



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA EN AMBIENTES
DE ALTO TRÁFICO PARA LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS EN
LOS CAMPUS: GRANADOS, COLÓN Y QUERI



AUTOR

Francisco Javier Maldonado Páez

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE REDISEÑO DE LA RED INALÁMBRICA EN AMBIENTES DE
ALTO TRÁFICO PARA LA UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS EN LOS
CAMPUS: GRANADOS, COLÓN Y QUERÍ

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniero en Redes y
Telecomunicaciones

Profesor Guía

Mgs. Ángel Gabriel Jaramillo Alcázar

Autor

Francisco Javier Maldonado Páez

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Angel Gabriel Jaramillo Alcázar', written in a cursive style.

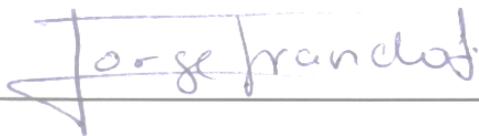
Ángel Gabriel Jaramillo Alcázar

Magister en Gerencias de Sistemas y Tecnologías de la Información

C.I. 1715891964

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”



Jorge Wilson Granda Cantuña

Magister en Gerencias de Sistemas y Tecnologías de la Información

C.I. 1708594187

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Francisco Javier Maldonado Páez', enclosed within a blue oval scribble.

Francisco Javier Maldonado Páez

C.I. 1713654802

AGRADECIMIENTO

A Dios por tantas bendiciones recibidas.

A mis padres por el privilegio por apoyarme y guiarme por el sendero del respeto, trabajo y humildad.

A mi esposa e hijos permitirme robarles el tiempo que les correspondía, para emplearlo en elaborar este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios por guiar mi camino

A mis padres por su lucha diaria de tener un hijo profesional.

A mi esposa e hijos que son el motor que impulsa mi superación profesional.

RESUMEN

El presente trabajo permitirá realizar el rediseño de la red inalámbrica de la Universidad de Las Américas (UDLA), el mismo que está compuesto de cuatro capítulos: el primero abarca fundamentos teóricos en la que ayudará a comprender y reforzar nuestros conocimientos sobre el entorno de las redes inalámbricas o WIFI comúnmente conocidas.

Para alcanzar el objetivo el capítulo dos plantea la situación actual de la red inalámbrica de los campus: Colón, Granados y Queri, el cual permitirá tener una visión clara de cómo está estructurada la red de datos, obtener características de los equipos que dispone cada uno de ellos en los diferentes campus y de qué manera acceden a este tipo de redes la comunidad UDLA que está formada por: estudiantes, profesores y personal administrativo.

Una vez analizado el entorno que la UDLA dispone en su infraestructura inalámbrica se procederá con el rediseño de la red con equipos de nueva generación y que brinden mejores prestaciones de cobertura y servicio. Se realizará una recomendación de costo/beneficio que implicaría la adquisición de los equipos para la mejora del esquema de red.

Las conclusiones y recomendaciones propuestas en el rediseño permitirán una mejora sustancial no sólo en equipos sino también en rendimiento, cobertura y procedimientos que se deben mantener para que la red tenga una disponibilidad óptima.

ABSTRACT

The goal of this project is to implement the redesign of the wireless network at Universidad de Las Américas (UDLA Ecuador). This paper comprises four chapters. The first chapter is a theoretical framework to set forth what is understood by a wireless network or Wi-Fi, as it is commonly known.

Chapter two is an overview of the current state of the wireless network at the Colón, Granados and Queri campuses. It provides an insight into how the data network is structured, into the type of hardware available at each campus and into how the network is accessed by the UDLA community, consisting of students, teaching staff and administrative staff.

After analyzing the wireless infrastructure available at the university, we turn to the redesign of the network using new generation technology that can provide better coverage and service. A cost/benefit analysis is done on the potential purchase of new equipment to improve the network.

These conclusions and recommendations will lead to a substantial improvement not just of the hardware but also of the performance and coverage, as well as the procedures that must be followed in order to optimize network performance.

