
Cubículos	10
Auditorios	1
Laboratorios	0
AP existentes	2
Total de equipos de cómputo	

Fuente: (Secretaría de Planeación y Desarrollo Institucional, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 y 2013)

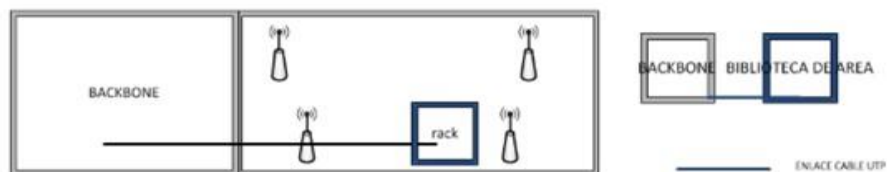


Figura 28. Diagrama físico de la Biblioteca de Área (Elaboración propia, 2014)

La tabla 22 ayuda a verificar aspectos básicos de cómo se encuentra la red actualmente y en base a esto se puede tomar decisiones en cuanto a las mejoras:

Tabla 22. Estado de la red existente

La topología de la red y la infraestructura física están bien documentadas.	No	En el Campus no se cuenta con un diagrama indicando el tipo de topología.
Las direcciones de red y nombres se asignan de una manera estructurada y están bien documentados.	No	La asignación de nombres y de direcciones IP en los equipos de comunicaciones no tiene un método específico.
Cableado de red estructurado y está etiquetado.	No	No se cuenta en todos los espacios con cableado estructurado.
El cableado de la red ha sido probado y certificado	No	El cableado existente solo cubre las necesidades del momento en que se requiere, sin tomar en cuenta estándares.
Disponibilidad de la red cumple con los objetivos actuales de los usuarios.	No	La calidad de los enlaces con que se cuentan es insuficientes y sufren constantemente caídas.
Seguridad de la red cumple con los objetivos actuales de usuarios.	Si	La seguridad actual proviene desde el Campus CU, no hay seguridad local en el Campus Cerrillo
Cableado de red entre los racks y estaciones terminales es no más de 100 metros	Si	La gran parte de los enlaces entre edificios es a través de fibra óptica
No hay segmentos de LAN o WAN está saturado. (Utilización de la red del 70 por ciento del promedio en un lapso de 10 minutos.)	No	El enlace principal ha llegado a su tope límite

(Elaboración propia, 2014)

2.2.1.3 Selección de protocolos de switcheo y enrutamiento

La elección de los protocolos de switcheo y de enrutamiento es una tarea muy importante dentro del diseño de nuestra red ya que de ello depende que se obtenga un buen rendimiento. La redundancia en una red es importante porque permite a las redes ser tolerantes a los fallos. STP (Spanning Tree Protocol) para la propuesta es de gran valor la implementación de este protocolo ya que es de gran utilidad al tener enlaces redundantes y no generar “loops” o bucles. Una falla en el

enlace principal permite tener de respaldo y los usuarios pueden seguir teniendo conectividad y ellos no ven el cambio, permiten a los dispositivos de interconexión activar o desactivar automáticamente los enlaces de conexión redundantes.

Otro protocolo que es de carácter obligatorio en la red es VTP. Cuando es implementado un esquema de *VLANs*, los *switches* necesitan un método para asegurar el tráfico que se genera entre las *VLANs* se dirija a la interface correcta, las ventajas de las *VLANs* es que los *switches* necesitan asegurarse que el tráfico destinado a una *VLAN* en particular se valla a esta *VLAN* y no a otra. Esto es logrado a través de etiquetar los paquetes con la información de la *VLAN*. Otra de las ventajas de utilizar este protocolo es que trabaja en la administración de *VLAN* e intercambia la configuración y los cambios que se hacen sobre la red, VTP maneja el agregar, el borrar y el renombrar *VLANs* en los equipos de la red, este protocolo reduce la configuración manual de cada uno de los dispositivos en la red a través de una configuración automática cuando se desee agregar un nuevo dispositivo en la red (switch o router) la información de las *VLAN* que viven en la red es configurada.

2.2.1.4 Enrutamiento

El enrutador debe tomar decisiones que le permitan enviar los paquetes a través del tráfico en red de manera eficiente, realizan entonces una evaluación de la ruta óptima para que el tráfico llegue a su destino. Para la elección de los protocolos de enrutamiento se puede apoyar en una tabla comparativa para determinar el más adecuado para nuestro propósito.

Tabla 23. Comparación de protocolos de enrutamiento

	Se debe adaptar para grandes cambios en <i>Internet</i> en pocos segundos	Debe ser capaz de escalar gran cantidad de equipos	Debe trabajar dentro de estándares compatibles con otras marcas y con el equipo existente	No debe generar exceso de tráfico	Debe ser fácil de administrar y configurar
BGP	X	X	X	X	X
OSPF	X	X	X	X	X
IS-IS	X	X	X		
IGRP	X	X			
EIGRP	X	X			
RIP			X	X	X

Fuente: (Oppenheimer, 2004)

- Ventajas de utilizar el protocolo OSPF: es un estándar abierto que es soportado por la mayoría de los fabricantes, y soporta redes discontinuas y VLSM.

Las redes OSPF pueden diseñar áreas heredadas, las cuales reduce el uso de memoria y CPU de los *routers*. OSPF no utiliza gran ancho de banda

RIP tiene limitaciones que causan problemas en las redes de gran tamaño, y tiene un límite de 15 saltos. El protocolo RIP no puede gestionar máscaras de subred de longitud variable (VLSM).

Dada la insuficiencia de direcciones *IP* y la flexibilidad que VLSM proporciona a la asignación eficiente de direcciones *IP*,

Las difusiones periódicas de la tabla de enrutamiento completa consumirían una gran cantidad de ancho de banda. Éste es un problema significativo en el caso de las redes de gran tamaño, especialmente en enlaces lentos y nubes WAN. RIP converge de manera más lenta que OSPF. (Guía de diseño de OSPF, 2013)

Con la comparativa anterior se puede ver que una buena alternativa de implementación sobre el diseño en la red es el protocolo de OSPF ya que RIP es un protocolo que prácticamente en la actualidad está en desuso y es muy limitado para posibles actualizaciones futuras.

2.2.1.5 Direccionamiento *IP* del Campus Universitario “El Cerrillo”

Por cuestiones de la criticidad de la información no se mencionará el direccionamiento *IP* del Campus “El Cerrillo”.

2.3 Fase del diseño físico de la red

2.3.1 Topología física

Se refiere a la disposición física de los dispositivos de red, equipos y cableado, y la forman en que estos se comunican. Los aspectos a considerar para efectuar un buen diseño de la topología de red física son los siguientes:

2.3.1.1 Centro de Datos

La infraestructura de soporte de un Centro de Datos se divide en cuatro principales sistemas: Telecomunicaciones, Arquitectura, Sistema Eléctrico y Sistema mecánico.

Tabla 24. Infraestructura de soporte de un Centro de Datos

Telecomunicaciones	Arquitectura	Eléctrica	Mecánica
Cableado de racks	Selección de Sitio	Cantidad de Accesos	Sistemas de climatización
Accesos redundantes	Tipo de Construcción	Puntos únicos de falla	Presión positiva
Cuartos de entrada	Protección ignífuga	Cargas críticas	Cañerías y drenajes
Área de Distribución	Requerimientos NFPA 75	Redundancia de UPS	Generador de agua helada
<i>Backbone</i>	Barrera de Vapor	Topología de UPS	CRAC's y condensadores
Cableado horizontal	Techos y pisos	Unidades de Distribución de Energía	Control de HVAC
Elementos activos redundantes	Área de oficinas	Puesta a tierra	Detección de incendios
Alimentaciones redundantes	NOC	EPO (Emergency power off)	Sistemas de extinción de incendios
Paneles de parcheo	Sala de UPS y Baterías	Baterías	Extinción por agente Limpio (NFPA 2001)
Patch cords	Sala de Generador	Monitoreo	Detección por aspiración (ASD)
Documentación	Control del acceso	Generadores	Detección de líquidos
	CCTV	Interruptores	

Fuente: (García Enrich, 2007)

El estándar TIA-942 es la norma de infraestructura de telecomunicaciones para centros de datos que ofrece orientación sobre el diagrama de distribución del centro de datos. Según la norma, un centro de datos debe tener las siguientes áreas funcionales clave: uno o más cuartos de entrada, un área de distribución principal (MDA, por sus siglas en inglés: Main Distribution Area), una o más áreas de distribución horizontal (HDA, por sus siglas en inglés: Horizontal Distribution Areas), un área de distribución de zona (ZDA, por sus siglas en inglés: zone distribution area) y un área de distribución de equipos.

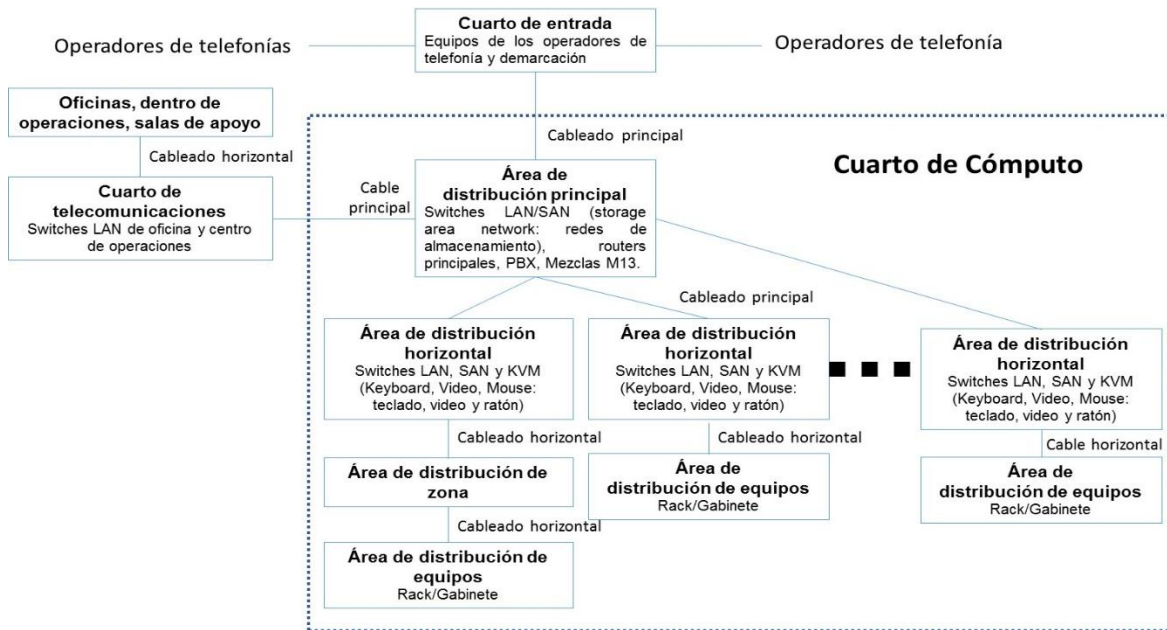


Figura 29. Diagrama de distribución de un Centro de Datos
(Elaboración propia, 2014)

- El cuarto de entrada. alberga el equipo de los operadores de telefonía y el punto de demarcación. Puede estar dentro del cuarto de cómputo, pero la norma recomienda que esté en un cuarto aparte por razones de seguridad.
- El área de distribución principal. alberga el punto de conexión cruzada central para el sistema de cableado estructurado del centro de datos. Esta área debe estar ubicada en una zona central para evitar superar las distancias del cableado recomendadas y puede contener una conexión cruzada horizontal para un área de distribución de un equipo adyacente. La norma especifica racks separados para los cables de fibra, UTP y coaxial.
- El área de distribución horizontal. es la ubicación de las interconexiones horizontales, el punto de distribución para el cableado hacia las áreas de distribución de los equipos. Puede haber una o más áreas de distribución horizontal, según el tamaño del centro de datos y las necesidades de cableado. Una directriz para un área de distribución horizontal especifica un máximo de 2000 cables UTP de 4 pares o terminaciones coaxiales. Como en el caso del área de distribución principal, la norma especifica racks separados para cables de fibra, UTP y coaxiales.

- Área de distribución de zonas. es el área de cableado estructurado para los equipos que van en el suelo y no pueden aceptar paneles de parcheo. Como ejemplo, se puede citar a las computadoras centrales y los servidores

Los cuatro niveles de *tiers* que plantea el estándar corresponden cuatro niveles de disponibilidad, teniendo en cuenta que a mayor número de *tier* mayor disponibilidad, lo que implica también mayores costos de construcción y de implementación. (Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers, ANSI/TIA-942-2005, 2005)

La descripción de cada *tier* se muestra a continuación:

- *Tier 1*. Centro de datos básico

Un centro de datos de este nivel puede ser susceptible a interrupciones tanto planeadas como no planeadas. Cuenta con los siguientes elementos: Aire acondicionado y distribución de energía, puede o no tener piso elevado, UPS o generador eléctrico, si cuenta con este elemento puede no tener redundancia. La tasa de disponibilidad máxima del centro de datos es de 99.671% del tiempo

- *Tier 2*. Componentes redundantes.

Los centros de datos con componentes redundantes son ligeramente menos susceptibles a interrupciones, tanto planeada como no planeadas, cuentan con piso falso, UPS y generadores eléctricos, pero están conectados a una sola línea de distribución eléctrica. Su diseño es lo necesario para un modelo “lo necesario más 1 (N+1). Lo que significa que al menos existe un duplicado por cada elemento de cada componente. La tasa de disponibilidad máxima de este tipo de centro de datos es de 99.749% del tiempo.

- *Tier 3*. Mantenimiento concurrente

La capacidad de este centro de datos permite realizar actividades planeadas o no sobre cada componente sin interrupciones durante el mantenimiento teniendo la capacidad de reemplazar componentes, debe existir suficiente capacidad y doble línea de distribución de los componentes, de tal forma que sea posible realizar mantenimiento o pruebas en una línea, mientras la otra

atiende la totalidad de la carga. La tasa de disponibilidad máxima del centro de datos es de 99.982% del tiempo.

➤ *Tier 4. Tolerante a fallos*

Este tipo de centro de datos provee capacidad para realizar cualquier actividad planeada sin interrupciones en las cargas críticas, pero además tiene la funcionalidad de ser tolerante a fallos lo cual permite continuar operando ante un evento crítico no planeado. Esto requiere dos líneas de distribución simultáneas con una configuración “system + system”, eléctricamente esto significa dos sistemas de UPS independientes. La tasa de disponibilidad máxima del centro de datos es de 99.995% del tiempo. (García Enrich, 2007)

En la tabla 25 se muestran factores importante para la ubicación y viabilidad del centro de datos del Campus.

