

**DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA**

RAFAEL ALEXANDER ESPINOSA GIRALDO

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PEREIRA
2011**

**DIAGNÓSTICO Y REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA DE LA
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA**

RAFAEL ALEXANDER ESPINOSA GIRALDO
Informe de Proyecto de Grado

Tutor
Daniel Felipe Blandón Gómez
Ingeniero de Sistemas y Telecomunicaciones

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE PEREIRA
FACULTAD DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
INGENIERÍA DE SISTEMAS Y TELECOMUNICACIONES
PEREIRA
2011

DECLARACION DE AUTOR

Yo, Rafael Alexander Espinosa Giraldo como estudiante de decimo semestre de Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones declaro que este proyecto fue iniciativa propia de una problemática que identifique en la red inalámbrica de la Universidad Católica de Pereira, viendo la necesidad de plantear un nuevo diseño y sugerir la adquisición de nuevos equipos para brindar un servicio óptimo con alta disponibilidad y mejor calidad.

Autorizo que este proyecto pueda ser utilizado por los estudiantes o la universidad como base para seguir aportando al desarrollo tecnológico de la institución y la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradezco a Dios por haberme dado las facultades e inteligencia para llegar a esta etapa de mi vida.

A la Universidad Católica de Pereira por brindarme su apoyo para fortalecer mi conocimiento como estudiante y por hacer de mi una mejor persona en cuanto a valores y ética se refiere, también por la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos y evidenciar la coherencia entre teoría y práctica.

A mi familia que en todo momento me brindó su apoyo no solo económico sino moral y que siempre sin importar la distancia estuvo ahí incondicionalmente.

A todas las personas, profesores, técnicos, ingenieros y académicos que desde el principio creyeron en mí y de una u otra manera me colaboraron para la culminación de mi Trabajo de Grado.

Muchas gracias a todos aquellos que aunque no los mencione directamente en este trabajo fueron artífices de lo que he podido alcanzar en este espacio de mi existencia.

TABLA DE CONTENIDO

DECLARACION DE AUTOR.....	3
AGRADECIMIENTOS.....	4
TABLA DE CONTENIDO	5
FIGURAS.....	7
TABLAS.....	8
RESUMEN.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.....	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	12
1.1.1. SITUACIÓN ACTUAL.....	12
1.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. OBJETIVOS.....	14
1.2.2. OBJETIVO GENERAL	14
1.2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	15
2. MARCO CONTEXTUAL.....	16
2.1. ORGANIZACIÓN	16
2.1.1. MISIÓN	16
2.1.2. VISIÓN.....	17
2.1.3. ESCUDO UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA.....	18
2.1.4. HISTORIA	19
2.2. SOCIAL.....	20
3. MARCO TEORICO.....	22
3.1. Wi-Fi	23

3.2.	REDES WLAN	24
3.2.1.	CARACTERÍSTICAS DE WLAN	29
3.2.2.	CONFIGURACIONES DE RED PARA RADIOFRECUENCIA	29
3.3.	ROAMING.....	30
3.4.	TOPOLOGÍA DE RED	31
3.5.	SEGURIDAD.....	32
3.6.	TECNICAS DE MODULACIÓN	33
3.6.1.	FHSS.....	33
3.6.2.	DSSS	34
3.6.3.	OFDM.....	34
3.7.	ESTÁNDAR 802.11.....	34
3.7.1.	ESTÁNDAR 802.11b.....	35
3.7.2.	ESTÁNDAR 802.11 a.....	36
3.7.3.	ESTÁNDAR 802.11g.....	36
3.7.4.	COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES	37
3.7.5.	ESTÁNDAR 802.11n.....	38
3.8.	CAPA FÍSICA DEL ESTÁNDAR 802.11n.....	42
3.8.1.	OFDM.....	42
3.9.	TECNOLOGÍA MIMO EN EL ESTÁNDAR 802.11n.....	43
3.10.	VERSIONES DE LA TECNOLOGÍA MIMO	44
3.11.	ANTENAS INTELIGENTES	46
3.11.1.	FUNCIONAMIENTO	46
4.	MODELO TEÓRICO	48
4.1.	DIAGNÓSTICO.....	48
4.2.	REDISEÑO DE LA RED ACTUAL.....	56
4.3.	CRONOGRAMA.....	60
	CONCLUSIONES	68
	RECOMENDACIONES.....	69

FIGURAS

Figura 1. Escudo UCP Fuente: Universidad Católica De Pereira	18
Figura 2. Posicionamiento de estándares Wireless	23
Figura 3. Modelo de una red WI-FI.	24
Figura 4. Rango de irradiación mayor que las redes personales.....	25
Figura 5. Historia de Wi-Fi.	27
Figura 6. Historia del estándar 802.11	28
Figura 7. Cobertura de la señal de distintos canales.	30
Figura 8. Topología AD-Hoc.	31
Figura 9. Modo Infraestructura.....	32
Figura 10. Comparación de transferencia de datos	39
Figura 11. Comparación de canales en 802.11n	41
Figura 12. Sistema MIMO	44
Figura 13. Versiones tecnología MIMO	45
Figura 14. Comparación tipo de antenas	46
Figura 15. Imagen aérea de la UCP	52
Figura 16. Plano red actual	54
Figura 17. Imagen aérea de la UCP	55
Figura 18. Plano para el rediseño	60

TABLAS

Tabla 2. Resumen Estándar b	35
Tabla 3. Resumen Estándar a	36
Tabla 4. Resumen Estándar g	37
Tabla 5. Comparación de estándares	38
Tabla 6. Características capa física 802.11n	43
Tabla 1. Cronograma de actividades Fuente: Elaboración propia	60

RESUMEN

Este proyecto presenta el estándar 802.11; de tal forma que se obtenga conocimiento suficiente para entender cómo se creó, cómo funciona y cómo ha sido su evolución. De esta manera se deja un estado del arte, que contextualiza la exigencia de infraestructura del campus universitario de la UCP entorno a una red WLAN (Wireless Local Area Network).

Mediante la consulta de diferentes fuentes bibliográficas, se obtuvo información del estándar; permitiendo conocer su evolución, sus ventajas, la seguridad que ofrecen a una red, su fiabilidad y la calidad del servicio (Quality of Service); éste último como elemento diferenciador en cuanto administración de la red.

A través de un trabajo de campo, se recolecta la información suficiente para diagnosticar e identificar los problemas actuales de la red inalámbrica del campus universitario, se hallan falencias, y así mismo se establece cual sería el estándar idóneo para rediseñar e implementar en el campus universitario.

Finalmente, el rediseño de la red ajustado a las necesidades y exigencias que este amerita, será acompañado de una propuesta que contempla como resultado final, una red que ofrece movilidad, desplazamiento, fácil acceso, mayor rendimiento en la transferencia de datos y configurada de tal manera que sea lo más amigable posible para su administración.

PALABRAS CLAVES:

Red, wifi, punto de acceso, análisis, diseño, 802.11(a,b,g,n), tecnología mimo, ingeniería.

ABSTRACT

This work presents the 802.11 standard, in such a way as to obtain enough knowledge to understand how it was created, how it works and their evolution. This work will leave a state of art, which contextualizes the infrastructure requirement of the UCP campus environment network to WLAN (Wireless Local Area Network).

By consulting different literature sources, information about the standard was obtained, allowing to take a look to the evolution network, their benefits, the security provided to a network, reliability and quality of service (Quality of Service), this last element as a differentiator in the network management.

Through a field work, enough information collected to diagnose and identify the current problems of the campus wireless network, the failures and weakness, so we can set the standard which would be appropriate to redesign and be implemented on campus.

Finally, the redesign on the network adjusted to the needs and demands that the warrants will be accompanied by a proposal that includes the final result, a network that offers mobility, displacement, easy access, increased performance in data transfer and configured in, such a manner that can be friendly as possible for his administration.

KEY WORDS:

Network, wifi, access point, analysis, design, 802.11(a,b,g,n), technologie mimo, engineering.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, es fácil decir que las redes inalámbricas de área local son una de las tecnologías más prometedoras, ya que por su fácil utilización y por no tener necesidad de licencia, han propiciado que el número de dispositivos que la utilizan para conectarse, crezca exponencialmente.

Este fenómeno no es ajeno a los centros educativos donde se ha venido implementando este tipo de tecnología. La Universidad Católica de Pereira para estar a la vanguardia de estos avances en materia de comunicación, implementó hace algunos años una red inalámbrica para ofrecer a sus estudiantes, docentes y demás personal del campus, una herramienta de fácil acceso a internet. No obstante, debido al pasar del tiempo se ha hecho necesario reevaluar su diseño actual.

Este trabajo tuvo como fin realizar el análisis de la red inalámbrica, por medio de un diagnóstico; identificando falencias que permitirán establecer un diseño de actualidad, capaz de ofrecer mayor cobertura en el campus universitario, sugiriendo tecnología de punta, más robusta, que logre reducir costos al no contemplar nuevo tendido de cables, consumo de energía, reducción de equipos y puntos de acceso, agilizando la administración y permitiendo un mayor control en el tráfico de la red.

El factor diferenciador y que será lo último dentro del cuerpo de este escrito, es la presentación de una propuesta que planteé un nuevo diseño, nuevo esquema de red, configuraciones avanzadas, modo de implantación en la institución, donde se contempla la utilización de la infraestructura actual para no desechar lo que le ha costado recursos económicos a la Universidad.

1. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. SITUACIÓN ACTUAL

Años atrás la Universidad Católica de Pereira implementó una red inalámbrica de área local (WLAN) en sus instalaciones, cuando apenas esta tecnología estaba incursionando. Actualmente ésta ha tenido un crecimiento notable en cuanto a su estructura y en cuanto a la población académica que la utiliza.

El incremento del personal universitario y de los estudiantes ha generado mayor concurrencia y demanda de la red inalámbrica, ya que muchos de ellos cuentan con gran variedad de dispositivos móviles diferentes al computador que se conectan a ella, haciendo que esta disminuya su rendimiento y se vuelva lenta; también limitando que otras personas se conecten debido a que los equipos de acceso pueden llegar a encontrarse saturados por un número máximo de usuarios.

Por tal motivo, la universidad creció en su estructura física, aumentando la cantidad de Access Point para brindar una mayor cobertura de la red; sin embargo, aún quedan espacios sin cubrimiento haciendo que de la misma manera, se piense en adquirir más puntos de acceso. Lo que significa la tendencia a mantener una red poco funcional, ahora bien, cabe aclarar que el número de equipos es necesario para garantizar la cobertura esperada, pero es posible sacarles mayor provecho y configurarlos de acuerdo a un plan de acceso bien estructurado.

1.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

El campus universitario de la UCP está compuesto por 5 edificios y áreas de esparcimiento muy amplias, al cual no sería posible darle un cubrimiento total con los Access Point que actualmente funcionan, la universidad ofrece el servicio de internet a través de estos dispositivos, siendo difícil la administración de la red ya que cuenta con gran cantidad de ellos.

Éstos se encuentran ubicados en puntos estratégicos de diferentes bloques del campus; sin embargo, entre un punto y otro quedan amplios espacios o huecos a donde no llega la señal, debido a que la potencia de las antenas no es la más efectiva para el cubrimiento de toda el área.

Debido a la gran cantidad de Access Point en el campus universitario como anteriormente se menciona y al no haber una configuración especial en los dispositivos, se obstaculiza la movilidad y el fácil acceso a la red; convirtiéndola en una red inestable, ya que cuando un usuario se desplaza por el campus se ve sujeto continuamente a la conexión y reconexión del dispositivo desde el cual se encuentra conectado.

Por tanto, es claro que la UCP requiere una infraestructura y configuración especial de su red inalámbrica, no sólo que abarque el mayor porcentaje de su área sino que ofrezca a sus usuarios buena señal y movilidad.

1.2. OBJETIVOS

1.2.2. OBJETIVO GENERAL

Diagnosticar la red inalámbrica de la UCP y presentar una nueva propuesta que ofrezca mejor funcionamiento, proyectando que el campus universitario cuente con una red de mejor rendimiento y segura para todos sus usuarios.

1.2.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diagnosticar las falencias que tiene la red inalámbrica que impiden su óptimo rendimiento.
- Revisar el estándar 802.11 original y sus derivaciones.
- Analizar el diagnóstico y replantear el diseño actual de la red inalámbrica.
- Proponer equipos de comunicación que más se ajusten a las necesidades del campus que trabajen bajo el estándar 802.11n.

1.3. JUSTIFICACIÓN

Estar a la vanguardia en cuanto a tecnología podría decirse que es el ideal para cualquier persona, empresa o institución. En ese sentido, el diseño y la tecnología actual de la red inalámbrica de la Universidad Católica de Pereira, debería replantearse, ya que lo encontrado en el diagnóstico que presenta este proyecto, muestra cómo la infraestructura actual si bien es vigente, puede reemplazarse con la adquisición de otra más nueva, mejorar y sentar las bases para el futuro.