ÍNDICE

Capítulo I. Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Alcance.....	2
1.3 Justificación	2
1.4 Objetivos	3
1.4.1 Objetivo General	3
1.4.2 Objetivos Específicos	3
1.5 Marco teórico.....	3
1.5.1 Red WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks)	5
1.5.2 Red WLAN (Wireless Local Network)	5
1.5.3 Red WPAN (Personal Area Network).....	5
1.6 Estándares 802.11	5
1.6.1 802.11a	5
1.6.2 802.11b	5
1.6.3 802.11e	6
1.6.4 802.11g	6
1.6.5 802.11n	6
1.6.6 802.11ac	6
1.7 Topología 802.11.....	7
1.8 Topología igual a igual (Ad Hoc) (IBSS)	7
1.9 Topología de infraestructura BSS (Basic Service Set).....	8
1.10 Topología de infraestructura ESS (Extended Service Set).....	8
1.11 Repetidores Inalámbricos.	9
1.12 Escalabilidad	9

1.13	Técnicas de modulación WLAN	10
1.13.1	BPSK (Binary Phase Shift Keying).....	10
1.13.2	QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).	10
1.13.3	CCK (Complementary Code Keying)	10
1.13.4	16QAM (16 –level Quadrature Amplitude Modulation).....	10
1.13.5	64QAM (64 –level Quadrature Amplitude Modulation).....	10
1.14	Técnicas de transmisión WLAN	11
1.14.1	FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)	11
1.14.2	DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)	11
1.14.3	OFDM (Ortogonal Frecuency Division Multiplexing)	11
1.15	802.11 LAN Inalámbricas.....	12
1.15.1	Capa Fisca.....	13
1.15.2	Capa de Enlace	13
1.16	Elementos básicos de una red inalámbrica.....	15
1.16.1	Los elementos básicos de una red inalámbrica son:	15
1.16.2	Access Point (APs)	15
1.16.3	Dispositivos inalámbricos.....	15
1.16.4	Otros elementos.....	15
1.17	Conceptos de comunicaciones de datos.....	15
1.17.1	Ancho de banda:.....	15
1.17.2	Latencia:	16
1.17.3	Throughput:	16
1.17.4	Jitter:	16
1.17.5	Sistema autónomo (stand-alone).....	16
1.18	Identificación de dispositivos.....	17
1.18.1	Aplicaciones utilizadas.....	17
1.18.2	Consideraciones de las bandas 2.4 y 5 GHz.	18
1.18.3	Antena en zonas de alto tráfico	20

1.19	Antenas inteligentes.....	20
1.20	Seguridad	21
1.20.1	Vulnerabilidades	21
1.20.2	Ataques.....	22
1.20.3	Tecnologías de seguridad básicas en WLAN	22
1.20.4	Asegurar.	23
1.20.5	Monitorear.....	23
1.20.6	Probar	23
1.20.7	Mejorar.....	24
1.21	Autenticación	24
1.21.1	Modos de autenticación	24
1.21.2	Métodos de encriptación	24
1.21.3	Protocolos de autenticación	25
1.22	Calidad de servicio (QoS)	26
Capítulo II Metodología.....		28
1.23	Análisis de requerimientos	28
1.23.1	Situación actual.....	28
1.23.2	Misión	29
1.23.3	Visión	29
1.24	Análisis situacional de la Universidad de Las Américas	29
1.25	Crecimiento en infraestructura	31
1.26	Visión General del orgánico funcional de la UDLA.....	31
1.27	Dirección de Sistemas de la UDLA	32
1.28	Situación de la red inalámbrica	32
1.29	Definición del problema	33
1.30	Población y muestra.	34

1.31	Análisis de la encuesta	35
1.32	Infraestructura inalámbrica	35
1.32.1	Campus Queri:.....	35
1.32.2	Campus Granados:.....	36
1.32.3	Campus Colón:	37
1.33	Mediciones del estado de las redes inalámbricas	37
1.33.1	Campus Colón:	39
1.33.2	Campus Queri.....	40
1.33.3	Campus Granados.....	41
1.34	Capacidad de la red Inalámbrica.	42
1.35	Cobertura actual de las antenas	42
1.35.1	Configuración software de simulación HPE	42
1.35.2	Campus Granados:.....	49
1.35.3	Campus Colón	52
1.35.4	Campus Queri.....	55
1.36	Esquema de red UDLA	58
1.36.1	Red global o núcleo	59
1.36.2	Red parcial o distribución.....	59
1.36.3	Red de acceso.....	60
1.36.4	Descripción de la red de conexión	61
Capítulo III. SOLUCION PROPUESTA		62
1.36.5	Esquema lógico de la red	62
1.37	Equipos propuestos	65
1.37.1	Esquema propuesto.....	65
1.38	Recomendaciones de equipos.....	72
1.38.1	Características técnicas.....	72
1.39	Esquema propuesto grupo 2 y 3	73