Tabla 25. Factores que determinan la ubicación y la viabilidad de un Centro de Datos

¿Hay espacio suficiente para los equipos?	No	El <i>MDF</i> no cuenta con espacio suficiente actualmente para una posible expansión
¿Hay un acceso adecuado para mover equipo de gran tamaño?	No	No se cuenta con maquinaria para la movilización de equipos de gran tamaño
¿Cuenta con espacio suficiente para instalar las unidades de HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning (Calefacción, Ventilación y Aire acondicionado)?	No	El <i>MDF</i> no cuenta con espacio suficiente para la instalación de este sistema
¿Cuáles son las posibilidades de controlar el acceso?	Si	Se pueden colocar cámaras de video vigilancia e instalar dispositivos biométricos para la autenticación del personal autorizado
¿Hay un cuarto para una expansión al futuro?	No	El espacio que se tiene actualmente no tiene de la capacidad de expansión.
¿Los muros pueden ser removidos sin crear inestabilidad estructural?	Si	
¿Pueden ser agregados muros a la estructura actual?	Si	
¿Puede agregarse piso elevado?	No	Desde un inicio no fue considerado para tener piso elevado
¿La altura del piso al techo es adecuado para colocar piso y techo falso y que el espacio es suficiente para los equipos instalados?	No	
Se cuenta con ventilación, ventanas y puertas que conduce directamente al exterior.	No	Solo se cuenta con una puerta de acceso

(Elaboración propia, 2014)

2.3.1.2 Cableado estructurado

El cableado estructurado es la parte esencial de cualquier red, ya que sin este no es posible de ninguna forma mantener adecuadamente conectado al Campus. En un escenario ideal sería posible reemplazar todo el cableado no estructurado que existe, pero desafortunadamente eso no puede pasar, debido al costo excesivo que generaría.

El estándar ANSI/TIA/EIA-568 especifica los requerimientos de un sistema de cableado estructurado, de acuerdo con este estándar la vida útil de un cableado estructurado es de 15 a 25 años, en este periodo de tiempo es posible que los cambios tecnológicos modifiquen las telecomunicaciones y por ello se tenga que prever aumentos de ancho de banda y actualización de equipos de comunicaciones. Las distancias máximas para los cables montantes dependen de las aplicaciones (telefonía, datos, video, etc.) que deban transmitirse por ellas. Como reglas generales, el estándar establece las distancias máximas presentadas a continuación:

Tabla 26. Distancias máximas de tipo de cableado estructurado

Tipo de cable	Sala de Telecomunicaciones hasta Distribuidor Principal	Sala de Telecomunicaciones hasta Distribuidor Secundario	Distribuidor Secundario hasta distribuidor principal
UTP	800m	300m	500m
Fibra Óptica Multimodo	2.000 m	300 m	1700 m
Fibra Óptica Monomodo	3000 m	300 m	2700 m

Fuente: (ANSI/TIA-942, 2005)

➤ Espacios de Telecomunicaciones

Espacios para soportar equipos de telecomunicaciones y cableado:

- 1) Cuarto de Entrada (ER): espacio donde los circuitos del (proveedor de servicio) carrier, de los proveedores de acceso (WAN) e instalaciones del Campus entran al edificio. En centros pequeños podrían ser localizados en el Centro de Datos mismo.

- 2) Cuarto de Telecomunicaciones (TR): espacio dedicado a la oficina y operaciones del Centro de Datos, NOC, Puede ser combinado con un HDA/MDA
- 3) Cuarto de Computadoras: es el espacio central donde el punto de distribución para el sistema de cableado estructurado.
- 4) Área de Distribución Principal (MDA): es el espacio central donde el punto de distribución para el sistema de cableado estructurado en el Centro de Datos está localizado.
- 5) Área de Distribución Horizontal (HDA): las áreas de distribución de equipos (EDAs), incluye el cross-connect horizontal (HC), *switches* para los equipos en el EDA están localizados aquí, está localizado dentro del cuarto de computadoras. Localización típica de los *switches LAN* que soportan los equipos finales. Generalmente hay varios HDA's.
- 6) Área de Distribución de Zona (ZDA): punto de inter-conexión opcional dentro del cableado horizontal, localizado entre el HDA y EDA, permite la configuración frecuente y flexibilidad, debe de servir un máximo de 288 conexiones para evitar congestión de cables.
- 7) Área de Distribución de Equipos (EDA): son espacios asignados para los equipos finales, incluyendo sistemas de computadoras, equipos de comunicaciones y servidores. El equipo final es usualmente equipo de pie equipo montado en gabinetes o racks, los cables horizontales son terminados en las EDA's o conectándose a *hardware* montado en gabinetes o racks, cableado punto-a-punto es permitido entre equipos localizados en el EDA. (DiMinico, 2006).

Se entiende como área de trabajo a los puntos terminales en los cuales funcionara el punto final de conexión de nuestros *AP*. Conectar a la infraestructura de red a instalar, para cada área de trabajo se debe suministrar un cable (patch-cord) de 3 metros de longitud como lo exige la norma, que cumpla con la norma categoría, este cable debe estar acoplado con un conector RJ-45 y este debe estar certificado por dicha categoría.

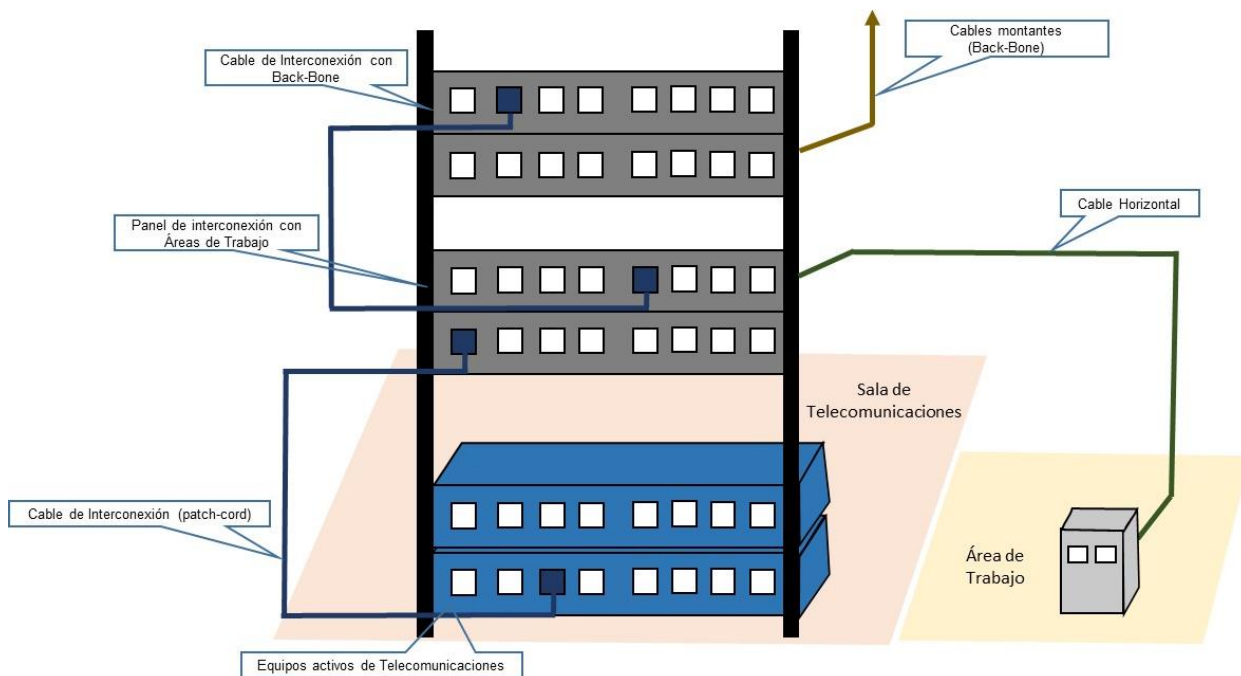


Figura 30. Estructura de cableado estructurado (Elaboración propia, 2014)

Para la instalación de los *AP* a la red en un cableado horizontal, los nodos de red diseñados para la terminación de cable de par trenzado balanceado de cuatro pares deben poseer como mínimo las siguientes características:

- Deberán cumplir con todos los requerimientos del estándar para Categoría 5e, 6 o superior existen dos configuraciones principales para la configuración de cables UTP las cuales son: ANSI/TIA/EIA 568-B y ANSI/TIA/EIA 568-A.
- Con el fin de mantener un nivel lógico de estética en las salidas se debe mantener el color azul para datos y deben ser debidamente etiquetadas o marcadas para fácil identificación de los usuarios y el administrador de la red, según EIA/TIA 606 A.



(Elaboración propia, 2014)
Figura 31. Cable de red UTP 4 pares categoría 6



Figura 32. ANSI/TIA/EIA 568-B
(Elaboración propia, 2014)



Figura 33. ANSI/TIA/EIA 568-A
(Elaboración propia, 2014)

Todas los tapas modulares categoría 5e o 6 instalados deberán ser instalados en los puestos de trabajo con:

- Capacidad para alojar módulos de adaptadores RJ45, también deben tener porta etiquetas con protector transparente de acrílico.
- En su diseño garantizar todos los requerimientos del estándar pendiente para Categoría 6 ANSI/TIA/EIA-568-B.2-10
- Deben quedar instalados en configuración de uso horizontal.

➤ Gabinete o Rack de Comunicaciones

Para el cuidado y buen mantenimiento del cableado estructurado, equipos de comunicaciones, y UP's se debe considerar la instalación de un gabinete o rack dado que el existente no el suficiente espacio para futuras instalaciones en caso de una inminente escalabilidad. El rack debe cumplir con las siguientes especificaciones: *Rack de comunicaciones de estándar 19" o 40u, Fondo: 63 cm y ancho 63cm, altura 2.10 metros; sistemas de ventilación, y que este aterrizado a una tierra física.*

2.4 Optimización y documentación de la red

2.4.1 Optimización

Cuando se diseña la red otro punto a considerar es el ancho de banda y el consumo de cada aplicación, pero el incremento de esto no siempre es la solución, ya que con frecuencia el ancho de banda disponible nunca es suficiente para los usuarios finales y los costos de estos incrementos son extremadamente caros. Se debe priorizar la administración mediante dispositivos que tengan la capacidad de asignar determinado ancho de banda para las aplicaciones, y/o reducir el mismo a las aplicaciones que solo consumen el tráfico de la red sin ningún valor significativo, que en ocasiones este tráfico es el que propicia problemas de saturación en los enlaces.

En el mercado se encuentran dos opciones para hacer esta administración y manejo del ancho de banda: la utilización de *switches* y *routers* con capacidad de administrar QoS y control de tráfico, y regulador de tráfico (*traffic shaper*). Los algoritmos más utilizados por ambas opciones son: encolamiento de prioridad, espera equitativa ponderada (WFQ), y encolamiento basado en clase (CBQ).

Tabla 27. Tipos de dispositivos de optimización de tráfico

Fabricante	Producto	Software de administración	¿LDAP obediente?	Métodos de Priorización	Método de encolamiento
3Com Corp	-Core Builder 9000 Enterprise Switch. -Core Builder 9400 Gigabit	Transcend Enterprise Manager	Si	reglas basadas en priorización VLAN	Prioridad IP TOS
Cabletron Systems Inc	smartSwitch 2000/8000/8600 routers	Spectrum Enterprise Manager	Si	reglas basadas en priorización VLAN, Prioridad IP TOS	WFQ CBQ
Cisco Systems Inc	Cisco routers, familia 2500, 3000, 3600, 4700, 7200	Manager Cisco IOS	Si	reglas basadas en priorización VLAN, Prioridad IP TOS	Encolamiento WFQ

Fuente: (Kennard, 2009)

Aunque algunos de los fabricantes de regulador de tráfico utilizan el algoritmo de CBQ para controlar la congestión de tráfico la gran mayoría utiliza un método llamado “TCP Windows sizing”, para comprender el funcionamiento de este método es importante entender algunas cosas de cómo funciona el protocolo TCP. Los dispositivos de comunicación vía TCP envían paquetes de reconocimiento (ACK) para indicar que han sido recibidos. Estos paquetes también contienen “TCP Receiver Windows Size” que es un valor que indica a las estaciones enviadas cuantos datos pueden ser enviados durante la próxima transferencia de datos. El servidor que recibe puede incrementar o reducir el tamaño de la ventana en cualquier punto durante el intercambio de la comunicación. Un servidor de envío espera por un paquete ACK desde un servidor de recepción antes de enviar la siguiente serie de paquetes. Cuando este paquete ACK llega, el servidor de envío manda tantos paquetes como le es posible para llenar la ventana disponible, TCP frecuentemente crea explosiones repentinas de grandes cantidades de tráfico y esto no es bueno para la red. Los dispositivos que utilizan TCP Windows sizing interceptan los paquetes TCP ACK y ajustan el tamaño de la ventana cuando es necesario mantener el flujo de tráfico de TCP.

Tabla 28. Dispositivos de optimización de tráfico a través de sizing windows

Fabricante	Producto	HW/ SW de administración	¿LDAP obediente?	Métodos de Priorización	Método de encolamiento	TCP Window sizing	Plataforma
Check Point	Software FloodGate-1 1.5		Si	Basado en reglas, Diffserv	WFQ	No	Solaris 2.5, 2.6 Windows NT
Packeteer Inc.	PacketShaper 1000	hardware	Si	Prioridad en VLAN, Diffserv, basado en reglas	Prioridad	Si	Windows NT Netware 5
Sun Microsystems Inc.	Solaris Bandwidth	Solo software	Yes	Basado en reglas.	CBQ	NO	Solaris 2.6, 2.7
Netscreen Technologies Inc.	Netscreen 10	Hardware	Si	Basado en reglas.	Prioridad	Si	

Fuente: (Kennard, 2009)

En la Universidad Autónoma del Estado de México en el Campus CU existe una solución BlueCoat, el cual ya se encuentra en desuso debido a que se ha caducado la licencia, pero este equipo tiene la funcionalidad de establecer el ancho de banda soportado 100Mbps, pero el mantener en la red este equipo tendría consecuencias de reducción de ancho de banda.