Si bien debe hacerse una inversión cabe resaltar que la infraestructura existente no se perderá, al ser reutilizada bajo una nueva configuración, que permitirá independizar la red inalámbrica administrativa de la red pública, mitigando el tendido de cableado ya que serán menos los AP¹ a los que hay que llegar y a su vez reduciendo costos considerablemente en cuanto al consumo de energía y el tendido de cable, un Access Point bajo el estándar 802.11n y tecnología MIMO (Multiple Input – Multiple Output) puede abarcar un área mayor a la que 10 Access Point de los actuales puede cubrir siendo esta característica la de mayor repercusión.

Al implementar un nuevo diseño de la red inalámbrica, el campus universitario tendrá una mejor cobertura y mayor disponibilidad, permitiendo un desempeño efectivo de la misma, y agilizando el tráfico de datos tanto para el área administrativa como para los estudiantes que la utilizan en sus labores cotidianas.

¹ AP: Access Point

2. MARCO CONTEXTUAL

2.1. ORGANIZACIÓN

2.1.1. MISIÓN

La Universidad Católica de Pereira es una institución de Educación Superior inspirada en los principios de la fe católica, que asume con compromiso y decisión su función de ser apoyo para la formación humana, ética y profesional de los miembros de la comunidad universitaria y mediante ellos, de la sociedad en general.

La Universidad existe para el servicio de la sociedad y de la comunidad universitaria. El servicio a los más necesitados, es una opción fundamental de la institución, la cual cumple formando una persona comprometida con la sociedad, investigando los problemas de la región y comprometiéndose interinstitucionalmente en su solución. Es así como se entiende su carácter de Popular.

Guiada por los principios del amor y la búsqueda de la verdad y del bien, promueve la discusión amplia y rigurosa de las ideas y posibilita el encuentro de diferentes disciplinas y opiniones. En este contexto, promueve el diálogo riguroso y constructivo entre la fe y la razón. Como institución educativa actúa en los campos de la ciencia, la tecnología, el arte y la cultura, mediante la formación, la investigación y la extensión.

Inspirada en la visión del hombre de Jesús de Nazaret, posibilita la formación humana de sus miembros en todas las dimensiones de la existencia, generando una dinámica de autosuperación permanente, asumida con autonomía y libertad, en un ambiente de participación y de exaltación de la dignidad humana.

La Universidad se propone hacer de la actividad docente un proyecto de vida estimulante orientado a crear y consolidar una relación de comunicación y de participación para la búsqueda conjunta del conocimiento y la formación integral. Por tanto, a través de los programas de investigación se propone contribuir al desarrollo del saber y en particular al conocimiento de la región.

Mediante los programas de extensión se proyecta a la comunidad para contribuir al desarrollo, el bienestar y el mejoramiento de la calidad de vida. Para el logro de la excelencia académica y el cumplimiento de sus responsabilidades con la comunidad, la universidad fomenta programas de desarrollo docente y administrativo y propicia las condiciones para que sus miembros se apropien de los principios que la inspiran, bajo el compromiso de "Ser apoyo para llegar a ser gente, gente de bien y profesionalmente capaz" (Universidad, 2011)

2.1.2. VISIÓN

La Universidad inspirada por los principios y valores cristianos será líder en los procesos de construcción y apropiación del conocimiento y en los procesos de formación humana, ética y profesional de sus estudiantes, de todos los miembros de la comunidad universitaria y de la sociedad. Será un escenario permanente para el diálogo riguroso y constructivo de la fe con la razón, en el contexto de la evangelización de la cultura y la inculturación del Evangelio.

Será reconocida por su capacidad para actuar como agente dinamizador del cambio y promover en la comunidad y en la familia sistemas armónicos de convivencia. La Universidad tendrá un claro sentido institucional de servicio orientado hacia sus estudiantes, profesores, personal administrativo y la comunidad.

Ejercerá liderazgo en programas y procesos de integración con la comunidad, los sectores populares, las empresas y el gobierno para contribuir al desarrollo sostenible. Se caracterizará por conformar un ambiente laboral y académico que sea expresión y testimonio de los principios y valores institucionales.

La Universidad tendrá la capacidad investigativa que le permita ser la institución con mayor conocimiento sobre los asuntos regionales. Consecuente con la

realidad actual de un mundo interdependiente e intercomunicado, la Universidad fortalecerá sus vínculos con instituciones de su misma naturaleza tanto de orden nacional como internacional, y con otras instituciones. (Universidad, 2011)

La Universidad promoverá una reflexión pedagógica permanente en un ambiente de apertura para enseñar y aprender, dar y recibir en orden a la calidad y el servicio.

2.1.3. ESCUDO UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA

En la figura 1 se ilustra el escudo institucional de la Universidad Católica de Pereira.



Figura 1. Escudo UCP

Fuente: Universidad Católica De Pereira

2.1.4. HISTORIA

La Universidad Católica de Pereira antes (Universidad Católica Popular de Risaralda) nace de la necesidad de unos estudiantes por tener nuevas ofertas de educación, llamándose inicialmente como Fundación Autónoma Popular de Risaralda.

En el año de 1973 dichos fundadores solicitan al Obispo Darío Castrillón Hoyos que fuese el primer rector de la fundación quien acepta y da pie a que los sacerdotes Francisco Arias Salazar y Francisco Nel Jiménez ingresaran como docentes en 1974, este mismo año el Obispo, los sacerdotes y los estudiantes que formaban la fundación se vieron afectados por una crisis económica la cual permite que la Dirección de la Fundación Autónoma Popular de Risaralda estuviese a cargo de la Diócesis así mismo ratificando la vocación católica de la institución, de igual forma el Obispo nombra este mismo año al entonces docente Francisco Arias Salazar encargado de diseñar los estatutos y reglamentos necesarios para lograr el reconocimiento jurídico y legal de la institución, logrando este reconocimiento el 14 de febrero de 1975 mediante el decreto N° 865 expedido por la Diócesis de Pereira, se creó la Universidad Católica Popular del Risaralda (Hoy Universidad Católica de Pereira).

Inicialmente la UCPR como se le conocía abre sus puertas al público con los programas de administración de empresas y economía industrial enfocados en el desarrollo de la región, estos programas se dictaban en la primer sedé que estaba ubicada en la Avenida Circunvalar antiguo Seminario Menor y compartida dicha sede con el colegio Oficial Femenino.

En 1976 renuncia a la vicerrectoría el padre Francisco Arias Salazar para asumir funciones de Vicario General de la Diócesis, en su remplazo es nombrado el padre Francisco Nel Jiménez siendo este el protagonista del proyecto universitario que hoy existe.

La universidad en el años de 1986 crea el programa de prácticas empresariales con el propósito de dar cumplimiento a su intención de apoyar el desarrollo socioeconómico de la región, este mismo año adquiere un lote de 67.409.83 m2 a

orillas del río Consota con amplias zonas verdes y en un sector con enormes expectativas de desarrollo urbanístico, económico y de infraestructura vial. El cuál sería su sede principal.

El 16 de enero de 1994, 8 años después de haberse adquirido dicho predio la universidad traslada sus instalaciones a la Avenida de las Américas carrera 21 N° 49-95, siendo esta su sede principal, este logro da paso a nuevos programas universitarios como lo son: Diseño Industrial en 1994, Arquitectura en 1996, Comunicación Social y Periodismo en 1997, Psicología en 1998, Ingeniería de Sistemas y Telecomunicaciones en 2003 y Negocios internacionales en 2005. Con ocasión a los veinticinco años de la Universidad, el Consejo Superior aprueba el Programa Profesional de Teología.

Actualmente la universidad es reconocida como Universidad Católica de Pereira, cuenta con un área construida de 13.182 m², aproximadamente 2300 estudiantes, 180 profesores y 100 colaboradores entre directivos, administrativos y servicios generales.

2.2. SOCIAL

En la actualidad nos vemos sujetos a la dependencia tecnológica, como bien sabemos nuestra sociedad y las instituciones educativas han visto la necesidad de utilizar las redes e internet para socializar la información, investigar y promover el desarrollo.

Si damos un vistazo atrás logramos ver el cambio de la sociedad frente a este tema, pues crecimos jugando e interactuando con nuestros amigos en las calles de nuestro barrio, hoy día esto es escaso, ya que las redes sociales en internet han ocupado otro lugar como medio para interactuar y compartir información.

Con lo anterior podemos decir que la sociedad se ha inmerso en una tecnodependencia, pues esto ha generado el crecimiento masivo de nuevas tecnologías, que sirven para actualizarse y fomentar desarrollo e innovación, incluso para implementar nuevas formas de interacción, ya que el enfoque que la tecnología ha venido desarrollando ha sido la implementación de dispositivos

móviles que permitan la movilidad el fácil acceso y la disponibilidad de la información en todo momento.

3. MARCO TEORICO

"Wi-Fi y el "Style logo" del Ying Yang fueron inventados por la agencia Interbrand. Nosotros (WiFi Alliance) contratamos Interbrand para que nos hiciera un logotipo y un nombre que fuera corto, tuviera mercado y fuera fácil de recordar. Necesitábamos algo que fuera algo más llamativo que "IEEE 802.11b de Secuencia Directa". Interbrand creó nombres como "Prozac", "Compaq", "OneWorld", "Imation", por mencionar algunas. Incluso inventaron un nombre para la compañía: VIVATO."
Phil Belanger

Como parte esencial en el aporte teórico a este proyecto, se hace referencia al tema "Redes inalámbricas de área local (WLAN) y su estándar 802.11 más conocido como Wi-Fi. En ese sentido, la información que se detalla a continuación tiene como fin explicar este tipo de infraestructura y cómo ha evolucionado en los últimos años; así mismo, cuáles han sido los avances más significativos sobre esta tecnología.

En la figura 2. Se observan los estándares de redes inalámbricas existentes, permitiendo identificar el posicionamiento de las redes Wlan desde la de menor hasta la mayor cobertura.

Posicionamiento de Estándares Wireless

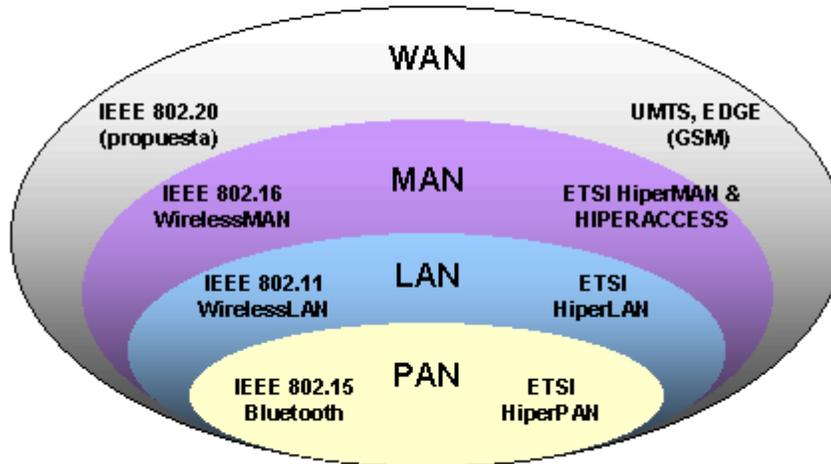


Figura 2. Posicionamiento de estándares Wireless Fuente: <https://belenus.unirioja.es/~secarcam/redes/lan/inalambricas.html>

3.1. Wi-Fi

La sigla Wi-Fi como se conocen las redes inalámbricas, significa Fidelidad Inalámbrica, siendo esta un conjunto de redes no cableadas que funcionan bajo protocolos establecidos para la transmisión de información a corta distancia por medio de señales de radio, inicialmente creada para conectarse a redes WLAN, siendo hoy un medio de conexión bastante fiable y utilizado en redes macro. En la figura 3 se ilustra el modelo de una red Wi-Fi, donde los dispositivos en este caso computadores se conectan a la red por medio del router.



Figura 3. Modelo de una red WI-FI.

Fuente:

http://1.bp.blogspot.com/_euW8OZoG188/TKtr_N8r_2I/AAAAAAAAACDU/WoG0POQQnLE/s1600/wifi.jpg

3.2. REDES WLAN

Como dice (García & Quílez, 2003) una WLAN (red inalámbrica de área local) es una red inalámbrica en la que una serie de dispositivos (pcs, workstations, impresoras, servidores,..) se comunican entre sí en zonas geográficas limitadas sin necesidad de tendido de cable entre ellos. Estas redes de comunicación inalámbrica flexible, son utilizadas como complemento de las redes LAN cableadas, conectadas por tecnología de radiofrecuencia que permite movilidad. Las WLAN han sido implementadas en diversos campos, en donde se ha visto la

necesidad de transmitir información entre sus diferentes áreas de trabajo, hacia una estación central. De igual forma se han implementado estas redes en los hogares con el fin de permitir el acceso a internet a más de una computadora o dispositivo móvil. En la figura 4 se ilustra cómo se pueden interconectar diferentes dispositivos a una red WLAN.