1.40	Calculo de número de APs basado en capacidad.....	76
1.40.1	Sede Granados:.....	77
1.40.2	Sede Queri.....	79
1.41	Costos	81
1.41.1	Beneficio de los equipos propuestos	84
1.42	Seguridad en la red	84
1.42.1	Configuración de seguridad controladora Zone director	84
1.43	Políticas de uso de la red inalámbrica:.....	90
Capítulo IV. Conclusiones y recomendaciones		91
1.44	Conclusiones	91
1.45	Recomendaciones	92
REFERENCIAS		93
Anexos.....		96

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Clasificación de las redes por su posicionamiento	4
Figura 2. Resumen de estándares.....	7
Figura 3. Topología igual a igual.....	8
Figura 4. Topología BSS.....	8
Figura 5. Topología ESS.....	9
Figura 6. Repetidores inalámbricos.	9
Figura 7. Estándares.....	12
Figura 8. Capas modelo OSI	12
Figura 9. IFS (Inter Frame Spacing)	14
Figura 10. Canales banda de 2,4 GHz.....	19
Figura 11. Capacidad de celdas de 2,4 MHz	19
Figura 12. Canales banda 5 GHz.	20
Figura 13. Antenas inteligentes	21
Figura 14. Rueda de seguridad de una Wlan	23
Figura 15. Protocolo PAP	26
Figura 16. Diseño de red y ciclo de implementación.	28
Figura 17. Crecimiento de estudiantes UDLA.....	29
Figura 18. Cantidad de docentes.....	30
Figura 19. Personal Administrativo	30
Figura 20. Organigrama UDLA	32
Figura 21. Organigrama Dirección de TI – UDLA	32
Figura 22. Medición del tráfico de la red.....	37
Figura 23. Porcentaje utilización AP Granados.	41
Figura 24. Inicialización de servicios HPE	43
Figura 25. Proceso de inicialización de servicios.....	43
Figura 26. Portal web del IMC	44
Figura 27. Panel principal de la consola HPE.....	44
Figura 28. Configuración del campus.	45
Figura 29. Creación de locación o campus.....	45
Figura 30. Descripción del mapa asignado.....	45
Figura 31. Añadir APs al mapa	46
Figura 32. Configuración y ubicación antenas.....	46

Figura 33 Simulación mapa de cobertura	47
Figura 34 reporte	48
Figura 35. Cobertura antenas granados Sub (2,4MHz)	49
Figura 36. Cobertura antenas granados PB (2,4MHz).....	49
Figura 37. Cobertura antenas granados P1 (2,4MHz)	50
Figura 38. Cobertura antenas granados P2 (2,4MHz)	50
Figura 39. Cobertura antenas granados P3 (2,4MHz)	51
Figura 40. Cobertura antenas granados P4 (2,4MHz)	51
Figura 41. Cobertura antenas Colón PB (2,4MHz)	52
Figura 42. Cobertura antenas Colón P1 (5MHz).....	52
Figura 43. Cobertura antenas Colón P2 (2,4MHz).....	53
Figura 44. Cobertura antenas Colón P2 - Bloque uno (2,4MHz)	53
Figura 45. Cobertura antenas Colon P2 - Bloque dos (2,4MHz).....	54
Figura 46. Cobertura antenas Colon P3 - Bloque uno (2,4MHz)	54
Figura 47. Cobertura antenas Queri Bloque uno- PB (2,4MHz).....	55
Figura 48. Cobertura antenas Queri Bloque 1- P1 (2,4MHz)	55
Figura 49. Cobertura antenas Queri Bloque 2- PB (2,4MHz).....	55
Figura 50. Cobertura antenas Queri Bloque 2- Planta alta (2,4MHz)	56
Figura 51. Cobertura antenas Queri Bloque 3- PB (2,4MHz).....	56
Figura 52. Cobertura antenas Queri Bloque 3- Planta alta (2,4MHz)	57
Figura 53. Cobertura antenas Queri Bloque 4- PB (2,4MHz).....	57
Figura 54. Cobertura antenas Queri Bloque 4- Planta alta (2,4MHz)	58
Figura 55. Diagrama lógico de la red de datos	58
Figura 56. Red de núcleo.....	59
Figura 57. Red parcial.....	60
Figura 58. Red terminal	60
Figura 59. Esquema global de la red	63
Figura 60. Esquema físico de la red de datos.....	64
Figura 61. Esquema de la controladora Colón.....	66
Figura 62. Simulación campus Colón planta baja - cobertura propuesta.....	67
Figura 63. Simulación con usuarios conectados.....	68
Figura 64. Simulación campus Colón piso uno - cobertura propuesta.....	69
Figura 65. Simulación campus Colón piso dos - cobertura propuesta	70
Figura 66. Trabajo esquemático controladora Ruckus.....	71
Figura 67. Diagrama físico APs Ruckus	71