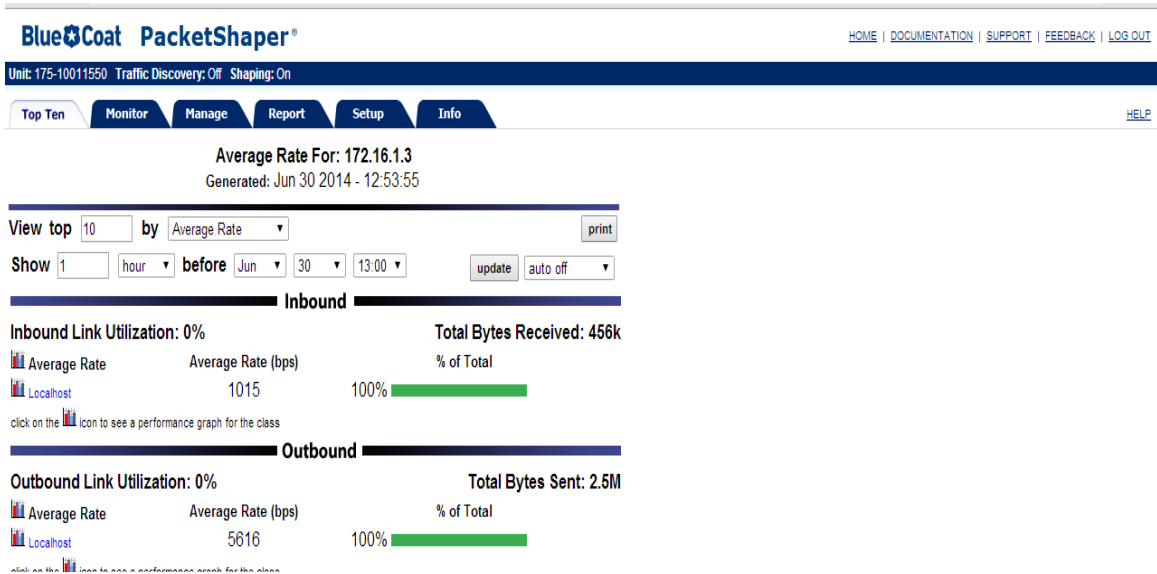
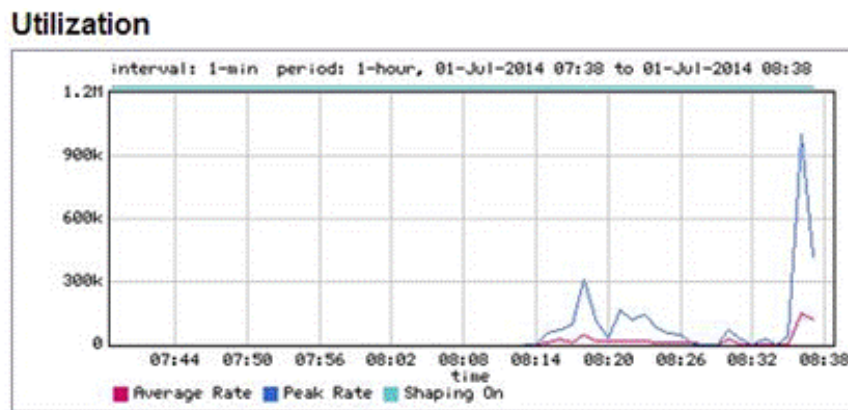
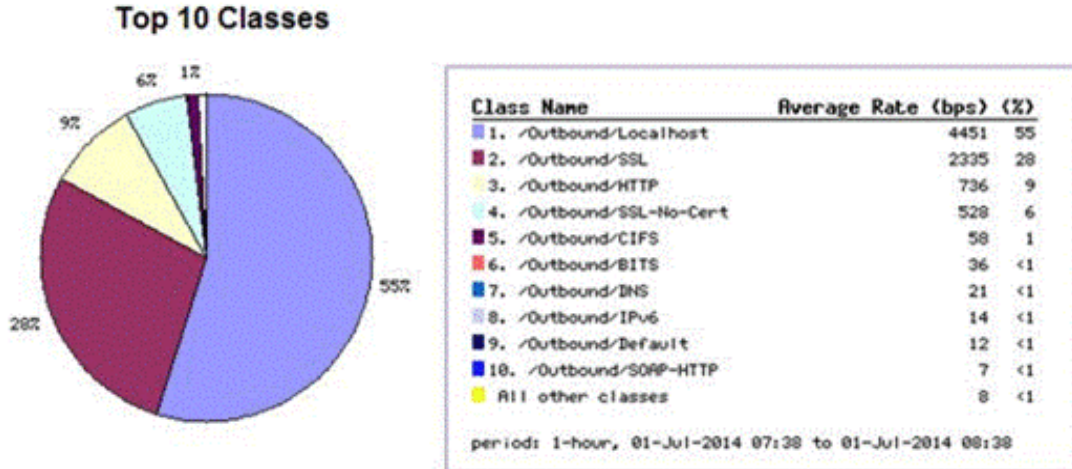


Figura 34. Interfaz gráfica de BlueCoat (Información proporcionada por la DTIC, 2014)

Este tipo de soluciones es de gran ayuda ya que se puede administrar el ancho de banda asignando determinado tamaño a cada aplicación, dando prioridad o bloquear aplicaciones específicas que ocasionan problemas de saturación en la red y garantizar que las aplicaciones importantes y con verdadero peso tengan una velocidad de navegación aceptable conectados a la RIUAEMex y tiene la opción de hacer reportes de acuerdo a los paquetes que analiza y pasan a través de él.



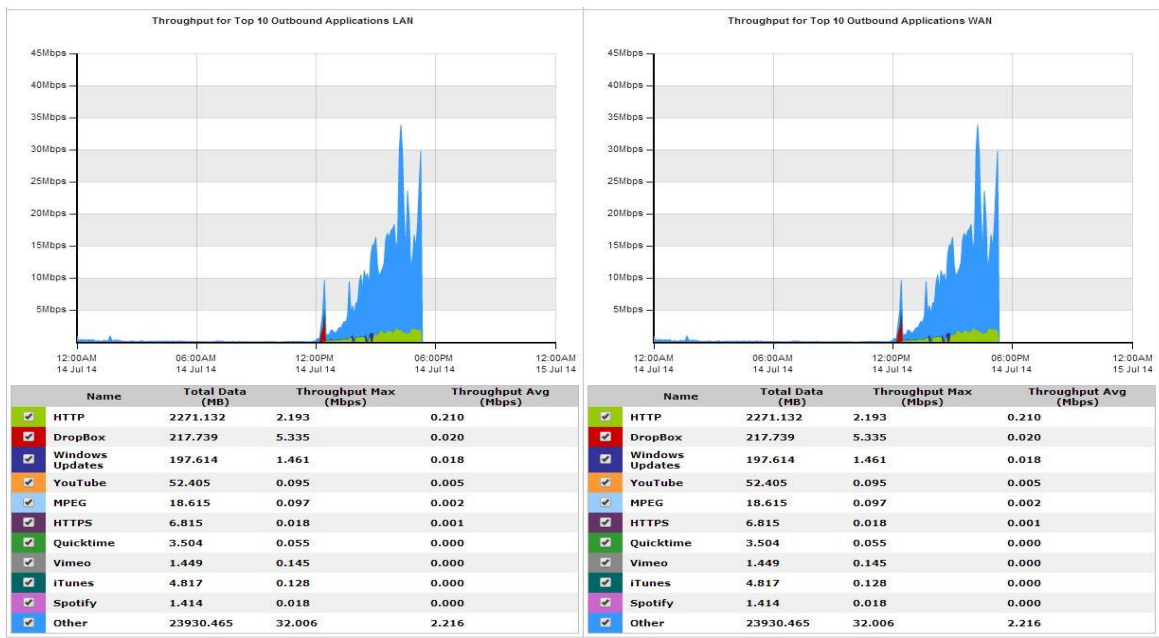


Total Bytes Received: 17.1M

Total Bytes Sent: 3.7M

Figura 35. Gráficas de tráfico de BlueCoat (Información proporcionada por la DTIC, 2014)

Actualmente se está probando un equipo de la Marca Exinda el cual tiene características muy interesantes. Por ejemplo muestra, el porcentaje de ancho de banda que consume cada aplicación, la tasa de transferencia en kbps tanto en tráfico de entrada y de salida.



(Información proporcionada por la DTIC, 2014)
Figura 36. Gráfica de optimización de equipo Exinda

Applications	Hosts/Users	Conversations	Application Response		
Inbound Applications					
Application Name	Transfer Rate (Mbps)	Packet Rate (kpps)	Flows	Distribution (%)	
Total	86.934	9	5534		
HTTP	19.367	2	1186		
YouTube	18.409	2	78		
iTunes	11.969	1	10		
OpenVPN	7.489	1	7		
HTTPS	7.481	1	1485		
Windows Updates	4.706	0	6		
Facebook	4.366	1	751		
Google Encrypted	2.733	0	339		
Spotify	2.180	0	20		
MPEG	1.686	0	3		
Apple Updates	1.637	0	45		
Flash	1.496	0	10		
Netflix	1.361	0	1		
Hotmail	0.431	0	17		
Shoutcast	0.283	0	4		
Twitter	0.239	0	33		
SPDY	0.178	0	47		

Figura 37. Estadística de aplicaciones que utilizan mayor ancho de banda de acuerdo al equipo Exinda
(Información proporcionada por la DTIC, 2014)

Este tipo de soluciones sería una gran alternativa para mejorar el rendimiento de la red, debido a que de esta manera se podrá ver en tiempo real el tipo de aplicación que está consumiendo mayor ancho de banda y tomar decisiones en caso de que estas no sean de uso prioritario para el Campus y así poder bloquearlas o en su caso asignarle un ancho de banda mínimo para que no afecte a las aplicaciones de uso crítico.

Top 30 Inbound Applications in Group Social Networking					
Name	Packets	Data (MB)	Throughput (kbps)		Flows
			Average	Max	
YouTube	13558213	18068.226	596.86	4633.40	644
Facebook	10077328	9140.525	53.16	18493.31	3296
Twitter	539685	567.945	37.50	850.22	304
Instagram	298665	398.179	55.70	3401.21	530
Tumblr	278455	394.358	626.08	2477.02	68
Pinterest	101668	121.132	75.63	842.57	134
Google Plus	102541	98.906	39.60	705.30	87
Vine	61410	86.541	417.03	1338.47	18
Snapchat	7018	8.982	153.30	1354.54	3
LinkedIn	6147	6.521	20.31	456.73	20
Hi5	4850	2.711	10.53	29.40	6
Foursquare	2467	1.898	16.19	216.64	17
Flickr	1066	1.454	74.45	597.24	7

Top 30 Outbound Applications in Group Social Networking					
Name	Packets	Data (MB)	Throughput (kbps)		Flows
			Average	Max	
Facebook	7620765	1487.692	8.67	2092.22	3379
YouTube	8615881	1153.232	36.66	2264.35	688
Twitter	433855	59.954	3.92	149.53	346
Instagram	244837	23.021	2.42	72.98	539

Figura 38. Descripción de consumo de ancho de banda de redes sociales, de acuerdo equipo Exinda
(Información proporcionada por la DTIC, 2014)

2.4.2 Documentación

La documentación es una de las estrategias que no deben faltar en la administración de alguna red, pero para este proyecto se tomó la tarea realizar una documentación de mapeo para saber la posición de *AP* y su cobertura, que están funcionando la red inalámbrica del Campus Universitario “El Cerrillo”. En la figura 20 del capítulo 2.2.1 se muestra la distribución inalámbrica actual, en seguida se muestra un mapa por espacio académico del funcionamiento de la red inalámbrica.

Esta información ayudará para darse cuenta en qué áreas el servicio de la red inalámbrica no llega o está fallando.

Excelente Nulo

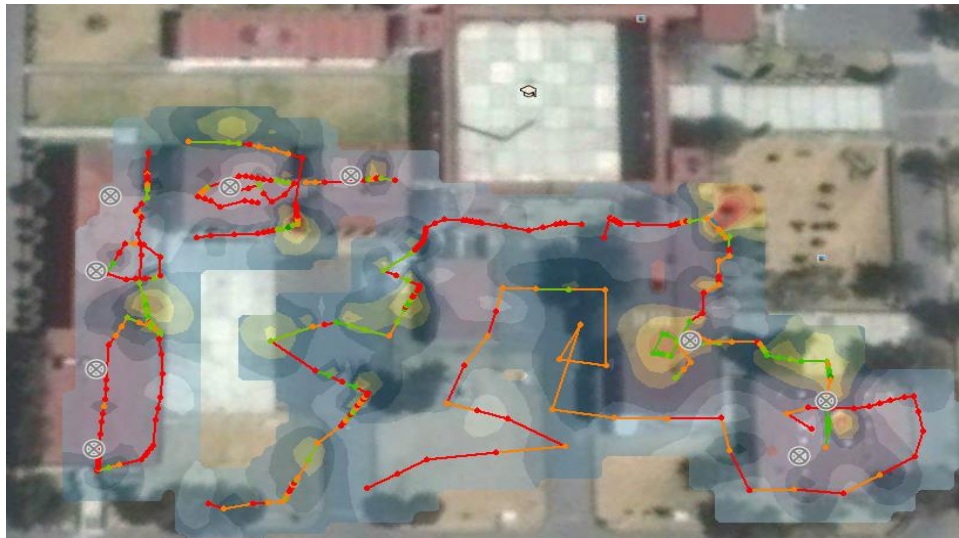


Figura 39. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

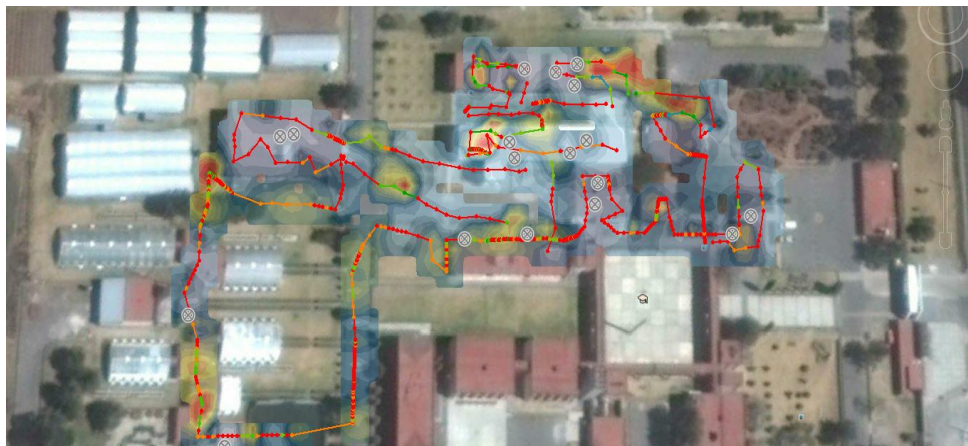


Figura 40. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Ciencias Agrícolas



Figura 41. Cobertura real de la red inalámbrica en la Biblioteca de área académica "El Cerrillo"



Figura 42. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Química



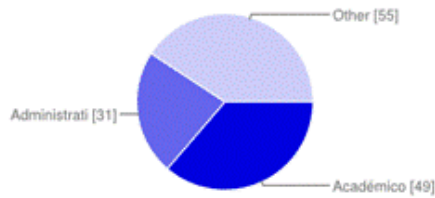
Figura 43. Cobertura real de la red inalámbrica en la Facultad de Ciencias

Para esto se utilizó el *software* VisiWave, el cual es una herramienta para analizar el espectro en frecuencia de 2.4 GHz y 5.0 Ghz y cuenta con varias funcionalidades útiles en la recopilación de datos. Las características principales del VisiWave son: permite ver la situación y analizar cada detalle de la cobertura de la red inalámbrica, crea poderos reportes, es de bajo costo, funciona con pocos requerimientos de sistema y es un programa estable.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

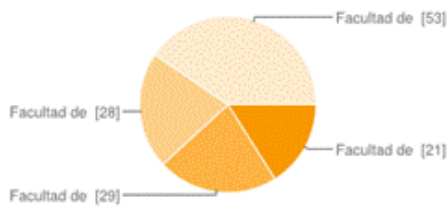
De acuerdo a la encuesta (2.1.1), se obtuvieron los siguientes resultados:

1. Identifique el tipo de Personal:



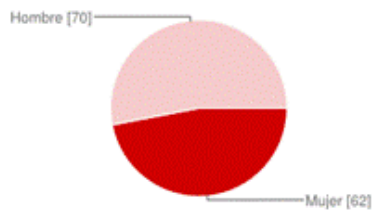
Académico	49	36%
Administrativo	31	23%
Other	55	41%

2. Nombre del Espacio Académico al que pertenece:



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia	21	16%
Facultad de Ciencias Agrícolas	29	21%
Facultad de Ciencias	28	21%
Facultad de Química	53	39%

3. Sexo:

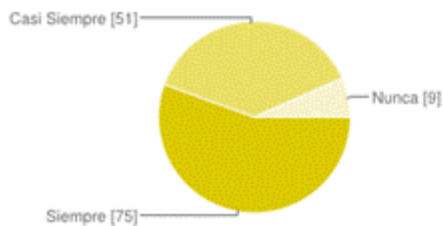


Mujer	62	46%
Hombre	70	52%

4. Edad:

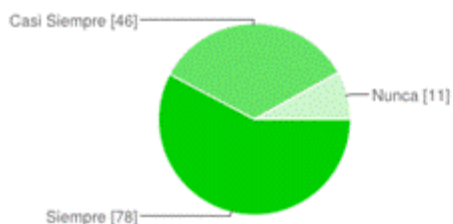


5. ¿Hace uso de la red inalámbrica RIUAEMex?