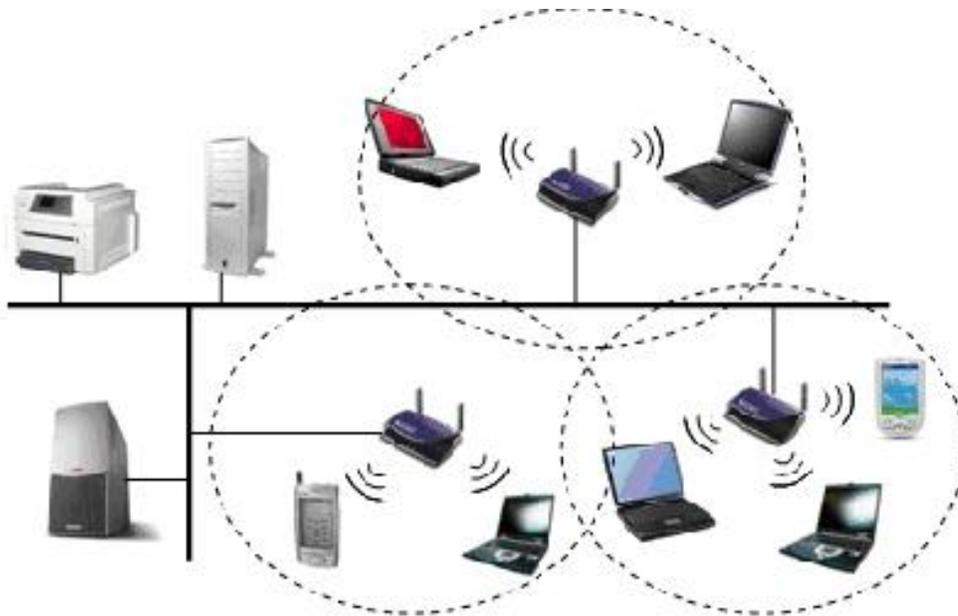


Figura 4. Rango de irradiación mayor que las redes personales
Fuente: <http://castellanorincon.blogspot.com/2007/02/redes-inalmbricas.html>

Según información consultada en diferentes fuentes se dice que la primer red WLAN se creó en 1979 por ingenieros de IBM en Suiza, quienes pretendían diseñar una red de área local por medio de enlaces infrarrojos, siendo este el punto de partida para las redes Wi-Fi (WLAN) y dando origen al primer estándar 802.11 en 1997, creado por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), siendo este muy similar al 802.3 (Ethernet) pero aplicando todos sus métodos de conexión al medio no guiado, de igual manera desplegando un abanico de estándares 802.11 (b,a,g,n). Después de haberse establecido el primer estándar surge en el año 1999 la necesidad de constituir una organización internacional sin ánimo de lucro llamada WECA (Wireless Ethernet Compatibility

Alliance), que tenía como finalidad certificar y garantizar la interoperabilidad entre dispositivos inalámbricos basados en el estándar IEEE 802.11.

Para el año 2003, esta asociación toma el nombre de WiFi Alliance, con el propósito de promocionar los estándares de IEEE como un estándar global en todos los segmentos del mercado, sin dejar de lado el propósito por el cual fue fundado WECA. Como afirma (Huidobro & Roldan, 2006) Las Organizaciones de este tipo son totalmente imprescindibles para promover una determinada tecnología y lograr que los productos tengan la calidad requerida y la interoperabilidad necesaria. De esta manera, los usuarios tienen la posibilidad de cambiar de fabricante cuando lo deseen, protegiendo toda la inversión realizada hasta el momento, sin necesidad de hipotecarse con soluciones propietarias de un determinado fabricante. Actualmente esta asociación se encuentra conformada por más de 200 empresas y más de 1000 productos han recibido la certificación de WiFi Alliance. En la siguiente imagen se observa a grandes rasgos la evolución de la tecnología 802.11. En la figura 5 se resaltan las fechas más representativas de la historia de Wi-Fi, y en la figura 6 se observan las fechas de la evolución del estándar 802.11.

Wi-Fi – HISTORIA

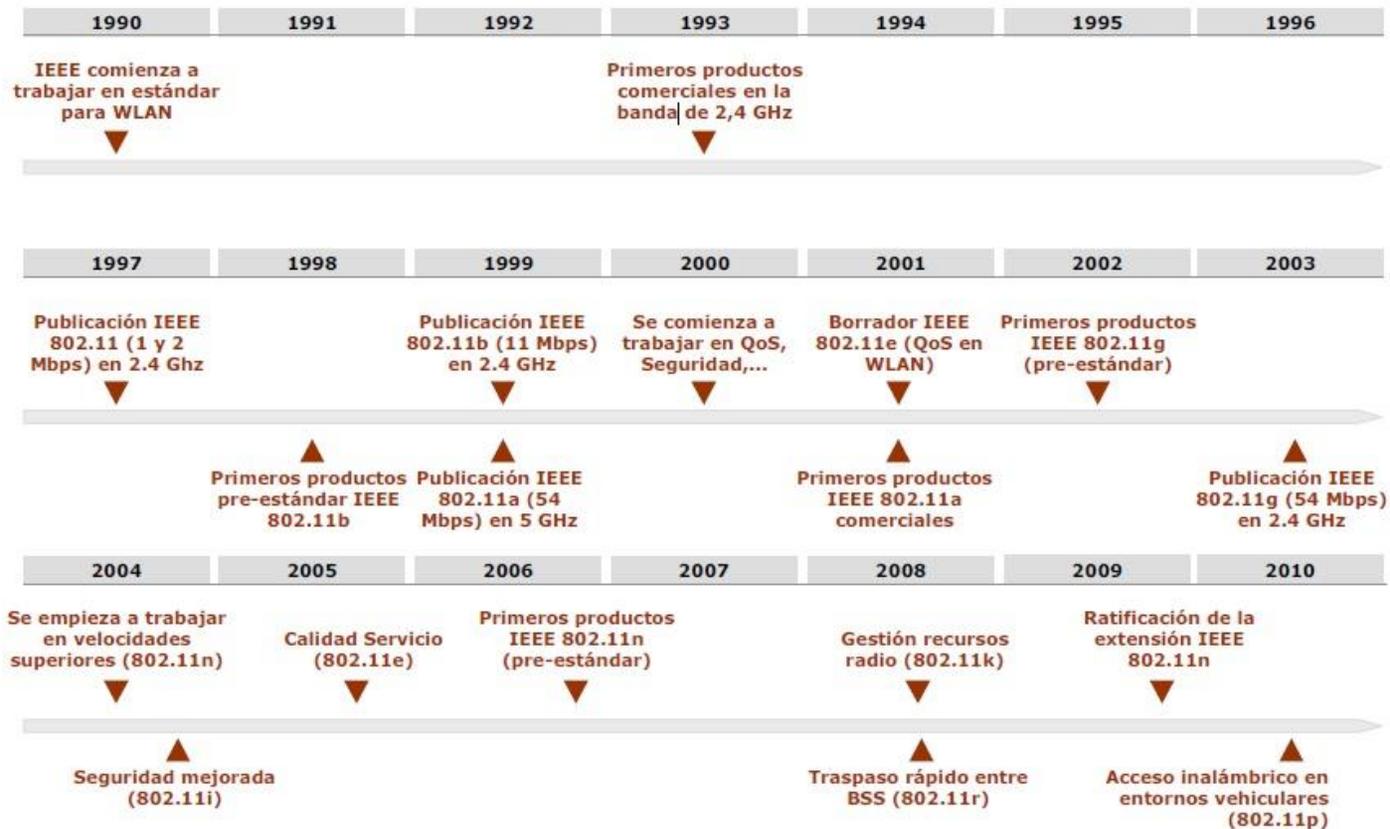


Figura 5. Historia de Wi-Fi. Fuente: <http://www.tlmat.unican.es/siteadmin/submaterials/518.pdf>

HISTORIA 802.11

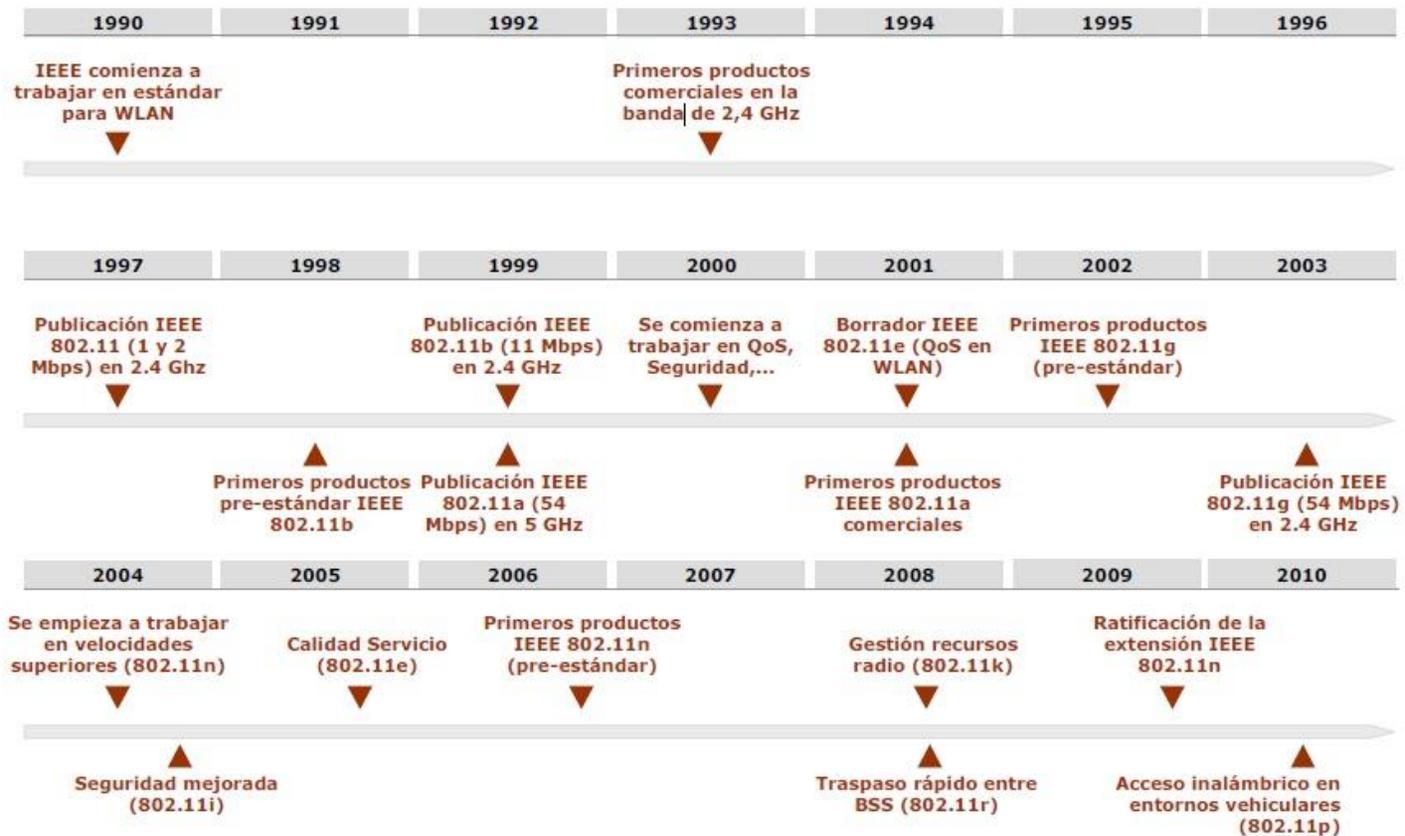


Figura 6. Historia del estándar 802.11

Fuente: <http://www.tlmat.unican.es/siteadmin/submaterials/518.pdf>

3.2.1. CARACTERÍSTICAS DE WLAN

- **Movilidad:** permite transmitir información en tiempo real en cualquier lugar de la organización o empresa a cualquier usuario. Esto supone mayor productividad y posibilidades de servicio.
- **Facilidad de instalación:** al no usar cables, se evitan obras para tirar cable por muros y techos, mejorando así el aspecto y la habitabilidad de los locales, y reduciendo el tiempo de instalación. También permite el acceso instantáneo a usuarios temporales de la red.
- **Flexibilidad:** puede llegar donde el cable no tiene acceso, superando mayor número de obstáculos, llegando a traspasar paredes. Así, es útil en zonas donde el cableado no es posible: parques naturales, reservas o zonas escarpadas. (S.L., 2011)

3.2.2. CONFIGURACIONES DE RED PARA RADIOFRECUENCIA

La configuración más básica para la conexión entre dos computadoras es por medio de las tarjetas Wi-Fi de los ordenadores, creando una red independiente que funciona siempre y cuando los dispositivos se encuentre dentro de la misma área local, permitiendo compartir recursos únicamente entre los miembros de esta red sin que se requiera de una estación central. Ad-hoc

Configurando un Access Point se obtiene mayor cobertura de la red permitiendo una conexión de los usuarios a una mayor distancia, cabe aclarar que tienen un alcance aproximado de 150 m en lugares abiertos, en zonas de mayor extensión como campus universitarios es necesario configurar más puntos de acceso, el objetivo es brindar una mayor cobertura en el área, de modo que los usuarios puedan moverse sin verse sujetos a cortes de señal cuando se muevan de un Access Point a otro (**roaming**). El Access Point permite el acceso al servidor y a sus recursos siempre y cuando se encuentre conectado a una red cableada, permitiendo a un solo punto de acceso la conectividad de 15 a 50 dispositivos.