Figura 68. Diagrama físico de red para los grupos 2 y 3	73
Figura 69. Cobertura actual campus granados planta baja	74
Figura 70. Cobertura propuesta campus granados planta baja	74
Figura 71. Cobertura propuesta campus granados planta baja con usuarios.....	75
Figura 72 Panel de ingreso a Zone Director	84
Figura 73 Configuración de direccionamiento de red de la controladora.	85
Figura 74 Configuración servidor RADIUS	85
Figura 75 Códigos de QoS (Spectralink, 2013)	86
Figura 76 configuración Wlan alumnos y profesores (Spectralink, 2013)	87
Figura 77 Configuración Wlan- administrativos con 802.1x EAP.....	88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Parámetros de tecnologías inalámbricas	4
Tabla 2. Protocolos IEEE 802.11 en capa OSI	13
Tabla 3. Cuadro comparativo dispositivos	17
Tabla 4. Requisito de ancho de banda por aplicación	17
Tabla 5. Calidad de servicio Ethernet 802.1Q	26
Tabla 6. Estudiantes por sede	29
Tabla 7. Crecimiento en infraestructura.....	31
Tabla 8. Descripción de APs campus Queri	36
Tabla 9. Descripción de AP campus Granados	36
Tabla 10. Descripción de antenas inalámbricas campus Colón.....	37
Tabla 11. Tráfico de subida y bajada	38
Tabla 12. Porcentaje utilización AP Colón	39
Tabla 13 Porcentaje utilización AP Queri.....	40
Tabla 14 Detalle de las controladoras para APs.....	41
Tabla 15 Cuadro comparativo.....	64
Tabla 16 Esquema de antenas propuestas	65
Tabla 17 cuadro comparativo	72
Tabla 18. APs Granados.....	75
Tabla 19. APs Queri	76
Tabla 20. Propuesta económica.	82
Tabla 21 Costos Eventuales	82
Tabla 22 Recurrentes	83
Tabla 23 Análisis financiero	83

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La política pública del estado ecuatoriano dentro del plan nacional del buen vivir en la Ciencia, Tecnología, Innovación y Saberes Ancestrales, inculca el manejo de las TIC. La utilización de las nuevas tecnologías son un aporte importante en las enseñanzas como: manejo de contenidos más interactivos, comunicación rápida y directa entre la parte académica y sus estudiantes, intercambio de ideas y responsabilidades en el manejo de nuevas tecnologías (aulas virtuales, chats, video conferencias, etc.) hacen una herramienta indispensable y necesaria en el campo educativo.

La Universidad de Las Américas (UDLA) se dedica desde el año 1995 a la Educación Superior, como un proyecto Binacional Ecuatoriano – chileno. En el 2005 como miembro de Laureate International Universities, un grupo de 75 universidades de 29 países entre América del Norte, Centro y Sur, África, Europa, Asia Pacífico y Oceanía, ofertan programas educativos presenciales y en línea. Actualmente cuenta con alrededor de 16000 estudiantes con 41 carreras de pregrado distribuidas en modalidades presenciales y semipresenciales con horarios diurno, vespertino y nocturno. Distribuida en cuatro sedes como son: Colón, Granados, Queri y Udlapark. (Universidad de las Américas 2015).

La Universidad de Las Américas dispone de un número importante de dispositivos inalámbricos en sus diferentes campus, a pesar de ello, en momentos de alto tráfico y navegación, se presenta saturación de las antenas, llegando a tener en ocasiones pérdida del servicio. Tomando en cuenta que cada vez el uso de dispositivos inalámbricos va en aumento por parte de la comunidad académica, las redes inalámbricas tienen un papel fundamental en el acceso móvil a los servicios y aplicaciones de uso académico, como también en procesos internos de la institución y eventos en general; por lo tanto, es necesario contar con una red inalámbrica estable, segura y adaptable a las necesidades actuales y futuras que demandan los usuarios. Según datos proporcionados por el departamento de infraestructura tecnológica de la universidad, se mantiene un promedio al día de 4000 usuarios conectados de manera concurrente a la red inalámbrica. L. Faican (comunicación personal, 13 de marzo 2015).