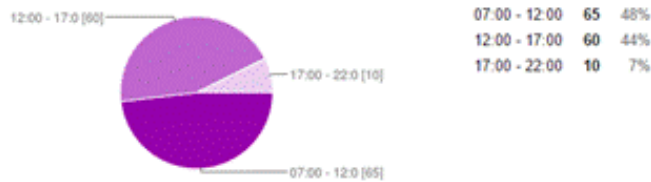
Siempre	75	56%
Casi Siempre	51	38%
Nunca	9	7%

6. ¿Con que frecuencia utilizas este servicio?

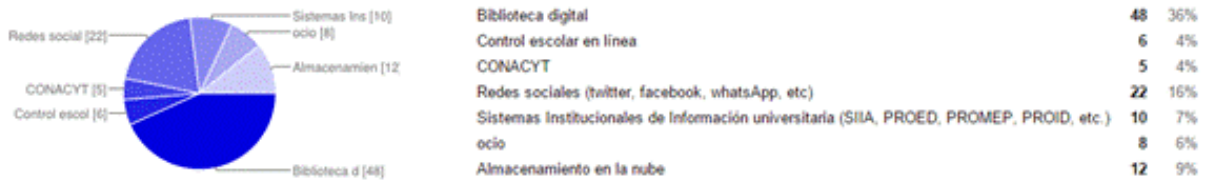


Siempre	78	58%
Casi Siempre	46	34%
Nunca	11	8%

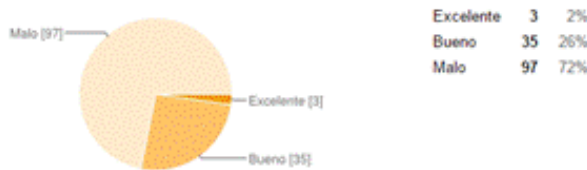
7. ¿En que horarios hace uso regularmente de este servicio?



8. ¿Qué aplicaciones utilizas con más frecuencia, cuando te conectas a la red inalámbrica?



9. ¿Cómo consideras el servicio de Internet a través de la red inalámbrica RUAEMex?



10. ¿Cuáles son los lugares que consideras se debe fortalecer la cobertura de la red inalámbrica RUAEMex?



11. ¿Qué clase de dispositivos móviles son los que conectas más frecuentemente a la red inalámbrica RUAEMEX?



12. ¿Cuántos dispositivos móviles conectas a la red inalámbrica RUAEMex simultáneamente?

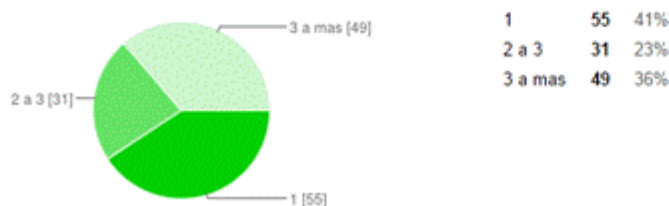


Figura 44. Resultados de la encuesta aplicada (Elaboración propia, 2014)

Esta encuesta refleja los dispositivos móviles que se conectan con más frecuencia y que existen usuarios que conectan hasta 3 dispositivos simultáneamente y que con el gran crecimiento de la biblioteca digital, ya son más los usuarios que la consultan provocando la saturación en la red.

3.1 Aplicaciones de red más utilizadas por la organización.

Al saber concretamente que aplicaciones son y serán utilizadas dentro del Campus se tendrá la posibilidad de dar un panorama más amplio del comportamiento de la red y los beneficios que tendrán al tener el uso de la red inalámbrica.

Tabla 29. Principales Aplicaciones utilizadas en la organización

Nombre de la Aplicación	Tipo de Aplicación	Nueva Aplicación	Es Crítica	Comentarios
Correo Web	Correo Electrónico	No	Si	Cada universitario cuenta con una cuenta de correo electrónico de la Universidad, y mínimo con una más ya sea Hotmail, Yahoo, Gmail, etc.
Facebook /Twitter/ Messenger	Redes Sociales	No	No	Redes sociales utilizadas dentro de toda la Universidad, para fines personales y recreativos.
DropBox/Drive	Almacenamiento en la Nube	No	Si	Facilidad de disponibilidad de información en almacenamiento virtual en la nube para la fácil realización de tareas.
Skype	Chat/Video llamada	No	No	Facilidad de comunicación en tiempo real.
Revistas Electrónicas	Acceso a Bases de Datos	No	SI	Realización de investigaciones para diversas tareas, artículos, tesis, tesinas, memorias etc.
Control Escolar	Internet	No	Si	Inscripciones en línea, captura de calificaciones, consulta de calificaciones, modificación de datos personales de la comunidad estudiantil, proceso de becas.
SIIA	Administración de recursos humanos y materiales	No	SI	Administración de recursos por parte del área administrativa de cada espacio académico.
SASAC	Sistema de administración de salas de Computo	Si	Si	Apoya al análisis y gestión del uso de las salas de cómputo en cada espacio.
EVALUARTE	Sistema de Acreditación	SI	SI	Sistema de acreditación

(Elaboración propia, 2014)

Una vez analizada la tabla anterior, se observa que existen aplicaciones de gran necesidad, que de acuerdo a información proporcionada por los ámbitos universitarios, comentan que son los puntos críticos por lo cual tienen mayor problema. La saturación de la red, les impide realizar sus tareas a diario.

3.2 Proyección estimada de la matrícula por espacio académico

Para poder realizar la proyección, se tomaron en cuenta los datos obtenidos de las agendas estadísticas del año 2008 al 2013. Si esto sigue creciendo a este ritmo, se estima que en el año 2018 se tendrían los resultados que se verán más en la figura 49. Cabe mencionar que estos resultados fueron obtenidos en base a cálculos matemáticos como es la regresión; realizando el análisis con el programa estadístico SAS y cuyas variables son: ECT (equipo de cómputo total) y PT (Población total).

El análisis de regresión lineal es una técnica estadística que se utiliza para estudiar la relación entre variables, es decir, se adapta a una amplia variedad de situaciones, y que por ejemplo puede predecir un amplio rango de fenómenos, desde predicciones a futuro hasta diferentes aspectos del comportamiento humano. El procedimiento de regresión lineal permite utilizar más de una variable independiente por lo cual permite llevar a cabo análisis de regresión múltiple.

Nota: se debe tener en cuenta que estos valores obtenidos pueden variar de acuerdo a las gestiones administrativas, académicas y proyectos que se generen por parte de la administración central de la Universidad. Esta información solo es de apoyo para tener un panorama más amplio de lo que puede ocurrir en un futuro. En el apartado de Anexo 1, se puede encontrar los datos para las proyecciones.

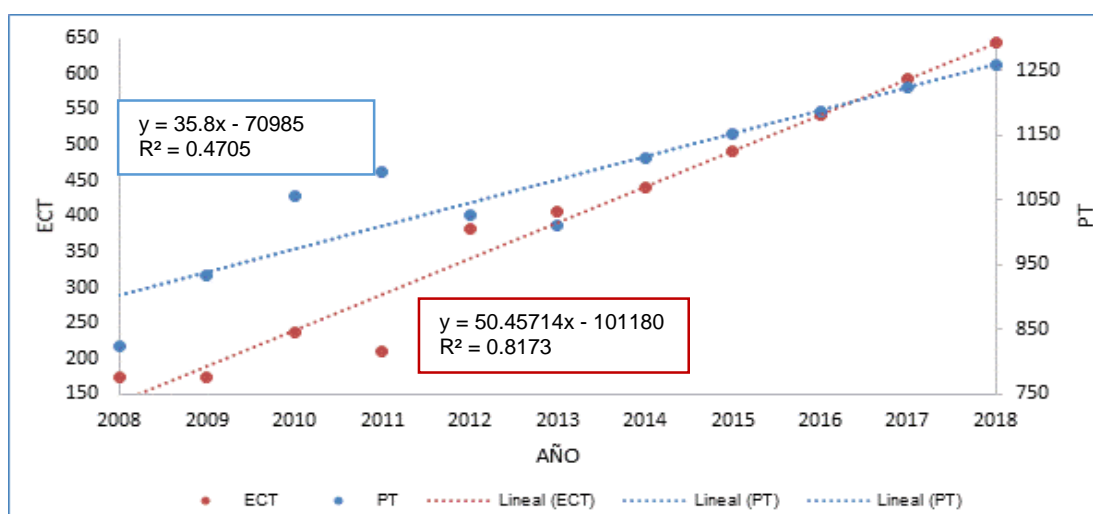


Figura 45. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia al 2018

(Elaboración propia, 2014)

De acuerdo al intervalo de tiempo evaluado 2008 a 2013, se observa que la tasa de incremento anual (la pendiente de la recta) para la variable PT su tasa de incremento al año fue: 35.8, esperando que para el 2018 sea de 1259; mientras que para la variable ECT fue de 50.46, si esta situación continua se espera que para el año 2018 el ECT sería de: 643.

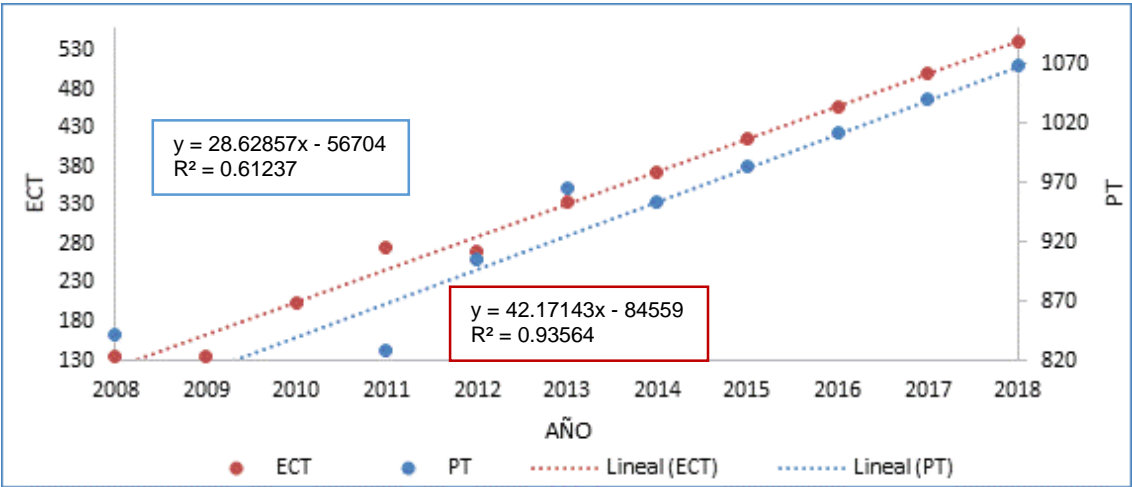


Figura 46. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Ciencias Agrícolas al 2018 (Elaboración propia, 2014)

En el intervalo de tiempo evaluado 2008 a 2013, se observa que la tasa de incremento anual (la pendiente de la recta) para la variable PT su tasa de incremento al año fue: 28.6, esperando que para el 2018 sea de 1068; mientras que para la variable ECT fue de 42.17, si esta situación continua se espera que para el año 2018 el ECT sería de: 543.

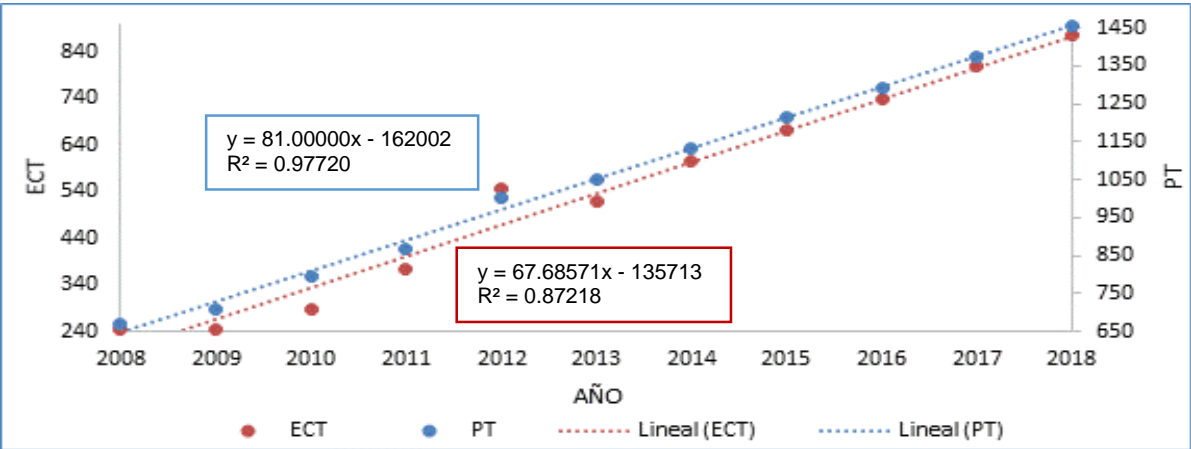


Figura 47. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Ciencias al 2018 (Elaboración propia, 2014)

Para el intervalo de tiempo evaluado 2008 a 2013, se observa que la tasa de incremento anual (la pendiente de la recta) para la variable PT su tasa de incremento al año fue: 81, esperando que para el 2018 sea de 1456; mientras que para la variable ECT fue de 67.69 si esta situación continua se espera que para el año 2018 el ECT sería de: 877.

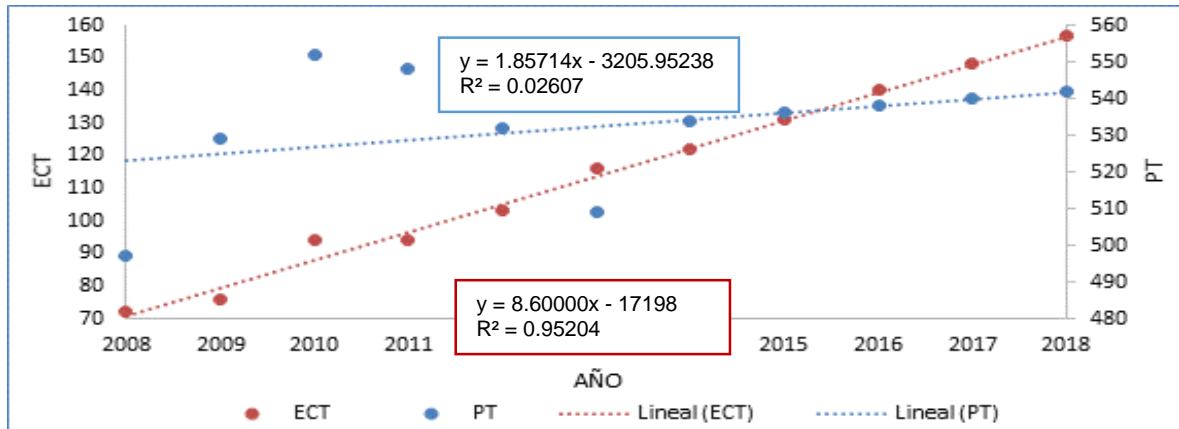


Figura 48. Proyección de PT y ECT, de la Facultad de Química al 2018 (Elaboración propia, 2014)

En el intervalo de tiempo evaluado 2008 a 2013, se observa que la tasa de incremento anual (la pendiente de la recta) para la variable PT su tasa de incremento al año fue: 1.86, esperando que para el 2018 sea de 542; mientras que para la variable ECT fue de 8.6 si esta situación continua se espera que para el año 2018 el ECT sería de: 157.