3.3. ROAMING

Da la posibilidad de realizar Roaming entre los Access Point de la empresa o campus universitario, con lo que al igual que la tecnología celular, no perdemos cobertura y podemos movernos desde el campo de cobertura de uno hacia otro sin problemas, para ello debemos configurar los Access Point para que trabajen en distintos canales de frecuencia para que no se produzcan problemas de funcionamiento en las zonas donde existe cobertura de más de un AP. (Huidobro, y otros, 2006)

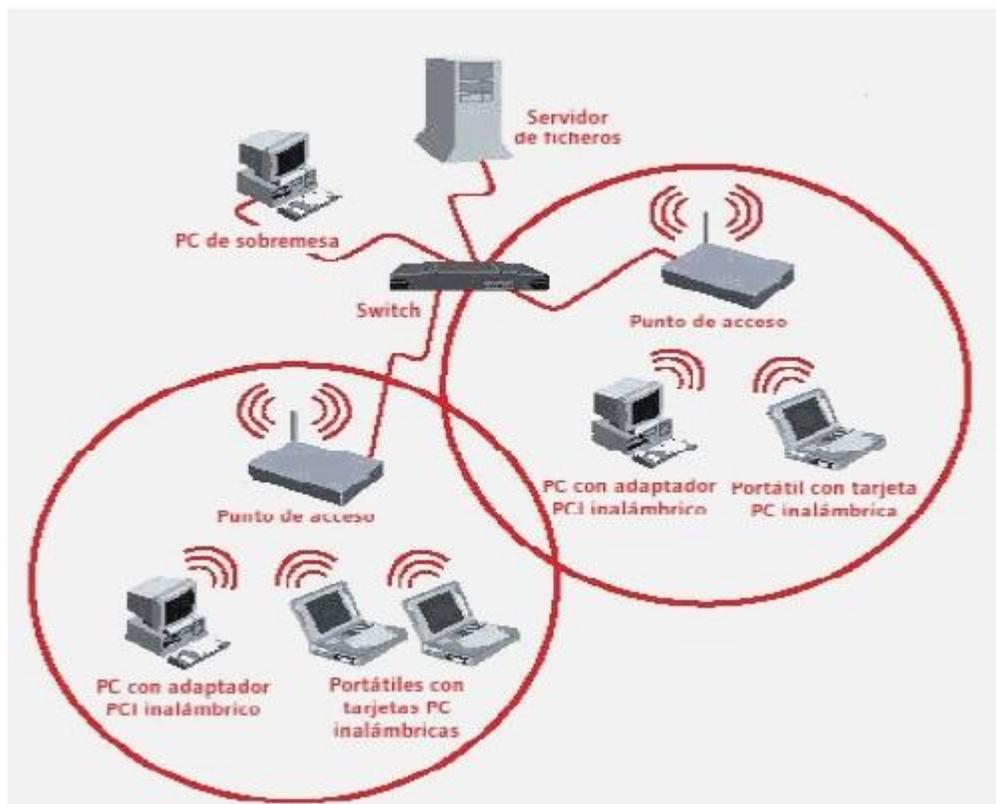


Figura 7. Cobertura de la señal de distintos canales.

Fuente:

http://lwwa175.servidoresdns.net:9000/proyectos_wireless/Web/roaming.htm

3.4. TOPOLOGÍA DE RED

Entre las topologías existentes de redes WLAN encontramos la Red Ad-Hoc y Red Modo Infraestructura, la topología Ad Hoc es una red inalámbrica que permite conectar computadores entre sí de forma directa, sin utilizar un punto de acceso, usando como medio de transmisión el mismo canal de radio; y la topología Modo Infraestructura implementa puntos de acceso que permiten la conexión entre los dispositivos, mejorando la velocidad de la transferencia, que garantiza que la información llegue directamente al destino sin que los paquetes queden a la deriva. En la figura 8 se aprecia la topología Ad-hoc y en la figura 9 la topología Modo Infraestructura.



Figura 8. Topología AD-Hoc.

Fuente: <http://www.eusso.com/Models/Wireless/UGL2454-VPA/UGL2454-VPA.htm>



Figura 9. Modo Infraestructura.

Fuente: <http://www.eusso.com/Models/Wireless/UGL2454-VPA/UGL2454-VPA.htm>

3.5. SEGURIDAD

Entre los problemas de seguridad que presentan este tipo de redes, igual que cualquier tipo de red inalámbrica, es que el medio de transmisión es el aire, es decir, que la señal viaja libre, convirtiéndola en una red insegura ya que una persona equipada con una terminal inalámbrica puede interceptar la señal y guardarla para un posterior análisis, a pesar de que la señal sea capturada si se cuenta con las medidas oportunas de seguridad, esta información no podrá ser manipulada ni extraída, ya que los paquetes de información se desplazaría por el canal de forma encriptada.

Entre las alternativas que existen para garantizar la seguridad de una red Wi-Fi se encuentran los protocolos WEP, WPA o WPA2, que se encargan de cifrar y codificar la información, para garantizar la confidencialidad.

El protocolo WEP, es un protocolo que se encarga de cifrar la información en la red con el fin de protegerla, permitiendo que solo el destinatario deseado pueda acceder a ella, WPA es la evolución de WEP, el cual ha mejorado la generación de claves de acceso permitiendo dígitos alfanuméricos sin restricción de longitud.

Actualmente existe una nueva versión de los protocolos de seguridad, llamado WPA2 evolucionando de WPA, considerado el protocolo más seguro para las redes Wi-Fi. Éste proporciona un nivel de seguridad empresarial y personal conocidos normalmente como WPA2-Personal y WPA2-Enterprise implementado también con servidores de autenticación Radius².

Sin embargo requieren hardware y software compatibles, ya que los dispositivos WPA anteriores no lo soportan.

3.6. TECNICAS DE MODULACIÓN

Entre las técnicas de modulación se encuentra FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum), DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) y OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing), siendo importante la elección apropiada de la técnica de la modulación ya que determina la transferencia de datos y a medida de que los datos son codificados de forma más eficiente se requiere de hardware más sofisticado para manejar la modulación y la demodulación, puesto que generan tasas de bits mayores dentro del mismo ancho de banda.

3.6.1. FHSS

Espectro esparcido por salto de frecuencia, está basada en la transmisión sobre una frecuencia por un tiempo determinado, para después saltar a otra aleatoriamente, es decir, la frecuencia portadora o el transmisor, cambia la frecuencia periódicamente según una configuración preestablecida, esta tecnología es poco utilizada en equipos actuales.

² **RADIUS** ([acrónimo](#) en [inglés](#) de *Remote Authentication Dial-In User Server*). Es un protocolo de [autenticación](#) y autorización para aplicaciones de acceso a la red o movilidad IP. Utiliza el puerto 1812 [UDP](#) para establecer sus conexiones. Cuando se realiza la conexión con un [ISP](#) mediante [módem](#), [DSL](#), [cablemódem](#), [Ethernet](#) o [Wi-Fi](#), se envía una información que generalmente es un nombre de usuario y una contraseña.

3.6.2. DSSS

Espectro esparcido por secuencia directa esta técnica de modulación se basa en crear un grupo de bits por cada bit que ha de ser transmitido, El cual es llamado chip. La ventaja de esta técnica es que si uno o más bits que conforma el chip se dañan en el momento de la transmisión, este no implicara en la legitimidad de la información, ya que los bits restantes permiten recuperar la originalidad del paquete.

3.6.3. OFDM

Modulación por división de frecuencias ortogonales también conocida como modulación multitono discreta, es una técnica de modulación que se basa en la utilización de varias frecuencias para la trasmisión de datos, con el fin de minimizar las interferencias entre ellas.

A continuación se resaltaré la información más relevante en los estándares WLAN 802.11 (b, a, g), permitiendo destacar la configuración de cada uno de estos, sus características y cuadros comparativos. Para pasar hablar del estándar 802.11n que es el más reciente aprobado por la IEEE, y de esta forma comparar el estándar actual de Universidad Católica de Pereira.

3.7. ESTÁNDAR 802.11

El estándar 802.11 fue el primer estándar establecido para redes WLAN en 1997, este estándar contaba con una tasa de transmisión de 1 y 2 Mbps operando en la banda de los 2.4 GHz, entre sus características tenía tres tipos de tecnologías como lo son: Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), Direct Secuence Spread Spectrum (DSSS), Infrarojos (IR), con el fin de garantizar la interoperabilidad, brindar seguridad y mejorar el ancho de banda, a partir de este

estándar se derivan otros estándares establecidos por la IEEE (802.11a, 802.11b y 802.11g).

3.7.1. ESTÁNDAR 802.11b

Este estándar es una extensión del 802.11 aprobada en 1999 por la IEEE, permitiendo la compatibilidad con el estándar original, cabe aclarar que solo con la técnica de modulación DSSS y no con los FHSS o Infrarrojos, como diferenciador incluye una nueva técnica de modulación llamada Complementary Code Keying (CCK). Con el propósito de mejorar la velocidad de transferencia el estándar 802.11b implementa CCK a diferencia del estándar original 802.11 que utiliza tres técnicas de modulación diferentes (DSSS, FHSS e infrarrojos). Garantizando la interoperabilidad entre fabricantes siempre y cuando cumplan con la especificación 802.11b.

La desventaja del estándar 802.11b es que muchos productos electrónicos operan por esta misma banda de 2.4 GHz lo cual produce interferencias como son: Los teléfonos inalámbricos, los hornos microondas, dispositivos Bluetooth, teléfonos celulares y una de las más importantes es que no permite la interoperabilidad con el estándar 802.11a ya que operan en distintas frecuencias. En la tabla 2. Se hace el resumen del estándar 802.11b.

Rango de frecuencias:	De 2.4 a 2.4835 GHz
Acceso:	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) usando Complementary Code Keying (CCK)
Velocidad:	Hasta 11 Mbps
Compatibilidad:	Compatible con sistemas 802.11 DSSS de 1 y 2 Mbps. No compatible con los sistemas 802.11 FHSS, Infrarrojos (IR) ni con HomeRF
Distancia:	Depende de la instalación y de los obstáculos, 300m típicos
Aplicación	Todo tipo de red de datos Ethernet

Tabla 1. Resumen Estándar b

Fuente: Estándares inalámbricos (Pasado, presente y futuro de las redes wireless)

3.7.2. ESTÁNDAR 802.11 a

En 1999 IEEE lanza al mercado el estándar 802.11a producto de una revisión del estándar original, utilizando los mismos protocolos del estándar anterior y operando en la frecuencia de 5 GHz, está siendo menos congestionada, implementado la técnica de modulación OFDM que permite 52 subportadoras, con dos ventajas respecto al 802.11b:

Mejor desempeño a la hora de transmitir información con una velocidad máxima de transmisión de datos por canal (de 11 Mbps a 54 Mbps) y aumenta el número de canales sin solapamiento.

Entre las desventajas de usar esta banda se encuentra que somete a los equipos 802.11a a ser configurados en puntos donde allá línea de vista, viéndose con la necesidad de configurar un mayor número de AP 802.11a. En la tabla 3 encontrara el resumen del estándar 802.11a.

Rango de frecuencias:	De 5,15 a 5,25 GHz (50mW) De 5,25 a 5,35 GHz (250mW) De 5,725 a 5,825 GHz (1W)
Acceso:	Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)
Velocidad:	Hasta 54 Mbps
Compatibilidad:	No compatible con los sistemas 802.11b, 802.11, HiperLAN2, Infrarrojos (IR) ni con HomeRF
Distancia:	Depende de la instalación y de los obstáculos
Aplicación	Todo tipo de red de datos Ethernet

Tabla 2. Resumen Estándar a

Fuente: Estándares inalámbricos (Pasado, presente y futuro de las redes wireless)

3.7.3. ESTÁNDAR 802.11g

El estándar IEEE 802.11g fue publicado en el año 2003 ofreciendo una velocidad de 54 Mbps en la banda de 2.4GHz, utilizando la tecnología OFDM que permite velocidades superiores. Además garantiza la compatibilidad con los equipos Wi-Fi

existentes, ya que incluye la modulación DSSS, extendiendo el periodo de vida de estos dispositivos. Cabe aclarar que cuando el estándar (g) se conecta al estándar (b) la tasa de transmisión es menor (11 Mbps).