1.2 Alcance

Los siguientes puntos describen el alcance de este proyecto:

Realizar un levantamiento del estado actual de la red inalámbrica con el que cuenta la universidad, analizando la infraestructura que tiene instalada en los campus: Granados, Colón y Queri, tomando en cuenta las zonas de cobertura de cada uno de los dispositivos inalámbricos en cada uno de ellos y como están configurados, para determinar sitios de alto tráfico y demanda de servicios.

Luego de la información recolectada se procederá a diseñar la nueva propuesta de red inalámbrica en los campus: Granados, Colón y Queri; diseño que estará en condiciones de aceptar cualquier tipo de dispositivo en cualquier ambiente de navegación, bajo condiciones de seguridad adecuada. El diseño contemplará una propuesta de costo beneficio en el dimensionamiento de equipos de nueva generación que se adapten al crecimiento proporcional de la universidad, permitiendo manejar estándares de calidad, servicio y crecimiento progresivo de la red.

1.3 Justificación

Debido al incremento exponencial de dispositivos inalámbricos que traen los estudiantes, personal administrativo, docentes, y visitantes de la universidad, se requiere disponer de una arquitectura inalámbrica de manera continua y de fácil acceso a todos los servicios web y demás servicios externos que la Universidad de Las Américas pone a disposición de sus estudiantes.

La red inalámbrica de la universidad, debe cumplir con las normas dispuestas por los entes de control que es el entregar servicio inalámbrico en todos los campus (Granados, Colón y Queri) y a toda la comunidad universitaria; para ello el nuevo diseño, deberá estar en capacidad de aceptar cualquier tipo de conexión y de dispositivo, regulado por niveles de servicio exigidos por la universidad.

La universidad está constantemente evaluada, las entidades de control como él (CES) analiza dentro de sus requerimientos la cobertura de las redes Inalámbricas en los diferentes campus, las mismas que deben cumplir con rangos mínimos de cobertura (80

a 100%). Tomado en cuenta infraestructura, puntos ciegos, interferencias de frecuencia, seguridad, etc.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Formular una propuesta de rediseño y optimización de la red inalámbrica de la UDLA en ambientes de alto tráfico, para mejorar la calidad de servicio y cobertura de acceso.

1.4.2 Objetivos Específicos

- a) Identificar el contexto teórico metodológico aplicable al rediseño de redes inalámbricas
- b) Analizar la situación actual de la infraestructura inalámbrica que posee actualmente la UDLA. Luego de esta se realizará un análisis de costo beneficio, de la solución propuesta
- c) Rediseñar la red inalámbrica considerando su cobertura, disponibilidad, calidad de servicio, seguridad y políticas de acceso.
- d) Realizar un análisis de costo beneficio, de la solución propuesta

1.5 Marco teórico

El uso frecuente de las redes inalámbricas conocidas como WLAN (Wireless Local Area Network) o WiFi en la actualidad han evolucionado rápidamente y ganado gran popularidad, las mismas que se utilizan en los diferentes dispositivos como: laptops, tablets, teléfonos inteligentes, relojes, etc, hacen parte importante en este estudio. Razón por la cual, en este capítulo se conocerán conceptos básicos de las redes inalámbricas WLAN. Tipos de redes inalámbricas

Este tipo de redes las podemos clasificar de acuerdo a sus necesidades y su cobertura que cada una de ellas tiene y que se muestran en la Figura 1:

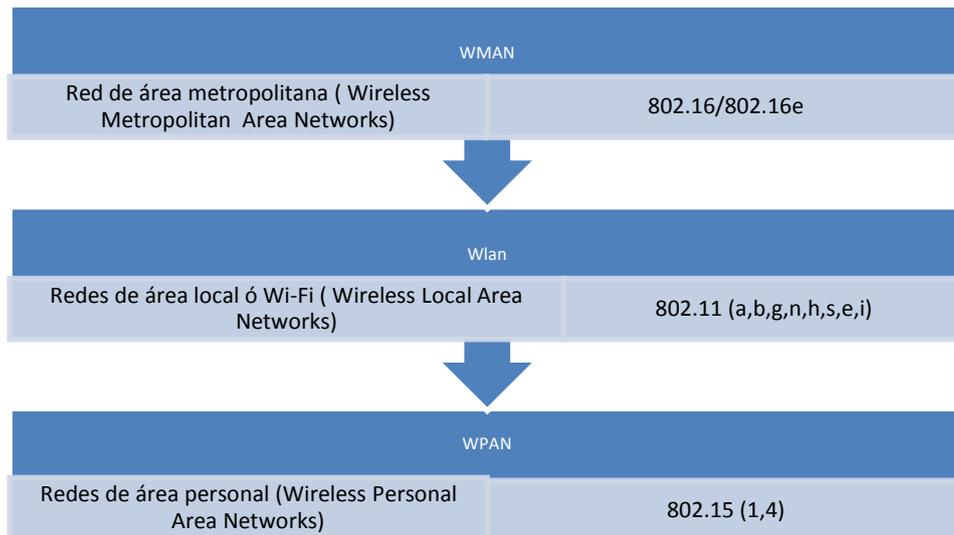


Figura 1. Clasificación de las redes por su posicionamiento

Tomado de: (Cisco, 2013)

Estas tienen muchas variables como se muestra en la Tabla 1. Sus comunicaciones son algunas en una sola dirección y otras son bi direccionales con distintos niveles de energía con señales analógicas y digitales respectivamente.

Tabla 1. Parámetros de tecnologías inalámbricas

Frecuencia	Baja (Hz) a alta (GHz)
Nivel de energía	Bajo (< 1MW) a alto(>100.000W)
Ancho de banda	Banda estrecha a banda ancha
Diálogo	Unidireccional o dúplex
Intervalo de la señal	Corto (< 30,5 m) a largo miles de millas
Tipo de señal	Digital - analógica
Ruta de la señal	Directiva o reflexiva
Aplicaciones	Fija o móvil
Cobertura	Área local o amplia
Velocidad de datos	Baja (10 Kbps) a alta (>10Mbps)

Tomado de: (Cisco Systems, 2006)

1.5.1 Red WMAN (Wireless Metropolitan Area Networks)

Conocidas como red de área metropolitana, su red de datos abarcan ciudades o pueblos, trabajan con la tecnología LDMS (Local Multipoint Distribution Service) y WIMAX (World Interoperability for Microwave Access) protocolo similar al WIFI con mayor cobertura y ancho de banda.

1.5.2 Red WLAN (Wireless Local Network)

Una red de área local inalámbrica es actualmente el más usado por los usuarios ya que su señal se la transmite por ondas de radio y un ahorro considerable en el tendido de cables, WIFI es el estándar más conocido en este tipo de redes 802.11.

1.5.3 Red WPAN (Personal Area Network)

Esta red local permite la interacción de los dispositivos que usa frecuentemente el usuario con una comunicación sencilla y de fácil intercambio de información. Los tipos de redes que se encuentran son: bluetooth, infrarrojos, Zigbee.

1.6 Estándares 802.11

1.6.1 802.11a

Es una extensión de 802.11, opera en la banda de 5GHz y utiliza 52 sub portadoras (OFDM) con velocidades de 54Mbps con una reducción a las interferencias en este estándar, está compuesto por 12 los cuales no se interfieren, 8 para redes inalámbricas y 4 a punto a punto. (Bruno Roger, 2007)

1.6.2 802.11b

Opera en la banda de 2,4 GHz y 11Mbps de transmisión, trabaja bajo el mismo método de acceso CSMA/CA en 802.11, razón por la cual sus velocidades de transmisión van desde 5.0Mbps y 7.1 Mbps en UDP. Esta mejora hizo que este estándar sea el más comercialmente usado por la técnica de modulación DSSS utilizada en el estándar original. Su característica principal es usar configuraciones punto y multipunto con antenas omnidireccional en una determinada área de cobertura. (Bruno Roger, 2007)

1.6.3 802.11e

Basado en una gestión centralizada de calidad y servicio (QoS, Quality of service) evita colisiones y cuellos de botella en la capa enlace de datos, 802.11e tiene un elemento llamado HFC (Hybrid Coordination function) con dos tipos de acceso: EDCA (Enhanced Distributed Channel Access, equivalente a DCF) y HCCA (HCF Controller Access, equivalente a PCF) para aplicaciones de streaming. (Cisco, 2015)