3.3 Proyección general de la matrícula del Campus Universitario “El Cerrillo”

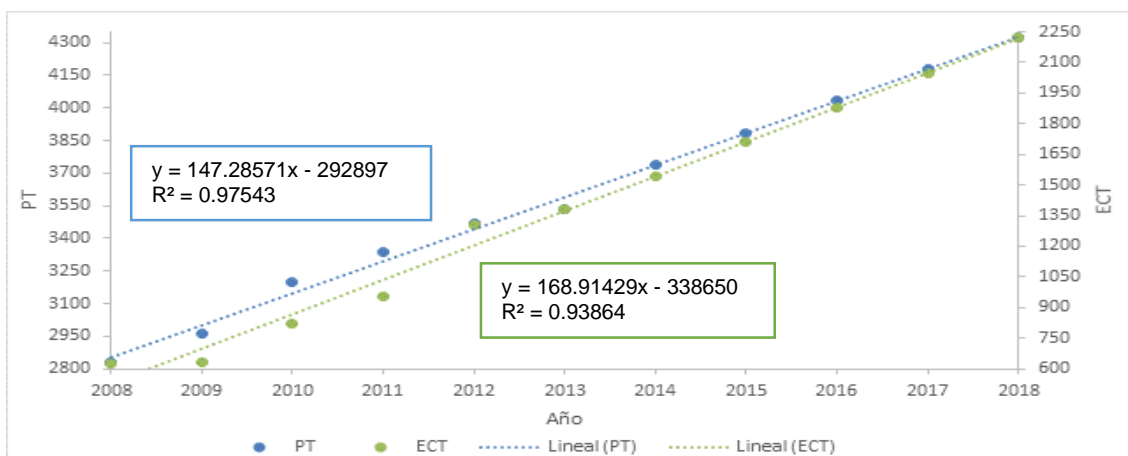


Figura 49. Proyección general del Campus Universitario "El Cerrillo" al 2018 (Elaboración propia, 2014)

En el intervalo de tiempo evaluado 2008 a 2013, se observa que la tasa de incremento anual (la pendiente de la recta) para la variable PT su tasa de incremento al año fue de: 147.3, esperando que para el 2018 sea de 4326; mientras que para la variable ECT fue de 168.91, si esta situación continua se espera que para el año 2018 el ECT sería de: 2219.

3.4 Propuestas de mejora

Como fortalezas de la red inalámbrica RIUAEMex en el Campus Universitario “El Cerrillo” es que se cuenta con la DTIC para poder dar solución a las fallas de enlace, están en constante comunicación con los proveedores del servicio de *Internet*, así mismo gran parte del cableado es cableado estructurado permitiendo tener un mejor funcionamiento y actualmente en la mayoría de las áreas importantes ya se cuenta con este servicio.

Pero también se observaron algunas debilidades como: en el lugar donde se encuentra el *site* principal falla mucho la luz y no se cuenta con una planta de energía eléctrica propia, frecuentemente se cae el enlace de red, por lo cual se recomienda un enlace redundante (3.4.1), el equipo que actualmente se encuentra en operación, ya es un equipo obsoleto por lo que su desempeño es cada vez de mala calidad, en cuestión de seguridad no se emplean las políticas necesarias para la conectividad de dispositivos, por lo que se sugiere implementar la herramienta del *ClearPass* para su mejor control y seguridad, y como tal no se tiene un control de direccionamiento IP, por lo que frecuentemente se tiene problemas de conectividad, por esto mismo se realizó un análisis de direccionamiento *IP* de acuerdo a una proyección a cuatro años de la población total del Campus, teniendo presente que cada usuario llega a conectar hasta tres dispositivos a la vez (figura 44).

3.4.1 Redundancia

Después de un análisis, se puede proponer una mejora en el diseño, el cual es instalar un *site* redundante para la conexión a *Internet*.

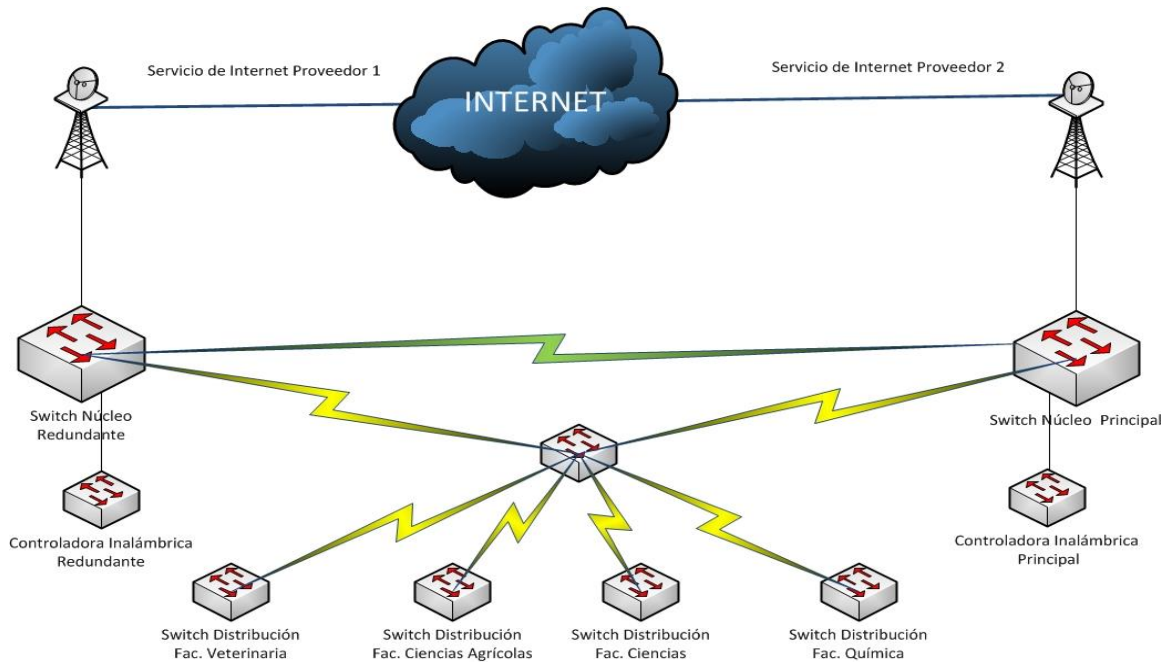


Figura 50. Diagrama lógico redundante de la RIUAEMex en el Campus Cerrillo (Elaboración propia, 2014)

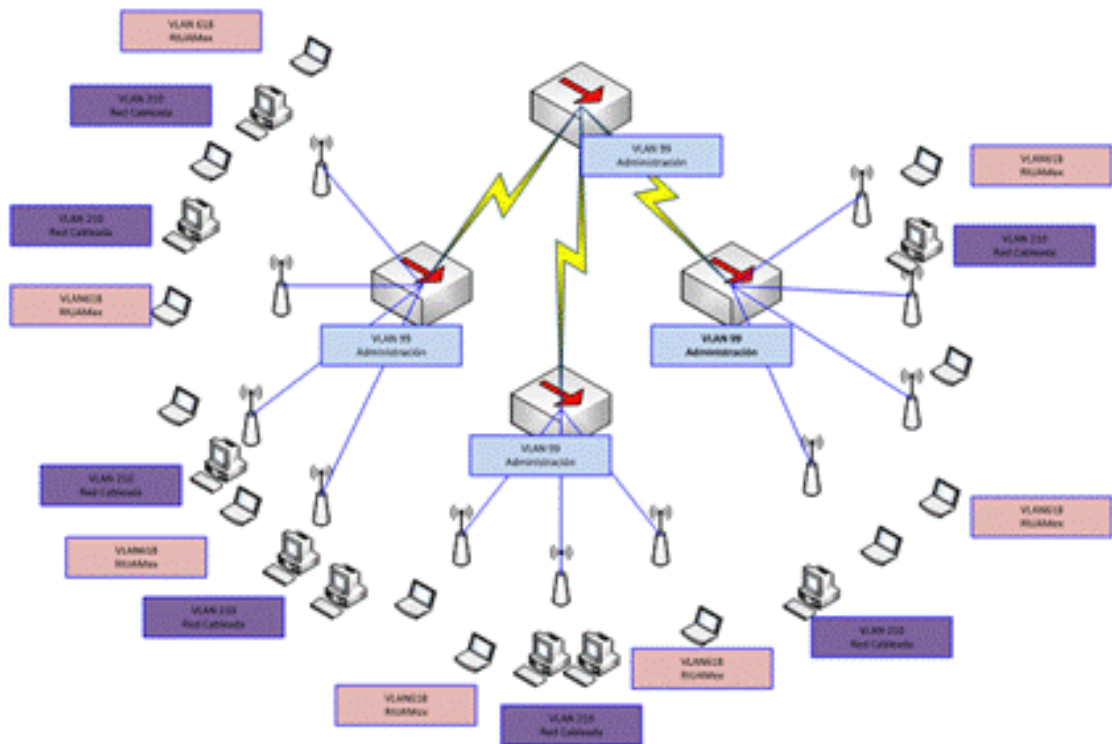


Figura 51. Topología de la RIUAEMex separando tráfico de la red cableada y red inalámbrica (Elaboración propia, 2014)

En la figura anterior se muestra la distribución de la topología de red y de VLAN's que se propone como mejora en el reforzamiento del diseño de la RIUAEMex en el Campus Universitario "El Cerrillo", en esta se define tres principales grupos de VLANS (RIUAEMex y red cableada) toda la red está configurada en diferentes subredes, cada una de las dependencias cuenta con una VLAN de datos propia pero todas comparten la VLAN RIUAEMex para facilitar el *roaming* dentro del Campus.

Desde su implementación la red cableada de datos y la RIUAEMex en el Campus "El Cerrillo", ha tenido diversos percances eléctricos y otros factores que están fuera del control de los administradores de la red (robo constante en el cableado de cobre en las inmediaciones), lo cual hace necesario el uso de la redundancia en el servicio de *Internet*, contratando un enlace independiente con un proveedor diferente e instalarlo estratégicamente de tal forma que cumpla con su objetivo de dar soporte en caso de una caída en el enlace principal. La instalación del nuevo enlace se sugiere en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, puesto que puede conectarse a la planta de luz de la Facultad y de cierto modo estar un poco alejado del sitio principal que se cuenta ahora, también con la construcción de un cuarto de comunicaciones que contenga las características basadas en el estándar TIA-942 el cual establece los principales distintivos que se deben establecer en los componentes de la infraestructura para los distintos grados de disponibilidad en centro de datos.

3.4.2 Planta de energía eléctrica

Se propone que el *site* principal tenga una planta de energía eléctrica propia, ya que actualmente se tiene conectado a la de la Facultad de Ciencias, pero en esta también se encuentra la Biblioteca de Área, por lo que casi siempre se agota muy rápido el diésel, provocando que quede todo el Campus sin servicio de *Internet*, cabe señalar que los equipos de respaldo con los que se cuenta actualmente en el *site* ya no cumplen con su principal función, se necesita un reemplazo de equipo. Se propone también que al implementarse dicha propuesta, se realice un mantenimiento constante para evitar problemas de servicio.

3.4.3 Selección del equipamiento

Elegir el dispositivo adecuado representa que haya un mejor rendimiento en la productividad en el Campus y además genere mayores beneficios reduciendo costos de adaptabilidad y compatibilidad entre dispositivos de diferentes marcas y modelos. Para llevar a cabo la selección de los componentes necesarios para la ampliación de la red inalámbrica RIUAEMex en el Campus “El Cerrillo”, se basa en los datos obtenidos mediante la estimación matemática (3.3) y el cuadro mágico de Gartner (1.11), así de esta forma garantizamos que se cubran las necesidades futuras de cobertura y del número de equipos precisos para satisfacer las necesidades de los usuarios de la red inalámbrica en el Campus, cabe mencionar que gran parte del equipo de la infraestructura de la red inalámbrica en el Campus Universitario “El Cerrillo” ya es obsoleto.

Los puntos en los que se enfocan para el estudio son:

- Los proveedores deben proveer soluciones de conectividad no solo para 802.11n, sino también para 802.11ac
- Comprometen tener un plan a futuro para posibles migraciones
- Deben ser capaces de brindar soluciones integrales de *software* y *hardware*
- Se evalúa los productos y servicios en la infraestructura en la capa de acceso que consisten en *switches*, *AP* y componentes relacionados, como lo son antenas internas y externas
- Toman en cuenta factores como lo es la administración, monitoreo, acceso a invitados, fortalecimiento de políticas y aplicaciones de seguridad
- Facilidad de implementación dentro de una red existente o nueva
- La viabilidad en términos financieros que tan costoso puede resultar todo el proceso de selección, instalación y mantenimiento.

Es importante resaltar que se debe tener la disponibilidad que cuando un usuario inalámbrico se desplace desde un *AP* a otro en una red WLAN centralizada, la controladora pueda mantenerlo automáticamente en el estado de conexión manteniendo su *IP* y rol.

3.4.4 Seguridad

De acuerdo al análisis realizado en cuestión de la seguridad que se tiene en la RIUAEMex (sección 2.1.3.4), se propone la implementación de la herramienta *ClearPass*, ya que presenta las siguientes ventajas:

- Administración sobre los perfiles y roles de cada uno de los usuarios que se conectan a RIUAEMex, dando permisos de acceso a determinadas aplicaciones en la red de acuerdo con el nivel que se configure en la lista de control de acceso.
- Los usuarios de la red se puedan conectar a través de un directorio activo con su cuenta de correo electrónico institucional, ya que de esta forma se puede asegurar de que usuarios están conectados en la red y en caso de algún problema de ataque de cualquier tipo sea posible rastrear de forma sencilla y ágil a quien le pertenece ese dispositivo.
- Generar una política que se asegure que solamente un usuario se pueda conectar con un solo dispositivo a la vez como se comentó en la introducción de este trabajo hay usuarios que cuentan con un teléfono inteligente, una laptop y hasta con tabletas y suelen conectarlas simultáneamente, esto ocasiona que saturen el límite de usuarios permitidos por el AP y también ocupen direcciones IP.

El departamento de redes y telecomunicaciones necesita flexibilidad para definir normas a partir de múltiples variables, como el momento y el lugar en que un tipo determinado de dispositivo (ejemplo: un Smartphone) puede utilizarse, los recursos a los que un usuario específico puede acceder a través de ese dispositivo, los servicios y aplicaciones que pueden ejecutar, y el ancho de banda que un dispositivo o aplicaciones concretas pueden consumir.