El estándar 802.11g también presenta el problema del estándar 802.11b, que por estar operando en la banda de los 2.4 GHz presenta interferencia con otros productos que operan en esta misma banda. En la tabla 4 se resalta la información más relevante del estándar 802.11g

Rango de frecuencias:	De 2.4 a 2.4835 GHz
Acceso:	Obligatoriamente Complementary Code Keying (CCK) y Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM), opcionalmente puede incluir Packet Binary Convolution Coding (PBCC) y CCK/OFDM
Velocidad:	Hasta 54 Mbps
Compatibilidad:	Compatible con sistemas 802.11b de 11Mbps y 5.5Mbps. Compatible con sistemas 802.11 DSSS de 1 y 2 Mbps. No compatible con los sistemas 802.11 FHSS, Infrarrojos (IR) ni con HomeRF
Distancia:	Depende de la instalación y de los obstáculos, 300m típicos
Aplicación	Todo tipo de red de datos Ethernet

Tabla 3. Resumen Estándar g

Fuente: Estándares inalámbricos (Pasado, presente y futuro de las redes wireless)

3.7.4. COMPARACIÓN DE ESTÁNDARES

En la tabla 5 se resalta la información más relevante de los estándares 802.11(b, a, g, n) con el fin de poder comparar las características de cada estándar.

Estándar	Frecuencia	Técnica de Modulación	Tasa de Transmisión Nominal	Descripción
802.11^a	5 GHz	OFDM	54 Mbps	8 canales no solapados, no ofrece QoS
802.11b	2.4 GHz	DSSS, CCK	11 Mbps	14 canales solapados
802.11g	2.4 GHz	OFDM, CCK, DSSS	54 Mbps	14 canales solapados
802.11n	2.4 GHz	OFDM	360 Mbps	Mejora los estándares Anteriores agregando MIMO que aprovecha Transmisores múltiples que aumentan el rendimiento mediante Multiplexación espacial

3.7.5. ESTÁNDAR 802.11n

IEEE lanza al mercado su nuevo estándar 802.11n en septiembre de 2009, con cambios relevantes en cuanto a la frecuencia en la que opera y la velocidad de transmisión; siendo considerado de alto rendimiento ya que ofrece velocidades mayores a los 300 Mbps y permite operar en las dos bandas de los estándares anteriores (2,4 GHz y 5 GHz), mejorando el rendimiento de las redes WLAN y su seguridad.

Este estándar se caracteriza por la implementación de nuevas tecnologías como MIMO (Multiple-input Multiple-output), que permite transmitir y recibir a la vez múltiples señales con el fin de optimizar y mejorar el rendimiento de la red. Este nuevo estándar está diseñado para duplicar su capacidad de conexión con dos canales de 20 MHz (Opcional), de esta forma se logra conseguir una mayor cobertura, eliminando los vacíos o puntos muertos a donde la señal no llega, esto se obtiene con la tecnología de antenas inteligente que permite combinar las señales débiles y reflejadas en la transferencia de datos.

En la figura 10 se observa que el estándar 802.11n utiliza diversas tecnologías como MIMO, que emplea múltiples radios de transmisión para enviar y recibir información simultáneamente maximizando el rendimiento de la red inalámbrica, a esto se le denomina transmisiones especiales.



Figura 10. Comparación de transferencia de datos

Fuente: <http://mercadosunidos.wordpress.com/2009/04/05/estandares-inalambricos-y-la-nueva-generacion-80211n/>

El estándar 802.11n está equipado con banda dual, es decir que opera en las bandas 2,4 y 5 GHz simultáneamente, multiplicando el ancho de banda disponible, permitiendo configurar la red de tal forma que por la banda de 5GHz se transmita la información más pesada pero que tiene menos tráfico como videos o música, separando para el correo electrónico y transferencia de datos la banda de 2,4 GHz.

3.7.6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

- Emite a una velocidad de 600 Mb/seg
- Volumen de información (Throughput) de 144 Mb/seg
- Bandas de frecuencia: 2,4 GHz y 5 GHz

802.11n sobresale en todas sus especificaciones a los estándares anteriores, incluyendo tecnologías como MIMO que son antenas inteligentes, unión de canales (Channel Bonding).

3.7.6.1. MIMO

Incluye varias antenas en su tecnología, permitiendo múltiples canales de transmisión con un tráfico simultáneo de 72.2 Mbps para enviar y recibir datos.

3.7.6.2. Channel Bonding,

Es la unión de varias tarjetas de red independientes para lograr un mayor canal de transferencia, ofreciendo un gran ancho de banda y siendo transparente para las aplicaciones su configuración de múltiples interfaces ya que solo verán una única interfaz de red. Es también conocido como canal 40 MHz, permitiendo la división de su canal a dos canales de 20 MHz independientes logrando incrementar la velocidad de transferencia.

3.7.6.3. Bandas Dual

En la frecuencia de 2,4 GHz y 5 GHz lo que permite la interoperabilidad con los estándares anteriores de Wi-Fi WLAN, en la figura 11 se podrá observar el funcionamiento de la banda dual.



Figura 11. Comparación de canales en 802.11n

Fuente: <http://mercadosunidos.wordpress.com/2009/04/05/estandares-inalambricos-y-la-nueva-generacion-80211n/>

3.7.6.4. Agregación de Tramas.

Entre las mejoras que ha presentado el estándar 802.11n con referencia al estándar original y las extensiones, podemos encontrar la reestructuración de la capa MAC y la reducción de los encabezados permitiendo enviar varias tramas en una sola transmisión. Adicional a esto también reduce el espacio entre una trama y otra permitiendo que la transmisión se realice en menor tiempo, de esta forma liberando el canal para futuras transmisiones e incrementado de la red.

Se prevé que la tasa de transmisión real podría llegar aproximadamente a los 600 Mbps, siendo 10 veces más rápida que las extensiones 802.11a y 802.11g, y 40 veces más rápida que el estándar 802.11b. El estándar 802.11n de modo opcional incluye la duplicación del ancho de banda, es decir, de una WLAN de 20 Mhz a 40 Mhz de esta forma se duplicarían las velocidades de transmisión de manera efectiva, eso sí reduciendo los canales disponibles para otros dispositivos.

3.8. CAPA FÍSICA DEL ESTÁNDAR 802.11n

La capa física de 802.11n, implementa nuevas tecnologías y reutiliza técnicas ya existentes. Entre estas encontramos la tecnología MIMO ya antes mencionada, con el aumento del ancho de banda de los canales.

3.8.1. OFDM.

El desarrollo de la capa física del estándar 802.11n se basó en la estructura ya planteada inicialmente con el estándar 802.11a de multiplicación por división de frecuencia ortogonal más conocida como (OFDM). Siendo esta la más adecuada ya que modula los datos en diferentes soportadoras y en caso tal de que se vean afectadas las soportadoras por posibles interferencias, solo se afectaran algunas las cuales se recuperaran más adelante mediante un proceso de corrección de errores.

En la Tabla 6, se resaltan algunas características de la capa física de los estándares propuestos en la tecnología basada en el estándar 802.11. En ella se resaltan las diferentes tasas de datos que soportan, las cuales han ido en aumento hasta llegar a los 600 Mbps con el estándar 802.11n.

	802.11	802.11 b	802.11 a	802.11 g	802.11 n
Tecnología PHY	DSSS	DSSS/CKK	OFDM	OFDM DSSS/CKK	SDM/OFDM
Tasa de datos	1, 2 Mbps	5.5, 11 Mbps	6 - 54 Mbps	1 – 54 Mbps	6 – 600 Mbps
Banda de frecuencia	2,4 GHz	2,4 GHz	5 GHz	2,4 GHz	2,4 y 5 GHz
Ancho de canal	25 MHz	25 MHz	20 MHz	25 MHz	20 y 40 MHz

Tabla 5. Características capa física 802.11n

Fuente: <http://www.eusso.com/Models/Wireless/UGL2454-VPA/UGL2454-VPA.htm>

La implementación de nuevas técnicas en el estándar 802.11n permite que tenga mejor rendimiento a comparación de los estándares 802.11 a/g, ya que incluye canales de 40MHz que se encuentran constituidos por dos canales de 20MHz, 56 subportadoras a diferencia de los estándares anteriores que solo contaban con 52, además la tecnología mimo que permite trabajar con sistemas de multiplex antenas.

3.9. TECNOLOGÍA MIMO EN EL ESTÁNDAR 802.11n

MIMO representa el corazón del estándar 802.11n, ya que fundamentalmente a través de esta técnica se logran velocidades de hasta 600 Mbps. En esta tecnología la cantidad de información que puede ser transportada depende de la cantidad de potencia de señal que excede el ruido en el receptor (SNR). Mientras mayor sea el valor de SNR, mayor será la cantidad de información que podrá llevar la señal y podrá recuperar el receptor.

Múltiple entrada múltiple salida.- Se refiere específicamente a la forma como son manejadas las ondas de transmisión y recepción en antenas para dispositivos inalámbricos como enrutadores. En el formato de transmisión inalámbrica

tradicional la señal se ve afectada por reflexiones, lo que ocasiona degradación o corrupción de la misma y por lo tanto pérdida de datos.

MIMO aprovecha fenómenos físicos como la propagación multi camino para incrementar la tasa de transmisión y reducir la tasa de error. De tal forma que MIMO aumenta la eficiencia espectral de un sistema de comunicación inalámbrica por medio de la utilización del dominio espacial. (Navarrete, 2009)

En la figura 12 se observa el sistema MIMO, que consiste en un transmisor con múltiples antenas transmitiendo a través de un medio de propagación hacia un receptor con múltiples antenas.



Figura 12. Sistema MIMO Fuente: <http://www.dsplog.com/2008/11/02/mimo-mmse-equalizer/>

3.10. VERSIONES DE LA TECNOLOGÍA MIMO

Entre las versiones de la tecnología MIMO se encuentran las siguientes versiones SISO, MISO y la MIMO.

3.10.1. SISO

Una sola entrada una sola salida (Single-in, Single-Out), es decir el AP tiene una sola antena igual que el dispositivo móvil, esta versión se ve cuando trabajan los equipos bajo el estándar 802.11a/g.

3.10.2. MISO

Multiples entradas unaunica salida (Multiple-In, Single-Out), en este caso el AP cuenta con multiples salidas (varias antenas) y el dispositivo una sola entra (una antena), esta version aplica entre los AP 802.11n y los dispositivos que se conectan a él con estandares anteriores (802.11a/g).

3.10.3. MIMO

Multiples entradas Multiples salidas (Multiple-In, Multiple-Out), en esta configuracion se ve tanto el AP como el cliente trabajndo con el estandar 802.11n, en donde ambos dispositivos cuentas con multiples antenas.

En la figura 13 se detalla las diferentes tecnologias MIMO existentes, donde se ilustra el funcionamiento de cada version de la tecnologia mimo.



Figura 13. Versiones tecnología MIMO Fuente: <http://www.zdnet.com/topics/mimo>

3.11. ANTENAS INTELIGENTES

Una antena inteligente es un sistema de radiación dinámico que por medio de múltiples antenas irradia la señal en diferentes direcciones, con un procesador incorporado que le permite optimizar automáticamente la radiación. En la figura 13 se ilustra una antena convencional (izquierda) y una antena inteligente (derecha).

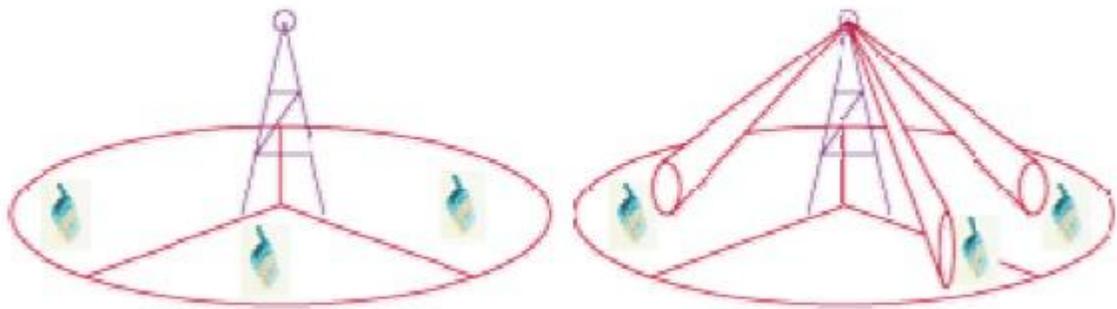


Figura 14. Comparación tipo de antenas

Fuente: <http://conocimientospassivetechologies.blogspot.com/2010/06/antenas-inteligentes-o-smart-antennas.html>

3.11.1. FUNCIONAMIENTO

Dependiendo de cuál sea la configuración del sistema inalámbrico, cada antena podría recibir señales separadas, o el receptor puede usar una señal para mejorar la calidad de otra señal, o mejor aún podría combinar múltiples señales y de esta forma obtendría ampliaría el ancho de banda.