1.6.4 802.11g

Es una mejora del 802.11b y compatible al mismo tiempo, posee un ancho de banda elevado operando en la banda de 2,4 GHz y con velocidades teóricas de 54Mbps, en promedio es de 22 Mbps de velocidad real, existe también 802.11 plus capaz de alcanzar 108Mbps de transferencia, pero solo son utilizados en equipos propietarios por los fabricantes. (Bruno Roger, 2007)

1.6.5 802.11n

Se basa en todas las versiones anteriores del 802.11 mejorando su rendimiento y velocidad ante las versiones anteriores a/b/c, es decir trabaja en las frecuencias de 2,4 y 5,4 MHz, añadiendo MIMO utilizando múltiples antenas transmisoras y receptoras incrementando el tráfico de datos. (Gonzalez, 2011)

1.6.6 802.11ac

Es el nuevo estándar ya aprobado en el 2014 y conocido como WIFI 5G o WIFI Gigabit, es una mejora del estándar 802.11n.

“Para transmitir más datos, el 802.11ac emplea canales más “anchos”, de hasta 160 MHz (cuatro veces superior al de 802.11n), con capacidad hasta 8 streams MIMO (teóricamente de 433 Mbps) y una modulación de alta densidad (hasta 256 QAM). En definitiva, los dispositivos 802.11ac que incorporen ocho antenas, pueden alcanzar velocidades de hasta casi 7 GBps.”. Se presenta en la figura un cuadro comparativo entre el protocolo 802.11n y a c (Chanel News, 2012)

En la siguiente Figura 2, se muestra un resumen de los estándares analizados.

Resumen 802.11 a,b,g y n				
Estandar	Frecuencia	Técnicas de modulación	Tasa de transmisión	Descripción
802.11a	5 Ghz	OFDM	54 Mbps	8 canales no solapados, no ofrece QoS
802.11b	2,4 Ghz	DSSS,CCK	11 Mbps	14 canales no solapados
802.11g	2,4 Ghz	OFDM, CCK, DSSS	54 Mbps	14 canales no solapados, compatibilidad con 802.11b
802.11n	2,4 Ghz	OFDM	360 / 540 Mbps	Mejora los estándares anteriores agregando MIMO que aprovecha transmisores múltiples para aumentar el rendimiento mediante multiplexación espacial

Figura 2. Resumen de estándares

Tomado de: (Bruno Roger, 2007)

1.7 Topología 802.11

Al momento de diseñar una red inalámbrica es importante comprender las topologías del estándar 802.11 las cuales se describen a continuación en sus configuraciones básicas:

- Topología igual a igual (Ad Hoc) (IBSS)
- Topología de infraestructura Básica (BSS)
- Topología de infraestructura extendida (ESS)

1.8 Topología igual a igual (Ad Hoc) (IBSS)

Es una conexión punto a punto entre dos o más equipos o PC sin la utilización de AP, se denomina (IBSS, Independent BSS) Figura 3, es muy útil para la compartición de archivos sus limitaciones de cobertura son sus problemas frecuentes. (Cisco Systems, 2006)

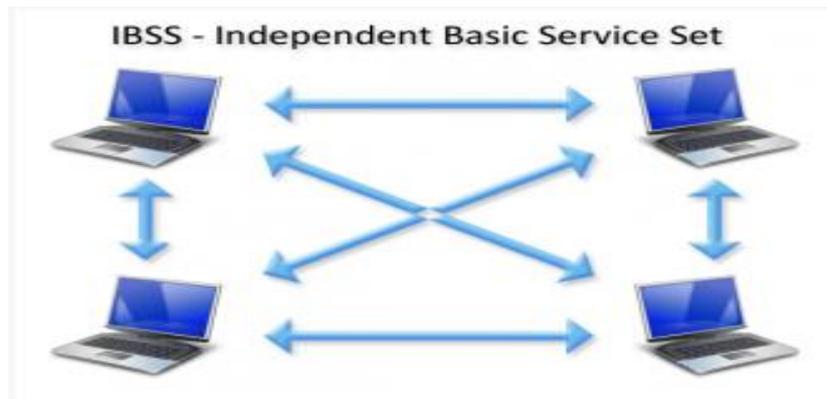


Figura 3. Topología igual a igual

Tomado de: (Topologías 802.11)

1.9 Topología de infraestructura BSS (Basic Service Set)

En esta topología Figura 4, es un conjunto de servicio básico (BSS) en donde se encuentran un grupo de equipos conectados, los cuales se comunican entre sí a un AP (Access Point), este AP maneja autenticación a través de la celda BSS. (Systems, 2006).