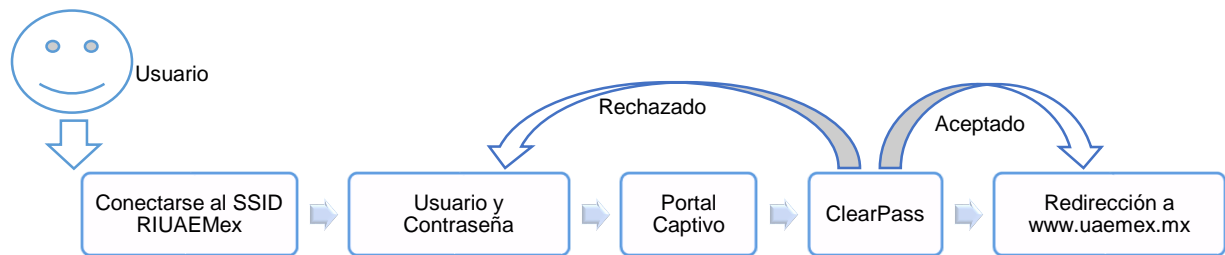


Figura 52. Procedimiento de conexión a la red inalámbrica, que realiza un usuario utilizando ClearPass
(Elaboración propia, 2014)

3.4.5 Análisis de direccionamiento IP

El análisis de direccionamiento IP, está basado de acuerdo con la proyección al 2018 de la población total de cada espacio. Tomando en cuenta también la encuesta aplicada en la cual se cuestionó la cantidad de dispositivos inalámbricos que utiliza individualmente. Con la cantidad de dispositivos es necesario tomar en consideración un direccionamiento de Clase B que cuenta con un rango de direcciones que va de la 128.0.0.0 a la 191.255.0.0 y mascara de red 255.255.0.0, utilizamos una dirección IP privada del segmento 172.16.0.0 como base para la asignación dinámica de los dispositivos conectados a la RIUAEMex.

En este análisis el método aplicado está fundamentado en VLSM el cual es una técnica que permite al administrador de red dividir el direccionamiento IP en subredes de diferentes tamaños, teniendo como ventaja la mejor distribución y asignación de direcciones.

Tabla 30. Direccionamiento IP de acuerdo a la PT por facultad proyectado al 2018

Dependencia	requisitos de host	notación de mascara	/ notación de barra	cantidad de host	Dirección de Id de red	Primera dirección utilizable	Ultima	Dirección de broadcast
FC	1456	255.255.248.0	21	2046	172.16.0.0	172.16.0.1	172.16.15.254	172.16.15.255
FMVyZ	1259	255.255.248.0	21	2046	172.16.8.0	172.16.8.1	172.16.15.254	172.16.15.255
FCAgrí.	1068	255.255.248.0	21	2046	172.16.16.0	172.16.16.1	172.16.23.254	172.16.15.255
FQ	542	255.255.252.0	22	1022	172.16.24.0	172.16.24.1	172.16.27.254	172.16.15.255

(Elaboración propia, 2014)

El nombrar cada uno de los dispositivos en la red es un tema importante dentro del diseño ya que si se tiene bien documentado la forma en cómo está estructurado el procedimiento de asignación de nombres a los dispositivos será más fácil identificar cada elemento cuando se suscite algún incidente. Al elegir un nombre a un dispositivo debe ser fácil de recordar y tiene que identificar a ese dispositivo en específico. Es una buena práctica crear una convención de nombramiento y al mismo tiempo un esquema de direccionamiento que sea adecuado para la organización. Algunas de las características que debe tener un nombre de dispositivo son las siguientes: empezar con una letra, no debe de contener espacios, terminar con una letra o dígito, ser menor a 63 caracteres, ser lo más descriptible que se pueda, tener un identificador con referencia al lugar donde se encuentra, contener adherido una etiqueta con el

identificador incluyendo la subred, Edificio y número de *AP* en el edificio, puede contener el nombre del *SSID* en caso de que existan varios, y deben contener el segmento de red.

3.4.6 Documentación

Para la mejor funcionalidad de la red, se propone tener una documentación de mapeo, configuración, estadísticas y de control y apoyo de la infraestructura de la red inalámbrica del Campus Universitario “el Cerrillo”, así mismo un documento de mantenimiento de redes *Wi-Fi*.

Tabla 31. Mantenimiento de redes *Wi-Fi*

Mantenimiento de redes <i>Wi-Fi</i>	
Auditorias de optimización	<i>Penetración del tráfico de la red</i> Realizar escaneos y auditorias rutinarias de la red, para asegurarse que la misma esté funcionando de manera óptima e identificar las áreas con interferencia y vulnerabilidad, y darle prioridad a las áreas problemáticas.
Diseño & “ <i>Site Survey</i> ”	<i>Diseño de la Red desde el inicio</i> Determinar correctamente el número, localización y configuración de los <i>APs</i> requeridos para entregar la cobertura requerida, para la satisfacción de los usuarios.
Auditorias de seguridad y vulnerabilidades	<i>Mantenición segura de la red</i> Escanear la red para identificar <i>APs</i> no autorizados y protección contra amenazas de seguridad e identificar y validar la autenticación y <i>encriptación</i> usada por cada equipo <i>Wi-Fi</i> .
Auditorias de cumplimiento	<i>Reportes detallados y exactos</i> Realizar reportes integrados para políticas internas y leyes, estándar públicos que administran el uso de redes <i>Wi-Fi</i> .

(Elaboración propia, 2014)

La tabla 31 da un panorama general del mantenimiento que se requiere para las redes *Wi-Fi*, pero se debe considerar también el mantenimiento de limpieza ya que la mayoría se encuentra expuesto a la intemperie.

CONCLUSIONES

Al analizar detalladamente la red inalámbrica del Campus Universitario “El Cerrillo”, con el objetivo de proponer una mejora en la infraestructura actual de la red inalámbrica RIUAEMex, se observaron fortalezas y debilidades con las que cuenta dicha infraestructura, lo que permite su mejora.

Al final se espera una reducción de costos de operación, si el *site* principal tiene una planta de energía eléctrica propia y un enlace redundante pudiendo llegar a una eficiencia del 100% de disponibilidad de red. Considerando los avances tecnológicos pueden surgir proyectos que podrían fortalecer las estrategias de la red RIUAEMex, en primer paso como se mencionó es de vital importancia hacer una actualización del equipo que se cuenta para la infraestructura de la red inalámbrica, realizando la selección del equipamiento idóneo para dicha tarea.

Después del análisis realizado en la parte de seguridad se sugiere implementar la herramienta del *ClearPass* para su mejor control de la red inalámbrica, así como tener un control de direccionamiento *IP* y una vez observado lo efectivo que puede resultar el contar con un diagrama de la RIUAEMex, se podrá generar documentación detallada de configuración, mantenimiento y mapeo de dicha red, para poder aprovechar todos los beneficios de esta misma. Teniendo en cuenta que se debe tener siempre actualizada sin dejar obsoleta dicha información, con esto logrando mejorar la comunicación en el Campus, ofreciendo mejor soporte al usuario final e incrementar la productividad Académica y Administrativa. Al momento de implantar el proyecto se recomienda poseer un plan de mantenimiento preventivo y correctivo para garantizar un óptimo funcionamiento de los equipos utilizados en el diseño y así minimizar la falla de los mismos.

La aplicación de la metodología del Top / Down, mostro ser una herramienta útil para detectar los puntos a mejorar en la infraestructura de la red inalámbrica RIUAEMex en el Campus Universitario “El Cerrillo” de la UAEM.

ANEXO 1

Análisis de las proyecciones (3.2 y 3.3)

- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Proyecciones [Y=A+Bx]		
	PT	ECT
AÑO	$Y = -70985 + 35.8 * \text{año}$	$Y = -101180 + 50.45714 * \text{año}$
2014	1116	441
2015	1152	491
2016	1188	542
2017	1224	592
2018	1259	643

- Facultad de Ciencias Agrícolas

Proyecciones [Y=A+Bx]		
	PT	ECT
AÑO	$Y = -56704 + 28.62857 * \text{año}$	$Y = -84559 + 42.17143 * \text{año}$
2014	954	374
2015	983	416
2016	1011	459
2017	1040	501
2018	1068	543

- Facultad de Química

Proyecciones [Y=A+Bx]		
	PT	ECT
AÑO	$Y = -3205.95238 + 1.85714 * \text{año}$	$Y = -17198 + 8.6 * \text{año}$
2014	534	122
2015	536	131
2016	538	140
2017	540	148
2018	542	157

- Facultad de Ciencias

Proyecciones [Y=A+Bx]		
	PT	ECT
AÑO	$Y = -162002 + 81 * \text{año}$	$Y = -135713 + 67.68571 * \text{año}$
2014	1132	606
2015	1213	674
2016	1294	741
2017	1375	809
2018	1456	877

ANEXO 2

- Procedimiento: Instalación de cableado de voz, datos y adquisición de equipo de comunicaciones. Cuyo propósito es instalar cableado de voz y datos (telefonía convencional y red de datos) incluyendo equipo necesario en los ámbitos universitarios que lo soliciten.

- Alcance

El procedimiento debe ser observado y aplicado por el Director, el Jefe de Departamento de Redes y Telecomunicaciones y por el Área de Comunicaciones, responsable de las TIC o subdirector administrativo del espacio universitario.

Tabla 32. Descripción del Procedimiento de Instalación de cableado de voz, datos y adquisición de equipo de comunicaciones

PUESTO	RESPONSABILIDAD	AUTORIDAD
Director		Autorizar o denegar la solicitud de servicio. Autorizar desviaciones a la forma de realizar el procedimiento.
Jefe del Departamento de Redes y Telecomunicaciones	Supervisar los trabajos realizados	Negar la solicitud de servicio de acuerdo con el Director. Autorizar desviaciones a la forma de realizar el procedimiento.
Responsable del área de Comunicaciones	Asignar Responsable para atender solicitud. Dar seguimiento a la realización del servicio. Verificar la realización del servicio. Asegurarse del cumplimiento de las normatividades declaradas. Comunicar al responsable del TIC la conclusión del servicio y su registro de su conformidad en el SCSSS.	Asignar tareas.
Ingeniero de Soporte	Coordinar y supervisar la realización del servicio. Verificar la realización de las tareas asignadas. Firma formato de levantamiento y recepción. Verificar y validar cotización. Verificar que el servicio cumpla con los requisitos del servicio. Comunicar al responsable de Tecnologías de la Información y Comunicaciones la conclusión del servicio y el registro de su conformidad en el SCSSS.	Asignar tareas
Unidad de Planeación y Apoyo Administrativo	Gestionar presupuesto. Capturar requisición. Gestionar la firma de la requisición Ingresar requisición a la Dirección de Recursos Materiales. Dar seguimiento a la colocación el pedido	

Fuente: (Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones, 2013)

- Políticas
 - El servicio podrá ser denegado por no ser factible, por falta de recursos, falta de trámites o por no ser solicitado con anticipación.
 - El responsable de área deberá asignar tareas y sugerir proveedores en caso de ser necesario alguno.
 - Todos los servicios deberán ser solicitados por el responsable de TIC del ámbito universitario a través del SCSSS.
 - Los servicios que requieran de autorización del titular de la dependencia deberán ser mediante un correo de una cuenta institucional. En caso de que la solicitud del servicio no contenga todos los datos requeridos, esta no procederá.
 - El Director o el Jefe del Departamento de Redes y Telecomunicaciones podrán autorizar modificaciones a la manera de realizar el procedimiento.
 - El servicio podrá ser solicitado por el jefe del departamento de redes y telecomunicaciones o del Director de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.
 - A toda solicitud de servicio de instalación de cableado de voz, datos y equipo de comunicaciones corresponderá al proveedor verificar la factibilidad del proyecto, de cuyo resultado dependerá la realización del mismo.
 - Antes de proceder a efectuar cualquier servicio donde se requieran recursos el ámbito universitario será responsable de realizar los trámites de transferencia del monto correspondiente a la cuenta contable correspondiente.
 - Para la instalación de cableado de voz y datos el ámbito universitario deberá contar con Voltaje regulado, tierra física y reguladores o ups de acuerdo como lo requiera.
 - El ámbito universitario será responsable de comunicar los datos presupuestales para crear la requisición cuando el servicio sea cubierto con su presupuesto.
 - El ámbito universitario será el responsable de tramitar ante la Dirección de Obra Universitaria la instalación eléctrica necesaria.

- La Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones será la única responsable de las cotizaciones, presupuestos y supervisión de las instalaciones de cableado.
- La Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones no será responsable del incumplimiento de las especificaciones del equipo establecidas en el oficio de presupuesto.
- Los servicios que se pueden solicitar son: Instalación de cableado de voz y datos, Instalación de cableado de voz, Instalación de cableado de datos, Instalación de equipo de comunicaciones (conmutadores de voz y datos, convertidores)
- El cumplimiento de la normatividad solo será aplicable en cableado de nuevos edificios.
- A toda solicitud de servicio de instalación de cableado de voz, datos y equipo de comunicaciones corresponderá al proveedor verificar la factibilidad del proyecto, de cuyo resultado dependerá la realización del mismo.
- La verificación del servicio será revisando cajas al azar o revisando el equipo instalado por el responsable de las TIC.
- La verificación del servicio con lo solicitado será con la firma del formato de recepción del cableado por parte del responsable de las TIC.
- La entrega del servicio se realizará a través del formato de recepción del cableado o la factura del equipo.
- Después de la entrega el ámbito universitario será responsable de mantener la infraestructura con las condiciones necesarias: contar con una instalación eléctrica regulada, instalación de reguladores o no breaks, ventilación en los racks o *sites*, no apagar el equipo de comunicaciones, mantener la infraestructura instalada como se deja por el personal de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones, no colocar carpetas o equipo que obstruya la ventilación del equipo, y tierra física.
- Cualquier bien que sea propiedad del ámbito universitario que se pierda, deteriore o que de algún modo considere inadecuado para su uso debe de ser registrado y comunicado al responsable de las TIC.

- El personal del área de comunicaciones comunica al responsable de TIC del ámbito universitario la conclusión del servicio registrándolo en el SCSSS y le solicita el manifiesto de su conformidad con respecto al servicio realizado a través del mismo. Las solicitudes de servicio que tengan más de 72 horas. en espera de conformidad se tomarán como servicios conformes.