Una antena inteligente se diferencia de una antena convencional porque puede trabajar de dos modos distintos:

3.11.1.1. Modo omnidireccional.

La antena en este modo funcionaria como una antena tradicional, es decir, emitiría la señal con la misma intensidad en todas sus direcciones.

3.11.1.2. Modo direccional.

La antena emite la señal en una sola dirección y con un cierto ángulo de apertura. Ofreciendo una transmisión con mayor alcance, ya que de esta forma concentra toda la potencia en una única dirección.

4. MODELO TEÓRICO

De acuerdo al trabajo de campo realizado en el campus universitario con el fin de obtener información necesaria para emitir un diagnóstico de la red inalámbrica, se replantea el diseño actual con el fin de implementar uno más novedoso que incluya tecnología de punta que haga fácil el trabajo del administrador de la red y que ofrezca un servicio óptimo a los usuarios.

El siguiente tópico incluye la descripción de los componentes más relevantes que conforman la red inalámbrica de la UCP, como lo son su esquema actual y el direccionamiento IP que se ha configurado para su operación.

4.1. DIAGNÓSTICO

En el diagnóstico realizado, como puntos claves a evaluar se tomaron: la infraestructura, la configuración y el diseño; para este último punto se tuvo en cuenta la ubicación y distribución de los AP (Acces Point).

Durante la ejecución del diagnóstico se identificaron diferentes tipos de falencias en la red y los dispositivos, en cuanto a la infraestructura el campus cuenta con 15 AP ubicados en puntos estratégicos con el propósito de brindar una mayor cobertura, entre estos equipos se encontraron diferentes modelos y marcas:

- 3com 8760
- 3com 8750
- 3com Officeconnect
- Dlink
- TrendNet
- Encore

Las características de los anteriores dispositivos mencionados son las siguientes:

El 3com Wireless 8760 soporta los protocolos de interconexión de datos IEEE 802.11b, IEEE 802.11a, IEEE 802.11g, con alimentación PoE, capacidad máxima de usuarios conectados 90, permite la configuración de DHCP, soporte VLAN, pasarela VPN, con una velocidad de transmisión de 128 Mbps.

Los AP 3Com Wireless 8750, 3com Officeconnect, Dlink, TrendNet y Encore son dispositivos que son administrables ellos solos no permiten la integración a un WirelessSwitch por lo que se les llama equipos stand alone.

Lo estos equipos son de gama baja se consideran equipos de la línea de hogar por lo que no se tendrán en cuenta para la reutilización de los equipos ya que no cumplen con las características necesarias para ser tenidos en cuenta.

De los equipos que se hallaron solo el 40% de los AP son administrables por medio de un Wireless Switch para centralizar la administración y permiten ser alimentados por POE, por lo que solo se tendrán en cuenta los AP 3com 8760 para reutilizarlos en la red Wi-Fi administrativa.

El otro 60% son dispositivos stand alone y requieren una configuración básica, la gama de tecnología de estos AP se encuentran entre baja y media, entre estos están los (3com 8750, 3com Officeconnect, Dlink, TrendNet y Encore) que tienen un radio propagación de señal corto, y manejan velocidades de transmisión bajas, considerados como equipos de línea de hogar por lo que no serán tenidos en cuenta para reutilizados ya que no cumplen con las características necesarias.

Actualmente la universidad en tecnología AP cuenta con dispositivos que soportan el estándar 802.11b/g no siendo la más actualizada ya que estos estándares han sido superados por el 802.11n, que ofrece una tecnología con mayor propagación de señal.

Ahora bien, si la universidad continúa con la configuración actual le implicaría tener un mayor número de Access Point para lograr una cobertura más amplia. Lo que se convierte en una tediosa tarea para la administración; otra de las

vulnerabilidades de estos equipos es que trabajan en la banda de los 2.4 GHz lo que implica problemas de interferencia ya que comparten frecuencia con otros aparatos electrónicos que comparten la misma banda.

De otro lado, la configuración de los AP está dada por la creación de una Vlan para estaciones móviles, esto permite ofrecer seguridad a la red, aunque para algunos equipos se hacen excepciones, registrando la dirección MAC de la tarjeta de red. Así cada vez que ese equipo se conecta, el AP le permitirá trabajar sin restricciones o con otro tipo de privilegios acorde a su configuración.

En el diagnóstico realizado se evidenció que actualmente existen AP stand alone instalados en varias dependencias como dirección administrativa, biblioteca y laboratorios entre otros, se instalan estos equipos con el propósito de tener una red independiente en su oficina y son administrados por ellos mismos, mas no tienen en cuenta que la red debe ser administrada por el área de sistemas encargada, siendo de esta forma más tediosa la tarea de administración.

La red de la universidad cuenta con un canal dedicado con ancho de banda de 12 Megas, por el cual trabajan tanto el área administrativa como los usuarios de acceso público, esto genera saturación del canal y repercute en el desempeño de la red afectando considerablemente los procesos administrativos.

En cuanto al diseño de la red se evidenció que aunque los AP actuales se encuentran distribuidos e instalados en diferentes puntos estratégicos del campus, con el propósito de ofrecer una mayor cobertura, esto no se ha logrado; dado que se encontraron zonas muertas a donde no llega la señal o si llega es débil, esta problemática se detectó por medio del trabajo de campo y las pruebas de medición realizadas con el software WirelessMon que permitió identificar las zonas muertas del campus y la intensidad de la señal.

Este software permitió evidenciar las zonas muertas de la red inalámbrica, de esta forma se logra identificar las aéreas donde no es posible el acceso a la red inalámbrica, logrando hace una lista de estas zonas muertas y un esquema. A continuación se ilustra un pantallazo del software con que se trabajo para identificar estas aéreas.

Esta imagen fue capturada en el piso 2 de Kabai, donde se mide la intensidad de la señal de diferentes AP, y se logra evidenciar que no hay conexión a los AP.

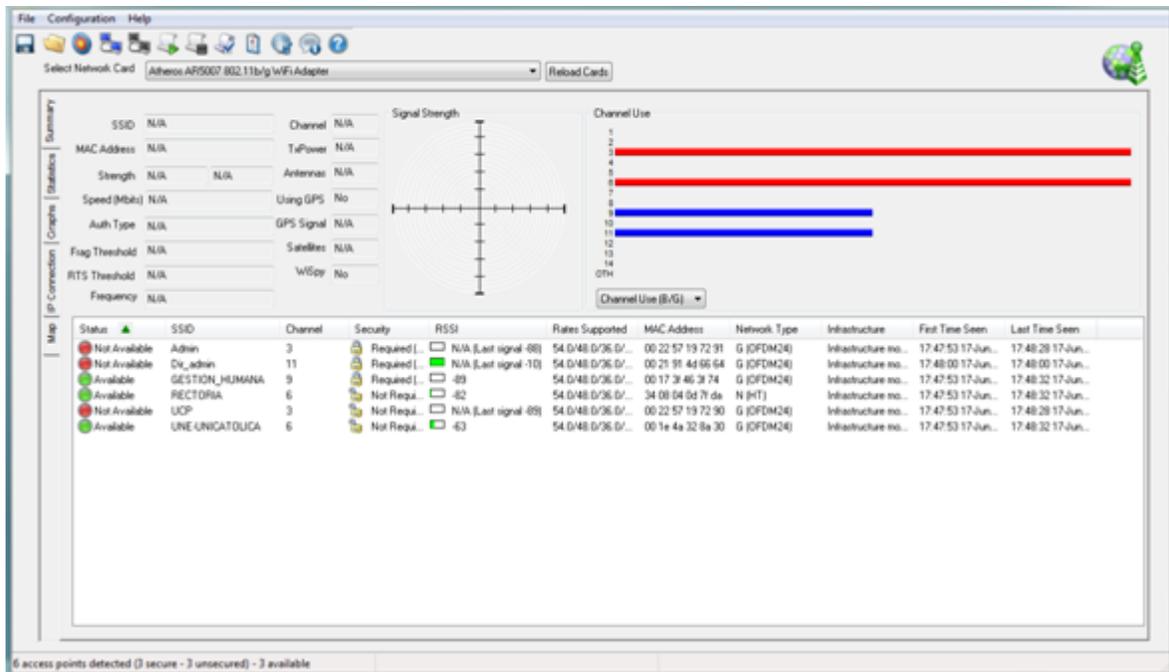


Figura 15. WirelessMon Kabai Piso 2 Fuente: Software WirelessMon

Los edificios y lugares que presentan zonas muertas o donde la señal es muy débil son:

- Bloque Buena Nueva (Bienestar social, oficinas comunicación y talleres de diseño)
- El Capsi (Cobertura media)
- Dabar piso 2 y 3 (sin culminar la obra)
- Kabai piso 2
- Kabai piso 3 hacia la cancha
- Humanitas piso 1 y 2 parte trasera
- Biblioteca (Hemeroteca)
- Zonas de esparcimiento (zonas verdes) entre otros.



Figura 16. Imagen aérea de la UCP Fuente: Google Earth

Uno de los problemas que tiene la red para ofrecer movilidad y desplazamiento, es que cada vez que se sale de la cobertura de un AP y se entra a la cobertura de otro, el dispositivo móvil se desconecta y seguidamente se conecta; esto se evidencia en el usuario con la caída de la conexión y la pérdida de la información.

Cuando es el caso en que el dispositivo móvil queda en el área de cobertura de dos o más AP genera desconexión y luego conexión intermitente del dispositivo al AP que mejor señal tenga en ese momento. Esto se da porque la señal presenta altibajos.

En la figura 16 se representa el plano actual donde se encuentran ubicados los Access Point dentro del campus universitario, evidenciando la falta de cobertura en algunas áreas dentro de la universidad.

PLANO ESTRUCTURAL DE LA RED ACTUAL

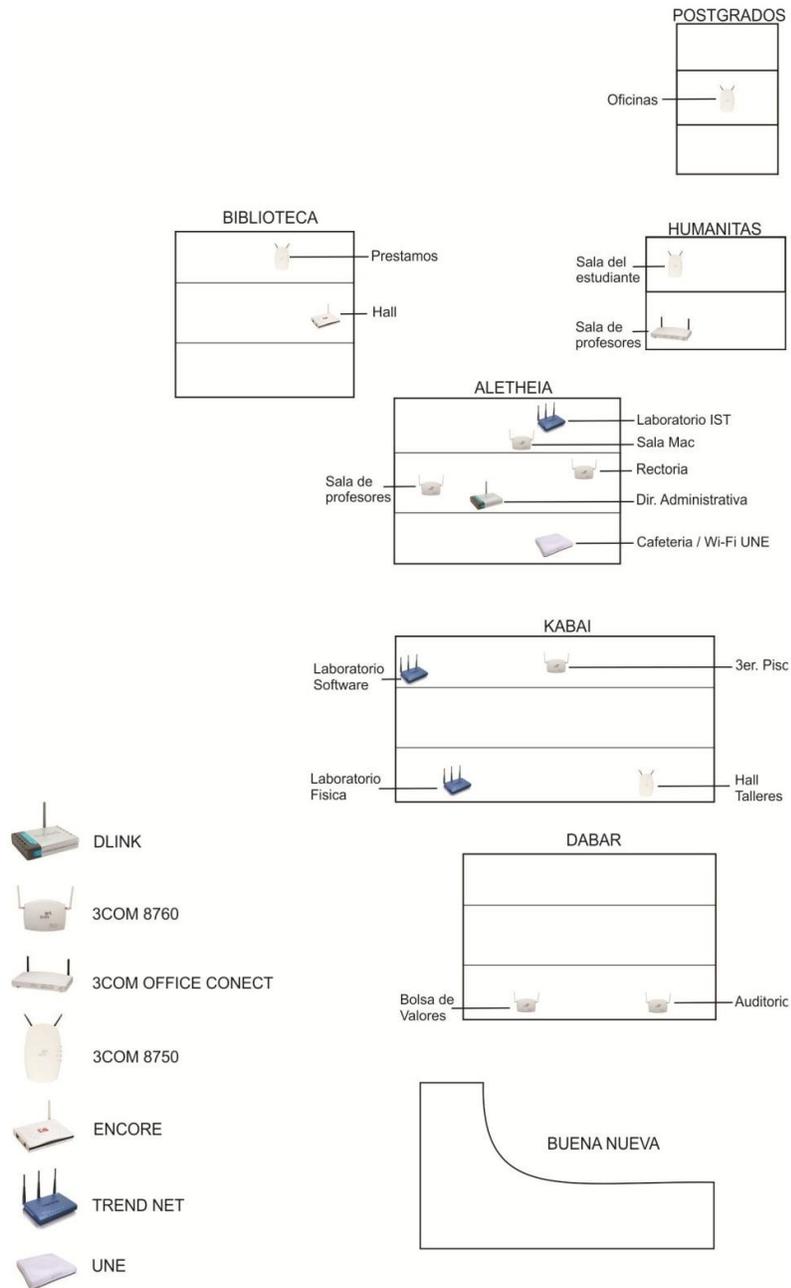


Figura 17. Plano red actual

Fuente: Elaboración propia del Autor

FOTO AÉREA DE LA UCP

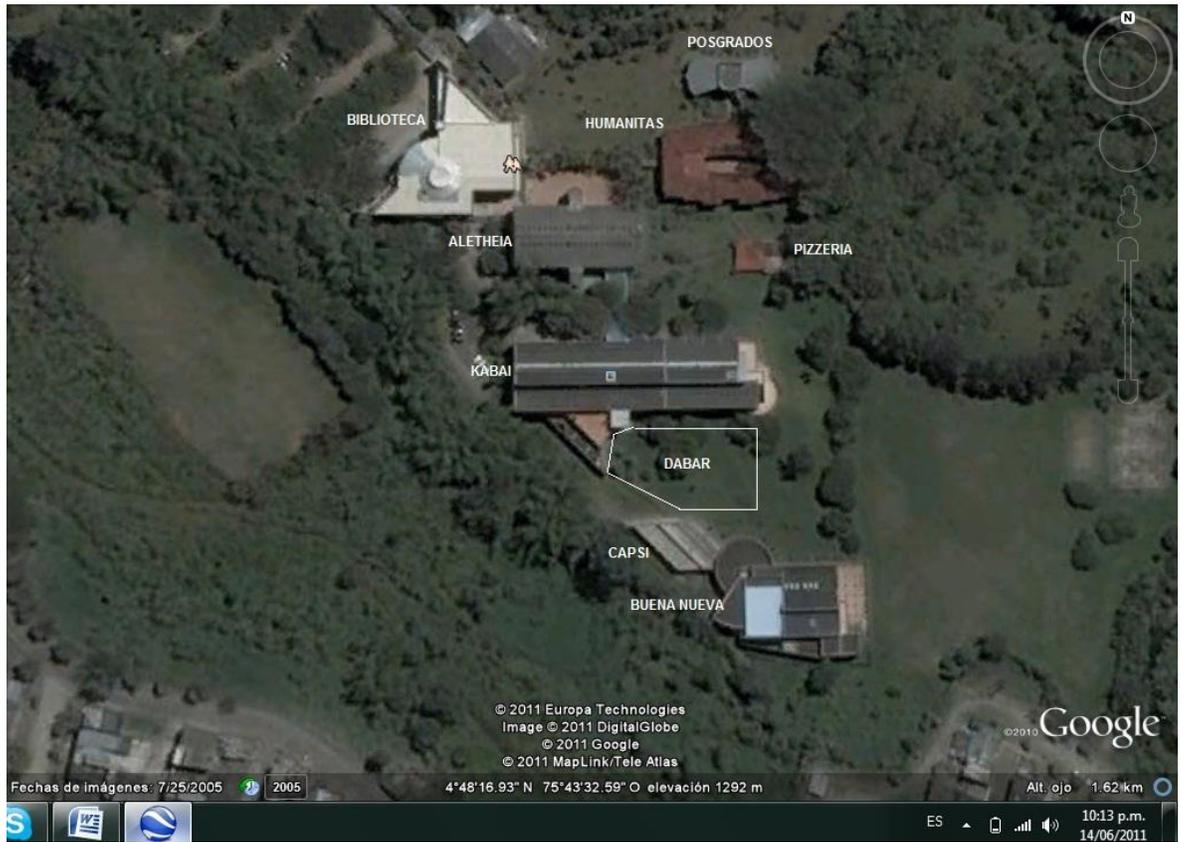


Figura 18. Imagen aérea de la UCP Fuente: Google Earth

4.2. REDISEÑO DE LA RED ACTUAL

Una vez realizado el diagnóstico, la elaboración del rediseño de la red se planteó contemplando factores indispensables para garantizar una red óptima de alta calidad, capaz de ofrecer valores diferenciadores con respecto a la anterior, estos factores son:

- Movilidad
- Cobertura
- Disponibilidad
- Administración
- Equipos de mayor robustez
- Configuración

Con el rediseño de la red inalámbrica de la UCP se busca implementar: una red con fácil acceso, que permita movilidad al usuario, sin importar que salga de la cobertura de un AP he ingrese a una nueva, para esto es importante que todos los equipos AP se encuentren configurados con el mismo SSID permitiendo la transparencia de dicho cambio, también es de suma importancia asignarle un canal diferente a cada Access Point, de lo contrario las ondas emitidas generarían conflicto de canales causando interferencia entre los AP.

Es indispensable una cobertura en todas las áreas del campus para poder decir que es una red WLAN que ofrece movilidad, por lo que se quiere que todas aquellas zonas muerta o donde se hallaron vacíos de la red, se garantice que la señal llegue a todos estos puntos que se identificaron como punto débiles, permitiendo la movilidad.

Lo que se busca es que en cada bloque, en cada pasillo, en las zonas verdes, en las cafeterías, he incluso desde la entrada de la universidad por la biblioteca, haya disponibilidad de la red Wi-Fi, de esta forma no se estaría condicionando al usuario a que solo se conecte en ciertos puntos.

La disponibilidad es un punto clave, ya que para los usuarios no es nada grato los cortes imprevistos del servicio Wi-Fi, para poder ofrecer un alto porcentaje de disponibilidad es importante implementar equipos de alto rendimiento con buena robustez que estén diseñados para trabajo pesado, que una disponibilidad casi del 100%, también es indispensable implementar un manual de mantenimiento, el cual permita periódicamente revisar el estado del dispositivo realizando los ajustes necesarios para su óptimo funcionamiento.

Para la administración se requiere de un Switch inalámbrico para redes LAN, esta plataforma ofrece la gestión de datos, voz, y Wi-Fi, 802.11n, reduciendo los costos de movilidad, este equipo centraliza la operación de los AP, logrando el control de ellos, optimizando la seguridad y respaldo en la red inalámbrica, mejorando el comportamiento de la misma, permitiendo un roaming sin interrupciones en todo el campus universitario.

Con el fin de lograr todo los ítems anteriores, es indispensable la adquisición de equipos con mayor robustez que garanticen el estándar 802.11n con la tecnología MIMO, que manejen un ancho de banda superior al actual permitiendo una transferencia de datos más rápida y eficaz, que incluya la configuración de roaming fiable, que estén diseñados para trabajo pesado ofreciendo un alto porcentaje de disponibilidad de la red inalámbrica, incluso que permitan la conexión de un mayor número de usuarios a cada AP, en cuanto a cobertura que su irradiación sea mayor que la de los equipos actuales bien sea para la reducción de equipos anué con Switch inalámbrico para redes LAN la administración de los AP sería más amigable, permitiendo configurar una red estable sin complicaciones ya que por medio de este Switch se administraría todo el comportamiento de la red, como el tráfico de cada AP, ataques a la red queriendo violentar la seguridad, en este caso bloqueando la MAC de los equipos después de ciertos número de intentos.

Para optimizar la red y ofrecer un buen rendimiento de la misma se sugiere segmentar la red, dividiendo el canal de internet actual de 12 megas de la siguiente forma. Se le asignara a la red inalámbrica pública 8 megas para el consumo de los usuarios con dispositivos móviles, de igual forma continuarán con restricciones como las que permite configurar el proxy, todos los AP trabajarán por medio de una Vlan llamada estaciones móviles, enrutando los AP según el direccionamiento dado ofreciendo seguridad. Las otras 4 Megas serán asignadas

para la red administrativa, ofreciendo el acceso a internet, de tal forma que no se vea afectada la saturación de los del canal, es decir que al segmentar la red impide que al momento en que se sature el canal de 8 megas esto no implicara en ni afectara el canal de 4 megas asignado para la red administrativa garantizando la disponibilidad de la red y ya que lógicamente serian independientes.

Estos equipos que se sugieren para la implementación son equipos muy robustos que trabajan bajo el estándar 802.11n, como es el caso del AP 7181 Outdoor de Motorola que ofrece una cobertura de 1.6 Km, permitiendo un aproximado de usuarios conectado de 1400 al mismo tiempo, con el cual se brindara la cobertura a toda el área abierta de la universidad, en cuento a los interiores de los edificios se sugiere el AP 7131 Indoor de Motorola, este es un equipos que soporta la conexión aproximada de 280 a 300 usuarios al mismo tiempo, funciona con la tecnología MIMO de 3x3, es decir 3 antenas de propagación y 3 de recepción, ofreciendo un radio de cobertura de 300 Mts, para la administración de estos equipos se propone un Switch Wireless ya que este permite tener control de todos los dispositivos instalados ofreciendo facilidad para administrar la red ya que permite ver todo el trafico de la red bien sea en todo el canal o el trafico por cada uno de los dispositivos.

El radio de cobertura de los equipos propuestos son en espacios abiertos por eso se instalaran los AP 7131 con el fin de reforzar la señal dentro de los edificios, de igual forma siendo transparente para el usuario la existencia de este equipo ya que estará configurad con el mismo SSID y con configuración Roaming como se había mencionado anteriormente. Una de problemas para que los usuarios aprovechen el máximo rendimiento de la red es que actualmente son pocos los usuarios que tienen computadores o dispositivos móviles que tenga implementado el estándar 802.11n debido a que son más los dispositivos que actualmente funcionan con el estándar 802.11b/g, cabe aclara que este diseño esta proyectado para ofrecer un servicio durante muchos años.

PLANO ESTRUCTURAL DEL REDISEÑO

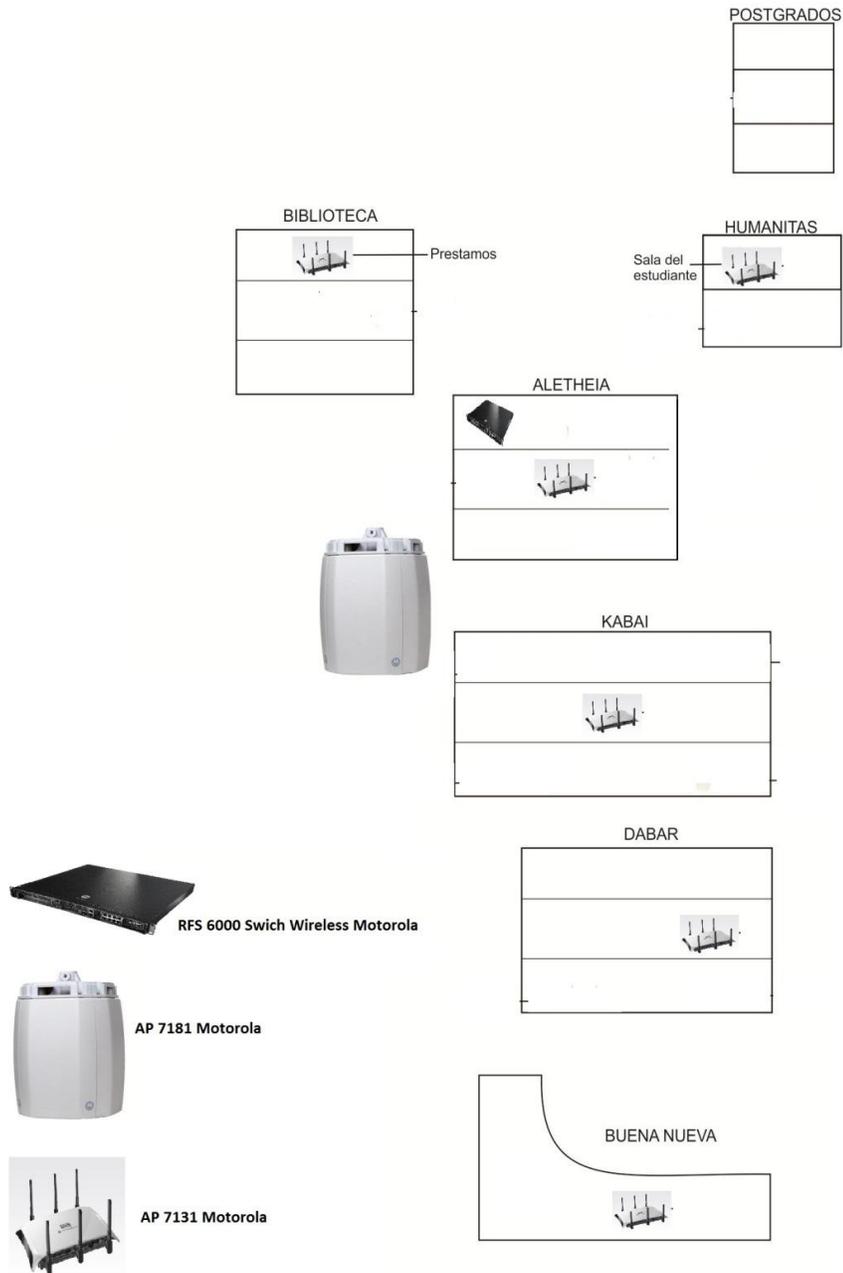


Figura 19. Plano para el rediseño

Fuente: Elaboración propia del Autor

4.3. CRONOGRAMA

ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5	SEMANA 6
Solicitud de equipos y modificaciones necesarias para su instalación.	X	X				
Instalación de equipos y configuración.			X	X		
Pruebas de comportamiento de la red, disponibilidad y cobertura. Ajustes en la red, de acuerdo a las pruebas realizadas.					X	
Entrega del proyecto.						X

Tabla 6. Cronograma de actividades

Fuente: Elaboración propia

4.4. EQUIPOS RECOMENDADOS PARA LA SOLUCION

4.4.1. ACCESS POINT

Este proyecto se baso en un caso de éxito evidenciado en la universidad de Caldas, por tal motivo los equipos que se recomienda son de la marca Motorola ya que son los equipos utilizados en dicho proyecto, es claro decir que los equipos a comprar deben cumplir y ser certificados con el estándar 802.11n independientemente de la marca que sea, para este caso se recomienda la adquisición de equipos AP (Indoor) y (Outdoor) de la marca Motorola siendo una de las mejores opciones en cuanto a equipos robustos que soporten una gran demanda de usuarios conectados todo esto con un único fin, el de cumplir las necesidades y requerimientos del campus, de esta forma logrando una cobertura casi que del 100%.