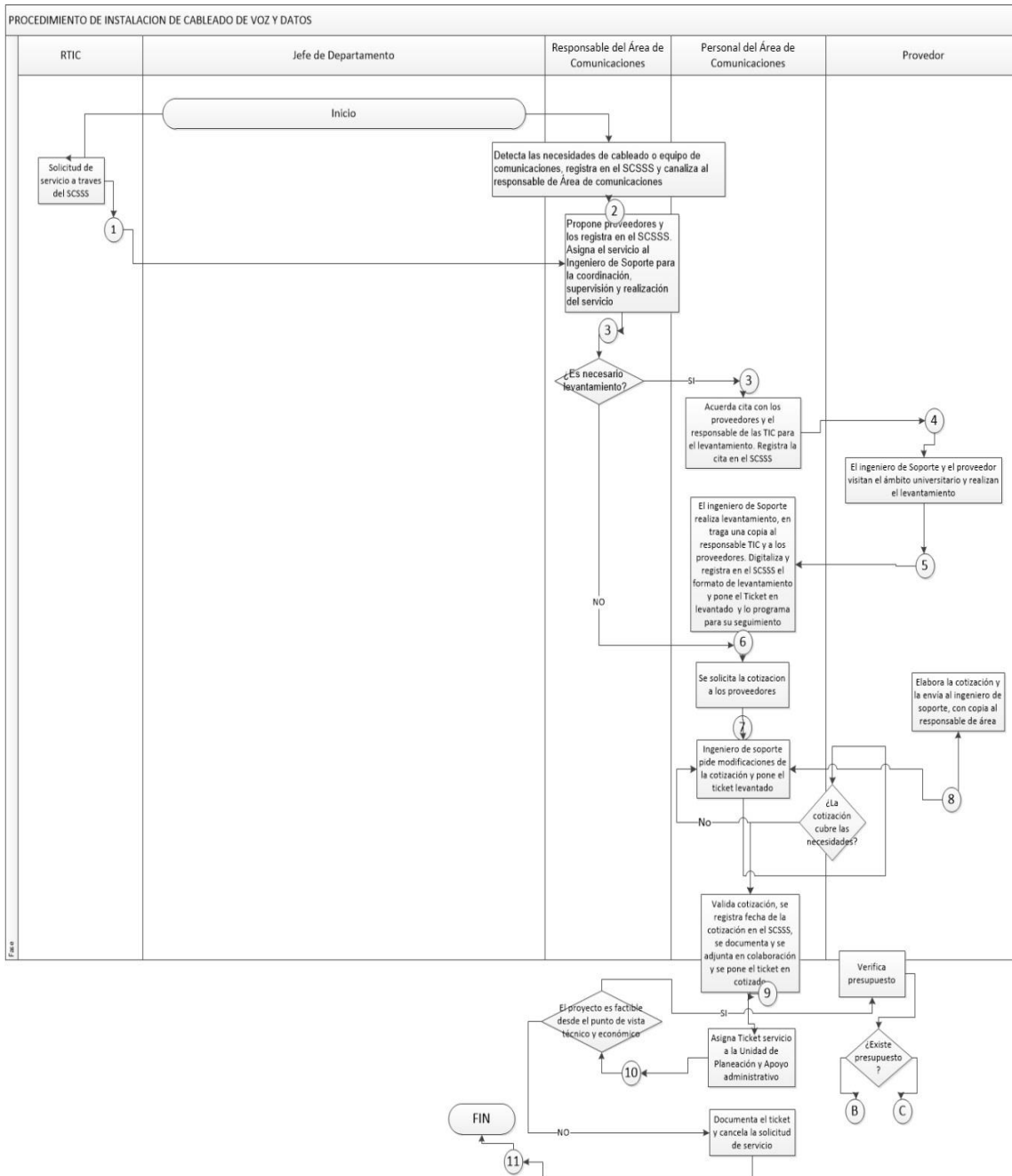
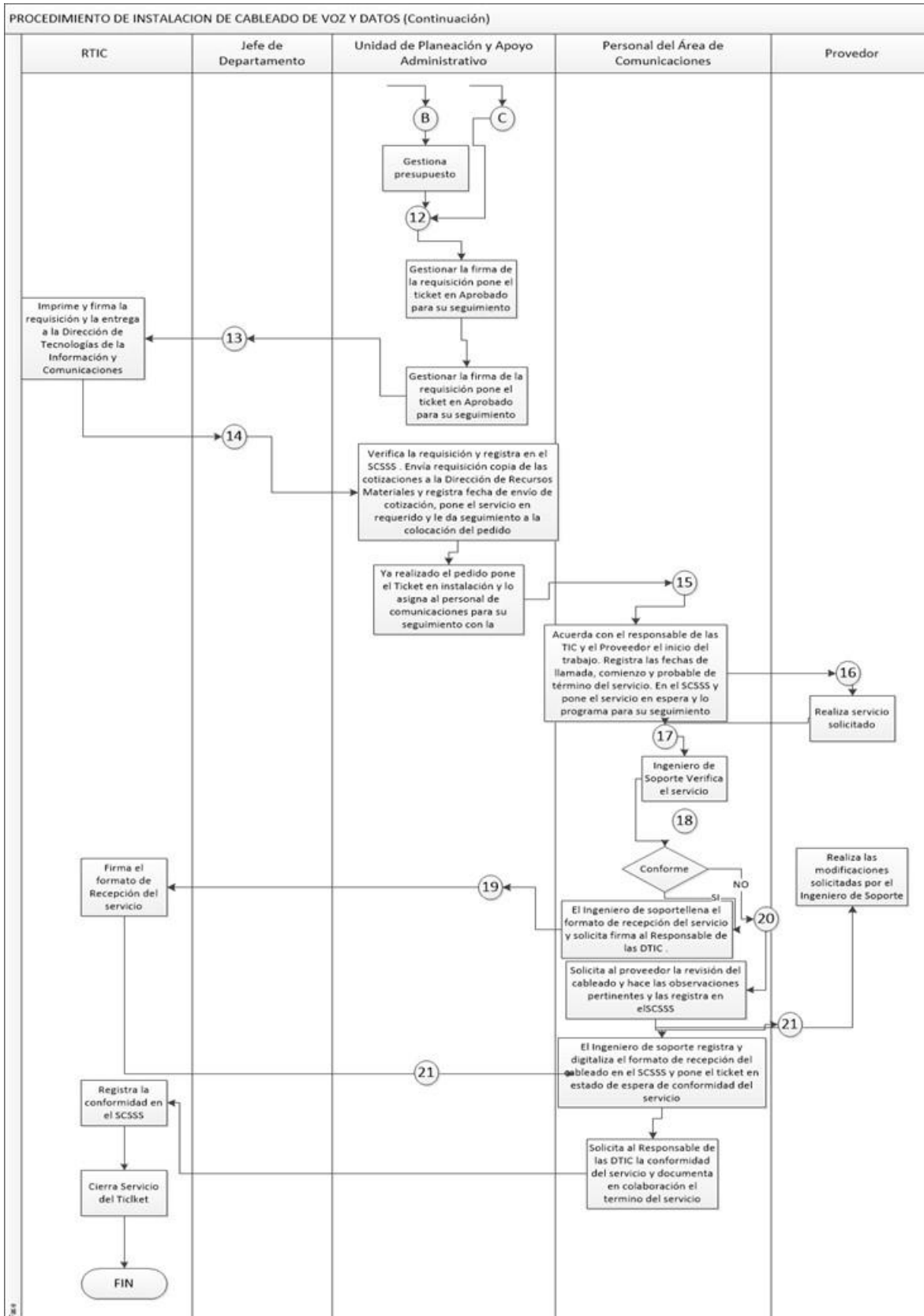


Figura 53. Diagrama de Flujo del Procedimiento de Instalación de cableado de voz, datos y adquisición de equipo de comunicaciones
Fuente: (Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones, 2013)



Continuación de la Figura 53.

- Procedimiento: Monitoreo y Gestión de la Red. Cuyo propósito es Configurar, administrar y monitorear la infraestructura de red de la Universidad Autónoma del Estado de México para proveer los servicios de: Configuración de equipo de comunicaciones para la conexión a la red, Monitoreo del comportamiento de los servicios de red, y Activación de enlace o línea telefónica, esto con la finalidad de satisfacer los requerimientos de conectividad de la comunidad universitaria.

- Alcance

Este procedimiento aplica a la infraestructura de red instalada en la Universidad Autónoma del Estado de México y deberá ser observado y aplicado por el Jefe del Departamento de Redes y Telecomunicaciones, la Unidad de Redes y Comunicaciones, y el Responsable de Tecnologías de la Información y Comunicaciones (RTIC) en el espacio universitario.

Tabla 33. Descripción del Procedimiento de Monitoreo y Gestión de la Red

PUESTO	RESPONSABILIDAD	AUTORIDAD
Director		Autorizar o negar la solicitud de servicio. Autorizar desviaciones a la forma de realizar el procedimiento.
Jefe del Departamento de Redes y Telecomunicaciones	Gestionar recursos. Si aplica, generar ticket en el SCSSS (Sistema de Control y Seguimiento de Solicitudes de Servicio)	Autorizar desviaciones a la forma de realizar el procedimiento.
Responsable del área de Comunicaciones	Supervisar las tareas asignadas a los ingenieros de soporte. Si aplica, generar ticket en el SCSSS (Sistema de Control y Seguimiento a Solicitudes de Servicio). Registrar información inherente al servicio en el SCSSS. Realizar los servicios. Dar seguimiento a los servicios a través del SCSSS. Informar al usuario los avances del servicio a través del SCSSS. Comunicar al usuario la conclusión del servicio y solicitar el manifiesto de conformidad en el SCSSS. Llevar a cabo tareas de monitoreo y configuración de los equipos de comunicaciones. Documentar las configuraciones y cambios realizados en los equipos de comunicaciones. Generar reportes del desempeño de la infraestructura de red de la UAEM	Si aplica, autorizar o negar servicio con base en la factibilidad técnica. Asignar Ingeniero de Soporte o Auxiliar Técnico para atender la solicitud del servicio a través del SCSSS (Sistema de Control y Seguimiento de Solicitudes de Servicio). Si aplica, documentar en el SCSSS la conformidad del servicio expresada por el usuario. Asegurarse del cumplimiento de las normatividades declaradas.

Ingeniero de Soporte	Si aplica, generar ticket en el SCSSS (Sistema de Control y Seguimiento a Solicitudes de Servicio).	Asignar Auxiliar Técnico para atender el servicio a través del SCSSS (Sistema de
	Registrar información inherente al servicio en el SCSS. Realizar los servicios asignados. Dar seguimiento a los servicios a través del SCSSS. Informar al usuario los avances del servicio a través del SCSSS. Comunicar al usuario la conclusión del servicio y solicitar el manifiesto de conformidad en el SCSSS. Llevar a cabo tareas de monitoreo y configuración de los equipos de comunicaciones. Documentar las configuraciones y cambios realizados en los equipos de comunicaciones	Control y Seguimiento de Solicitudes de Servicio). Si aplica, documentar en el SCSSS la conformidad del servicio expresada por el usuario.
Auxiliar Técnico	Si aplica, generar ticket en el SCSSS (Sistema de Control y Seguimiento a Solicitudes de Servicio). Registrar información inherente al servicio en el SCSS. Realizar los servicios asignados. Dar seguimiento a los servicios a través del SCSSS. Informar al usuario los avances del servicio a través del SCSSS. Comunicar al usuario la conclusión del servicio y solicitar el manifiesto de conformidad en el SCSSS. Llevar a cabo tareas de monitoreo y configuraciones brindadas por el Ingeniero de Soporte en los equipos de comunicaciones. Documentar las configuraciones y cambios realizados en los equipos de comunicaciones	
Responsable de las TIC en el ámbito Universitario	Generar solicitud de Servicio a través del SCSSS o vía telefónica en caso de no contar con servicio de red, la solicitud deberá contar con los requisitos del mismo.	
Unidad de Planeación y Apoyo Administrativo	Recibir oficio de solicitud. Si aplica, generar ticket en el SCSSS (Sistema de Control y Seguimiento de Solicitudes de Servicio) Gestionar los recursos necesarios para la realización del servicio. Gestionar vehículo en caso de ser necesario, para asistir a la dependencia solicitante.	

Fuente: (Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones, 2013)

- Políticas

- Los servicios deberán ser solicitados por el responsable de TIC del ámbito universitario a través del SCSSS, o a través de un oficio dirigido al director de DTIC y/o al jefe de Departamento o realizando una llamada telefónica a la Mesa de Atención a Usuarios.
- La Unidad de Redes y Comunicaciones será la única autorizada para llevar a cabo cambios en la configuración de los equipos de comunicaciones.
- El servicio podrá ser solicitado por el jefe del departamento de redes y telecomunicaciones o por el Director de la Dirección de Tecnologías de la Información y Comunicaciones.

- El equipo (*switches*, enrutadores y conmutadores) que se encuentra alojado en los cuartos de comunicaciones (*sites*) responsabilidad de la DTIC, deberá contar con instalación de voltaje regulado, tierra física, sistema de pararrayos, reguladores ups, planta eléctrica de emergencia, libre de humedad, temperatura no mayor a los 20° C; así mismo el acceso a estas áreas deberá ser restringido.
- Para el caso de asignación de una subred adicional, con la finalidad de justificar la necesidad de incrementar las direcciones IP, el RTIC deberá adjuntar en el SCSSS un inventario en formato digital donde se identifique ubicación de equipo de cómputo, persona responsable y dirección *IP* asignada. En esta relación se deberá incluir todo equipo conectado a la red institucional, incluyendo impresoras, codecs, servidores, etc.
- Para apertura de puertos en el *firewall* institucional, el servicio deberá ser solicitado a través del SCSSS y este deberá de cumplir con la aprobación explícita en las notas del ticket, del área de Operaciones, así mismo del área de Seguridad, solo cumpliendo con ambas aprobaciones, el servicio podrá ser realizado.

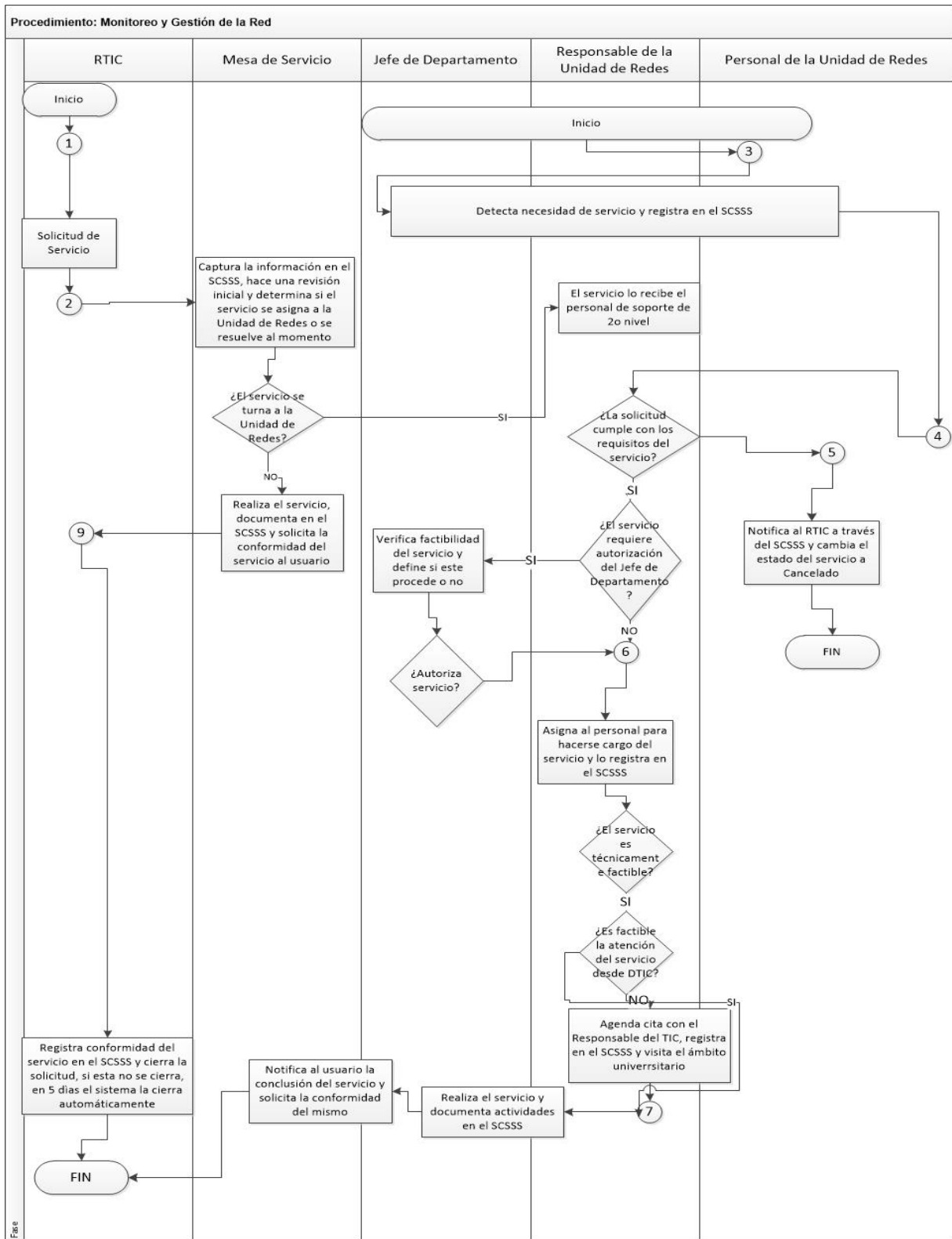


Figura 54. Diagrama de Flujo del Procedimiento de Monitoreo y Gestión de la Red
Fuente: (Dirección de Tecnologías de Información y Comunicaciones, 2013)

GLOSARIO

- *Airwave*: ondas electromagnéticas de propagación aérea.
- *BSS*: (Basic Services Set), es un conjunto de servicios básico de una LAN IEEE 802.11, abarca una única área de radiofrecuencia, o celda.
- *Backbone*: parte de la red que transporta el tráfico más denso: conecta LANs, ya sea dentro de un edificio o a través de una ciudad o región.
- *Bit*: elemento más pequeño de información que puede ser tratado por una computadora, y corresponde a un 0 o a un 1 del Sistema binario. Hay 8 bits en un byte.
- *Bluetooth*: sistema de comunicación inalámbrica que permite la interconexión de diferentes dispositivos electrónicos y es un estándar creado por importantes empresas del sector de la informática y de las telecomunicaciones.
- *Broadcast*: término utilizado originariamente en el mundo de la radio y de la televisión para indicar que sus emisiones las puede recibir cualquiera que sintonice una emisora. Hoy en Internet se emite también radio y televisión en modo *broadcast*, y la misma WWW es un medio de esta misma naturaleza.
- *Carrier*: operadores de telecomunicaciones propietarios de las redes troncales de Internet y responsables del transporte de los datos.
- DTIC: Dirección de Tecnologías de la información y Comunicaciones de la Universidad Autónoma del Estado de México.
- *Encriptación*: (cifrado) es el tratamiento de un conjunto de datos, contenidos o no en un paquete, a fin de impedir que nadie excepto el destinatario de los mismos pueda leerlos.
- *Ethernet*: tipo de red más común utilizado en las organizaciones. Su velocidad máxima es de diez millones de *bits* por segundo.
- *Firewall*: (cortafuegos) dispositivo que se coloca entre una red local e Internet y cuyo objetivo es asegurar que todas las comunicaciones entre los usuarios de dicha red e Internet se realicen conforme a las normas de seguridad de la organización que lo instala.
- *Hardware*: componentes físicos de un ordenador o de una red, en contraposición con los programas o elementos lógicos que los hacen funcionar.

- *Hubs*: significa concentrador, se trata de un dispositivo utilizado en redes de área local *LAN* su función es concentrar las terminales (otras computadoras cliente), repetir la señal que recibe de todos los puertos, así todas las computadoras y equipos escuchan los mismo, y pueden definir qué información les corresponde y enviar a todas lo que se requiera.
- *IBSS*: conjunto de servicios básicos independiente, es el tipo más básico de *LAN IEEE 802.11*, una *LAN IEEE 802.11* mínima independiente consiste sólo en dos estaciones y estas se comunicaran directamente unas con otras usando el mismo *SSID*.
- *IDF*: todos los demás, denominados servicios de distribución intermedia (*IDF*), dependen del servicio de distribución principal, una topología de este tipo se describe como una topología en estrella extendida.
- *Internet*: red de telecomunicaciones nacida en 1969 en los EE.UU, a la cual están conectadas centenares de millones de personas, organismos y empresas en todo el mundo, mayoritariamente en los países más desarrollados, y cuyo rápido desarrollo está teniendo importantes efectos sociales, económicos y culturales, convirtiéndose de esta manera en uno de los medios más influyentes de la llamada Sociedad de la Información y en la Autopista de la Información por excelencia. Fue conocida como *ARPANET* hasta 1974.
- *IP*: (Protocolo Internet) conjunto de reglas que regulan la transmisión de paquetes de datos a través de Internet.
- *ISO 27001*: *ISO/IEC 27001* es un estándar para la seguridad de la información aprobado y publicado como estándar internacional en octubre de 2005 por International Organization for Standardization y por la Comisión International Electrotechnical Commission. Especifica los requisitos necesarios para establecer, implantar, mantener y mejorar un sistema de gestión de la seguridad de la información (*SGSI*).
- *Modelo OSI*: surge en los años 60 y fue desarrollado por la ISO (International Organization for Standardization) en 1977 y adoptado por UIT-T. Consiste en una serie de niveles que contienen las normas funcionales que cada nodo debe seguir en la Red para el intercambio de información y la inter- operabilidad de

los sistemas independientemente de sistemas. Los niveles o capas son: capa (física, enlace, red, transporte, sesión, presentación y aplicación), cada una es un módulo independiente que provee un servicio para el nivel superior dentro de la arquitectura o modelo.

- *Multicast*: (multidifusión) modo de difusión de información en vivo que permite que ésta pueda ser recibida por múltiples nodos de la red y por lo tanto por múltiples usuarios
- *MDF*: (Main Distribution Frame: marco de distribución principal) es común que las redes de gran tamaño tengan más de un centro de cableado, normalmente, cuando esto sucede, uno de los centros de cableado se designa como el servicio de distribución principal (*MDF*).
- *NOC*: (Centro de Operaciones de Redes) este centro es donde los ingenieros informáticos observan y realizan el mantenimiento de las redes de telecomunicaciones y a menudo se encuentran en las grandes empresas, donde las actividades de la red son difíciles de observar de forma individual.
- *QoS*: (Calidad de Servicio) nivel de prestaciones de una red, basado en parámetros tales como velocidad de transmisión y nivel de retardo.
- *RTIC*: Responsables de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones.
- *RIP*: (Routing Information Protocol) es un protocolo de encaminamiento interno, es decir para la parte interna de la red, la que no está conectada al *Backbone* de *Internet*, protocolo usado por distintos *routers* para intercambiar información y así conocer por donde deberían enrutar un paquete para hacer que éste llegue a su destino.
- *Router*: (encaminador, direccionador, enrutador) dispositivo que distribuye tráfico entre redes, la decisión sobre a donde enviar los datos se realiza en base a información de nivel de red y tablas de direccionamiento.
- *Site*: (sitio) punto de la red con una dirección única y al que pueden acceder los usuarios para obtener información.
- *Software*: programas o elementos lógicos que hacen funcionar un ordenador o una red o que se ejecutan en ellos en contraposición con los componentes físicos del ordenador o la red.

- *SSID*: (Service Set Identifier) es un nombre incluido en todos los paquetes de una red inalámbrica (Wi-Fi) para identificarlos como parte de esa red.
- *STP*: (Spanning Tree Protocol) es un protocolo de red de nivel 2 de la capa OSI (nivel de enlace de datos).
- *Switches*: es el dispositivo analógico que permite interconectar redes operando en la capa 2 o de nivel de enlace de datos del modelo OSI. Un conmutador interconecta dos o más partes de una red, funcionando como un puente que transmite datos de un segmento a otro, su empleo es muy común cuando existe el propósito de conectar múltiples redes entre sí para que funcionen como una sola y suele mejorar el rendimiento y seguridad de una red de área local.
- *Tiers*: el concepto de *tier* nos indica el nivel de fiabilidad de un centro de datos asociados a cuatro niveles de disponibilidad definidos. A mayor número en el *Tier*, mayor disponibilidad y por lo tanto mayores costes asociados en su construcción y más tiempo para hacerlo,
- UAEMEX: Universidad Autónoma del Estado de México
- *VLANs*: (*Virtual Local Area Networks; redes virtuales de área local*) son subgrupos en una red de área local, que combinan dispositivos y estaciones de la red en una sola unidad.
- *VLSM*: permite que una organización utilice más de una máscara de subred dentro del mismo espacio de direccionamiento de red, su implementación maximiza la eficiencia del direccionamiento y con frecuencia se le conoce como división de subredes en subredes.
- *VTP*: es un protocolo de mensajes de nivel 2 usado para configurar y administrar *VLANs* en equipos permitiendo centralizar y simplificar la administración en un dominio de *VLANs*, pudiendo crear, borrar y renombrar las mismas, reduciendo así la necesidad de configurar la misma *VLAN* en todos los nodos.
- *WWW*: *World Wide Web (Malla Mundial)* sistema de información distribuido, basado en hipertexto, creado a principios de los años 90 por Tim Berners-Lee, investigador en el CERN, Suiza. La información puede ser de cualquier formato (texto, gráfico, audio, imagen fija o en movimiento) y es fácilmente accesible a los usuarios mediante los programas navegadores. (Fernández Calvo, 2003)

BIBLIOGRAFÍA

- Abraham, J.L.V. (07/09/2005). *Metodología para diseños físicos de LAN*. Redalyc, 3, 14.
- Aerohive Networks (2013). *El impacto de 802.11ac sobre la red*. http://www.aerohive.com/sites/default/files/Aerohive-Whitepaper-Network_Impact_802.11ac_Spanish.pdf. Consultado: 15/05/14
- Alexander, B. (2004). *802.11. Wireless Network Site Surveying and Installation* (1^{ra}). Indianapolis: Cisco Press.
- Álvarez, A.J.A. (2009). *Diseño e Implementación de una Red Inalámbrica en el municipio de Perote, Ver.* <http://cdigital.uv.mx/bitstream/123456789/28571/1/Alvarez%20Arguello.pdf>. Consultado: 14/02/14
- Andreu, J. (2010). *Servicios en Red* (1^{ra}). España: Editex.
- ANSI. *Telecommunications Infrastructure Standard for Data Centers*. TIA-942-2005 (1^{ra}). Arlington U.S.A., 2005.
- Aruba (2014). Aruba Networks, ARUBA. http://www.arubanetworks.com/pdf/products/SO_ClearPass.pdf. Consultado: 02/08/2014.
- Aruba. (2014). *Aruba Networks*, ARUBA. <http://www.arubanetworks.com/>. Consultado: 07/08/2014.
- Bisquerra, A.R. (2004) *Metodología de la investigación educativa* (2^{da}). La Muralla.
- Cabrero, F.F.J. (2006). *Imagen Radiológica* (2^{da}). España: Masson Elsevier
- Cisco Systems. (2003). *Cisco Certificate Networking Academy*. Cisco Systems.
- Cisco, OSPF. (2008). *Guía de diseño de OSPF*, Cisco Systems Inc. http://www.cisco.com/cisco/Web/support/LA/7/73/73214_1.pdf. Consultado: 06/08/2014.
- Cisco. (2014), *Cisco*. www.cisco.com. Consultado: 07/08/2014.
- Fernández, C.R. (2003). *Glosario básico inglés - español para usuarios de Internet*. Asociación de Técnicos de Informática. Consultado 09/10/2014

- García-Enrich, G. (2007). Una visión general El estándar TIA-942. *Ventas de seguridad*, 1 (3), 112-118.
- Gast, M.S. (2002). *802.11 Wireless Networks* (1^{ra}). U.S.A.: O'Reilly
- Grayson, M., Shatzkamer, K. & Wainner, S. (2009). *IP Design for Mobile Networks* (1^{ra}). Indianapolis: Cisco Press.
http://www.ati.es/novatica/glosario/glosario_internet.html#glosa. Consultado: 12/02/2014.
- Jahson, A. (2009). *LAN switching and wireless: CCNA exploration companion guide* (2^{da}). Cisco System Inc.
- Joskowicz, J. (2008). *Redes de datos*. Montevideo, Uruguay.
<http://iie.fing.edu.uy/ense/asign/redcorp/material/2008/Redes%20de%20Datos%202008.pdf>. Consultado: 17/06/2014.
- Kaufman, J. & Kimmitt, M. (2006). *IEEE 802.3 Higher Speed Study Group Meeting*, Dallas. <http://www.ieee802.org/3/hssg/public/nov06/>. Consultado: 15/07/2014.
- Kennard, L. (1999). *FEATURE Network Traffic Prioritization*.
<https://www.novell.com/connectionmagazine/1999/07/traffic79.final.pdf>. Consultado 09/10/2014
- McCabe, J.D. (2007). *Network Analysis, Architecture, and Desing* (3^{ra}). Elsevier.
- Oppenheimer, P. (2004). *Top-down Network Design* (2^{da}). Indianapolis: Cisco Press.
- Ouellet, E., Padjen, R., Pfund, A., Fuller, R. & Blankeship, T. (2002). *Cisco Wireless LAN*. (2^{da}). U.S.A.: Syngress Publishing, Inc.
- Pellejero, I., Andreu, F. & Lesta, A. (2006). *Fundamentos y aplicaciones de seguridad en Redes WLAN* (1^{ra}). Barcelona, España: MARCOMBO, S.A.
- Rojas, V.R., Riveras, P.R. & Quispe, C.W. (1997). *Internet y redes inalámbricas* (1^{ra}). Arequipa, Perú: CLANAR.
- Salvetti, D. (2011). *Redes Wireless* (1^{ra}). Fox Andina.
- Tanenbaum, S.A. (2003). *Redes de computadoras* (4^{ta}). México: PERSON.

- UAEM, AE. (2014). *Documentos de consulta*, UAEM. <http://www.uaemex.mx/planeacion/Agenda.html>. Consultado: 25/01/2014.
- UAEM, Misión. (2014). Misión UAEM. <http://www.uaemex.mx/mision.html>. Consultado: 15/03/14
- UAEM, Procedimientos (2014) *Procedimientos*, UAEM. <http://sgc.UAEM.mx/procedimientos.uaem>. Consultado: 20/01/2014
- UAEM, SGC. (2014). *Sistema de gestión de la calidad*. UAEM. <http://sgc.uaemex.mx/procesos.uaem>. Consultado: 20/01/2014.
- UAEM, Visión. (2014). Visión UAEM. <http://www.uaemex.mx/vision.html>. Consultado: 15/03/2014
- Valdez, A.I.P. (2011). *Encuesta para profesores sobre el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, TIC's*. http://dcb.fi-c.unam.mx/ProyectoTICS/contenidos/encuestaDCB_TICS-2012-1.pdf. Consultado 15/01/2014
- Vivanco, D. (2013). *Movilidad dominará las inversiones en TI, en Latinoamérica: IDC*. PC World. <http://www.pcworld.com.mx/Articulos/27073.htm>. Consultado: 30/06/2014
- Zimmerman, T., Lerner, A. & Menezes, B. (2014). *Magic Quadrant for the Wired and Wireless LAN Access Infrastructure*. *Gartner*, 3 (7), 1-13.