- AP650 (Punto de Acceso WLAN 802.11n) Indoor (Interior)
- AP 7131 (Punto de acceso 802.11n tri-radio) Indoor (Interior)
- AP 7181 (Punto de acceso mesh 802.11n) Outdoor (Exterior)

4.4.1.1. AP650 Punto de Acceso WLAN 802.11n

CARACTERÍSTICAS

Pleno desempeño 802.11n con 802.3af estándar.

Simplifica y reduce el costo total de instalación usando Power-over-Ethernet (PoE)³ Estándar.

Operación Multi-bandas

³ La alimentación a través de Ethernet (Power over Ethernet, PoE) es una tecnología que incorpora alimentación eléctrica a una infraestructura LAN estándar.

Permite percepción (sensing) concurrente en bandas de frecuencia de 2.4 Ghz y 5.0 Ghz para protección contra intrusión multi-bandas o solución de Problemas

Radio MIMO 2x3

Tecnología MIMO de alto proceso y transferencia con capacidades de rango Extendidas

Movilidad

Soporta roaming rápido y seguro

Seguridad

Este dispositivo único y multi-propósito puede ejecutar y aplicar las políticas de seguridad IDS/IPS configuradas en el conmutador inalámbrico de Motorola, y se puede utilizar como un sensor dedicado 24 horas al día, 7 días a la semana con IPS Inalámbrico de Air Defense

Soporte de aplicaciones

Soporta WMM-UAPSD y Control de Admisión de Llamada SIP, para un desempeño VoWLAN optimizado, así como streaming de video y transmisión de datos para clientes 802.11 a/b/g/n

Balanceo de carga, roaming preventivo y escalamiento de tasa

Incrementa la confiabilidad y elasticidad de la red inalámbrica para soportar aplicaciones de misión crítica

Factores de forma dual

Modelo de antena externa de clasificación plenum con cubierta metálica, ideal para instalación encima de tejas de techos; la cubierta interna de plástico de la antena permite la instalación dentro del “espacio alfombrado” y suministra un cubrimiento costo efectivo a través de las antenas de 2.4 GHz y 5.2 GHz

Opciones flexibles para el montaje

Instalación fácil y rápida con opciones de pared, techo y sobre tejado; la versión de antena interna se ajusta sobre barras en T desde cielos rasos suspendidos sin el uso de hardware; la versión de antena externa se instala sobre tejado. (AP650)

4.4.1.2. AP7131 Punto de acceso 802.11n tri-radio

CARACTERÍSTICAS

Inigualable rendimiento RF La potencia de transmisión conducida de 27.7dBm y una excelente sensibilidad de recepción ofrecen el mayor alcance que se pueda obtener con cualquier otro equipo de su clase, así como también el mejor nivel de cobertura y rendimiento de aplicación, incluso en condiciones de RF adversas

Soporte de 802.11n con 3X3 MIMO

Entrega el máximo rendimiento total de red inalámbrica para admitir prácticamente todo tipo de aplicaciones empresariales, incluidas las de voz y video

Diseño de banda dual de banda desbloqueada

La posibilidad de dedicar múltiples radios a múltiples funciones mejora los niveles de seguridad sin incremento de costos; los radios de banda desbloqueada posibilitan la detección por IPS Inalámbrico de banda dual 24x7, tanto en 2.4GHz como en 5GHz, con mesh y acceso de cliente 802.11a/b/g/n simultáneo centralizada. La autoconfiguración en un entorno 802.3af simplifica aún más el proceso de implementación. (AP7131)

Detección dedicada 24x7 sin brechas vía detección de AP no autorizados de metodología triple: búsqueda en canal, unidad móvil y radio de banda dual dedicada

Protección de red las 24 horas del día vía detección instantánea de equipos no autorizados

Análisis de espectro

La posibilidad de colocar un AP-7131 remoto en modo Análisis de Espectro permite identificar, de manera remota, interferencia RF local, permitiendo la detección y solución de problemas desde el Centro de Operaciones de Red (NOC, por su sigla en inglés) o cualquier otra ubicación centralizada

AP adaptativo:

Extendiendo la empresa Permite la administración centralizada de puntos de acceso mesh en sitios remotos, incluida la actualización automática de firmware; ofrece capacidad de supervivencia de sitio para ubicaciones remotas con redes 802.11a/b/g/n para obtener inigualables niveles de flexibilidad y seguridad

4.4.1.3. AP7181 Elevando el Ancho de Banda

El portafolio de Red Mesh de Área Extendida (MWAN, por sus siglas en inglés) de Motorola incluye el AP 7181, un punto de acceso mesh 802.11n de exteriores, de radios múltiples y alto rendimiento que ofrece un excelente rendimiento y capacidad de red. Al cumplir con el estándar 802.11n y suministrar componentes de hardware y software de radio optimizados, se obtienen rendimientos máximos y capacidad de conexión en red mesh. El AP 7181 entrega conexiones estables y rápidas y es compatible con 802.11n, lo cual permite su extensión en exteriores. El AP 7181 es el resultado de años de investigación y desarrollo de clientes y está especialmente diseñado para satisfacer las necesidades de redes de exteriores de organismos municipales, sistemas de tránsito y empresas. (7181, 2011)

4.4.1.4. RFS 6000 Switch inalámbrico para redes LAN

CARACTERÍSTICAS

Plataforma de gestión de voz y RF inalámbrica y unificada

Simplifique la arquitectura y reduzca el costo de movilidad con una plataforma para tecnologías inalámbricas de voz, datos y RF, inclusive Wi-Fi, 802.11n, y RFID

AP Adaptable: Extendiendo la Empresa

Permite la administración centralizada de puntos de acceso mesh en sitios remotos, así como también la capacidad de sobrevivir de los mismos.

Wi-NG – Arquitectura Inalámbrica de Próxima Generación de Motorola

Permite un roaming sin interrupciones en todo el campus empresarial, la posibilidad de respaldo en caso de contingencias, seguridad optimizada, mayor vida útil de la batería del cliente móvil, y capacidad de voz mejorada.

Ranura ExpressCard™

La ranura accesible para el usuario permite añadir fácilmente una conexión inalámbrica de banda ancha redundante

Roaming de nivel 2 y 3

Roaming perfecto de clientes móviles incluso en redes de distribución compleja.

Capacidad de seguridad en capas completas

Nivel excepcional de protección de la red y los datos sin sacrificar el roaming rápido: incluye WPA2-CCMP (con opciones de roaming rápido), Servidor RADIUS

integrado, Gateway de VPN sobre IPSec, Provisión de Acceso Seguro de Invitados y detección inalámbrica avanzada de intrusos.

Arquitectura centralizada

Un único punto de entrada que puede administrarse de forma centralizada, fácilmente asegurado, y que reduce el costo total de instalación y administración.

Agrupamiento y balanceo de carga

Garantiza que las cargas estén balanceadas entre los puertos de acceso para asegurar una red siempre activa y disponible y brindar un rendimiento superior; soporta múltiples niveles de redundancia y posibilidad de respaldo en caso de contingencias.

Verdadera movilidad

El “AP virtual” brinda un mejor control de tráfico de transmisión y permite múltiples aplicaciones móviles e inalámbricas con calidad de servicio (QoS) cuando la red está congestionada; el Roaming Preferente asegura que los dispositivos móviles de Motorola migren antes de que la calidad de la señal disminuya; el protocolo de ahorro de energía PSP optimiza la vida útil de la batería; la recuperación automática brinda una cobertura de red continua en el caso de pérdida o interrupción de la cobertura de RF.

Calidad de servicio (QoS)

Optimiza las capacidades de voz y video; prioriza el tráfico de la red para minimizar el tiempo de espera y proporcionar una capacidad de respuesta óptima para todos los usuarios; Extensiones Wi-Fi Multimedia (WMM-Ahorro de Energía con Control de Admisión) para una mayor compatibilidad con aplicaciones multimedia; capacidad y vida útil mejoradas de la batería.

En la figura 16 se representa el rediseño donde deberían ir los equipos instalados dentro del campus universitario, con el único propósito de brindar una cobertura casi del 100% del campus universitario. (RFS6000, 2011)

CONCLUSIONES

- Se logro diagnosticar e identificar las falencias de la red actual, tras un trabajo de campo realizado en el campus universitario.
- Se analizó y se replanteo el diseño de la red Wi-Fi en la UCP, ofreciendo mayor cobertura y un mejor desempeño.
- Después de revisar el estándar 802.11 y su extensiones se puede concluir que el estándar IEEE 802.11n permite tener una mayor cobertura que IEEE_802.11a/g, lo que implica tener un menor número de puntos de acceso para cubrir una misma área permitiendo tener una mejor aplicación.
- Como resultado del estudio del estándar 802.11 y sus extensiones, se concluye que el estándar apropiado para mejorar la red de la UCP es el 802.11n, por lo tanto se propone el estándar 802.11n, como la mejor opción para mejorar considerablemente la red,
- Se logró identificar algunos equipos que cumplen con a las necesidades, ofrecen un mejor rendimiento, mayor cobertura y alta disponibilidad para dar mejor servicio.

RECOMENDACIONES

- Para la adquisición de los equipos de red se debe considerar las características técnicas que estos presentan, además se debe realizar una selección de equipos en función del costo y beneficio.
- La ubicación física de los AP juega un papel importante en el diseño de una red inalámbrica, ya que esto permite conocer las áreas de cobertura, la intensidad de las señales en los diferentes lugares, permitiendo tomar medidas ante problemas de interferencia o pérdida de la señal que se podrían presentar.
- Para tener el control sobre la infraestructura existente se recomienda implementar un formato que permita tener toda la información del dispositivos, con el propósito realizar revisiones y ajustes periódicos en la configuración de la red y lo equipos.

BIBLIOGRAFIA

Alcatel España S.A [En línea] / aut. García Pedraja, Fidel, Ramón y Quílez Sánchez, Vicente // Alcatel España,S.A- Tribuna Tecnológica. - Abril de 2003. - 11 de Marzo de 2011. - http://www.tecnotribuna.com/tecnotribuna/docs/art_pdf/b_wifi.pdf.

Comunicaciones en redes WLAN [Libro] / aut. Huidobro Moya, José Manuel y Roldan Matínez, David. - México : Limusa, 2006.

http://www.motorola.com/staticfiles/Consumers/CLP/CO-ES/index_CO-ES.html [En línea] / aut. 7181 Motorola AP. - 12 de Abril de 2011. -

http://www.motorola.com/staticfiles/Consumers/CLP/CO-ES/index_CO-ES.html [En línea] / aut. AP650 Motorola. - 20 de Marzo de 2011. -

http://www.motorola.com/staticfiles/Consumers/CLP/CO-ES/index_CO-ES.html [En línea] / aut. AP7131 Motorola. - 08 de Abril de 2011. -

http://www.motorola.com/staticfiles/Consumers/CLP/CO-ES/index_CO-ES.html [En línea] / aut. RFS6000 Motorola. - 15 de Abril de 2011. -

Informática de Empresa ATIE S.L. [En línea] / aut. S.L. ATIE // Informática de Empresa ATIE S.L. - 2011. - 09 de Marzo de 2011. -

http://www.atie.es/index.php?option=com_content&task=view&id=37&Itemid=37.

Universitat Politècnica de Catalunya. Servei de Biblioteques i Documentació [En línea] / aut. Navarrete Chávez, Carlos. - 14 de Octubre de 2009. - 13 de Marzo de 2011. -

<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/7834/1/memoria.pdf>.

www.ucp.edu.co [En línea] / aut. UCPR. - 10 de 2011 de Mayo. -

<http://www.ucp.edu.co/institucional.php>.