Figura 4. Topología BSS

Tomado de: (Topologías 802.11, 2011)

1.10 Topología de infraestructura ESS (Extended Service Set).

Es un conjunto extendido en el que se define como dos o más BSS están conectados entre sí en un sistema de distribución común, permitiendo una red más grande pero también compleja como se muestra en la Figura5. (Cisco Systems, 2006)



Figura 5. Topología ESS

Tomado de: (Topologías 802.11, 2011)

1.11 Repetidores Inalámbricos.

En un entorno donde es primordial la ampliación de la cobertura y el backbone no es práctico o no está disponible, se puede utilizar un repetidor inalámbrico, que no es más que un AP, se debe considerar que por cada repetidor que se añade a la cadena Figura 6, el rendimiento se reduce a la mitad y no debe sobrepasar los dos saltos. (Systems, 2006)

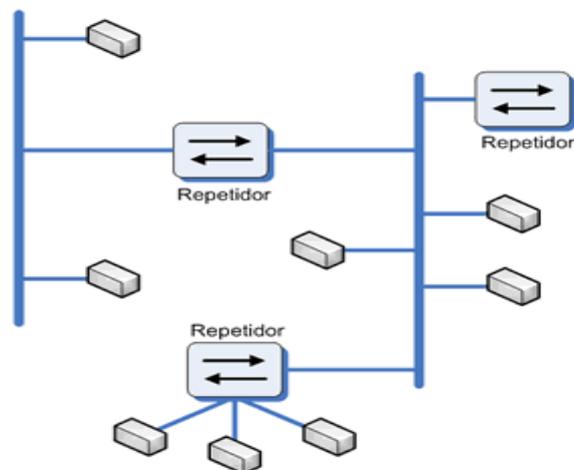


Figura 6. Repetidores inalámbricos.

Tomado de: (Rios, 2011)

1.12 Escalabilidad

Es la capacidad de localizar más de un AP en una misma área de cobertura, esto incrementa el ancho de banda disponible para los usuarios locales, algunos dispositivos actualmente buscan y utilizan el mejor canal. En la regulación FCC existen tres canales

separados de 11Mbps (Cisco, 2013), los mismos que no se superponen ni se interfieren en absoluto. En 802.11b se alcanza teóricamente hasta 33Mbps por celda, pero los dispositivos solo se pueden conectar a 11Mbps, porque solo se pueden conectar a un único AP, pero en 802.11g son una mejora que el anterior protocolo alcanzando velocidades de 54Mbps hasta 162 Mbps por celda. (Cisco Systems, 2006)

1.13 Técnicas de modulación WLAN

Los protocolos 802.11 manejan diferentes características de modulación de las cuales se analizarán las más importantes:

1.13.1 BPSK (Binary Phase Shift Keying)

Codificación por desplazamiento de fase binaria: su transferencia de datos es de 1Mbps, utilizando una de sus fases para 1 binario y la otra fase para 0 binario. Codifica 125 Kbps de datos por canal con velocidad de 6 Mbps.

1.13.2 QPSK (Quadrature Phase Shift Keying).

Codificación por desplazamiento de fase en cuadratura: su transferencia de datos es de 2 Mbps. Codifica 250 Kbps de datos por canal con velocidad de 12 Mbps.

1.13.3 CCK (Complementary Code Keying)

Codificación complementaria de código: Sus características es utilizar funciones complejas (códigos complementarios) para él envío de datos a 5,5 y 11 Mbps, una de sus ventajas es que sufre menor distorsión.

1.13.4 16QAM (16 –level Quadrature Amplitude Modulation)

Modulación de la amplitud en cuadratura de 16 niveles, su codificación es de 4 bits por hercio con velocidades de 24 Mbps.

1.13.5 64QAM (64 –level Quadrature Amplitude Modulation)

Modulación de la amplitud en cuadratura de 64 niveles, su codificación es de 8 o 10 bits por ciclo hasta 1,125 Mbps por canal de 300Khz, con velocidades de 54 Mbps.

1.14 Técnicas de transmisión WLAN

En los protocolos 802.11 se especifican las características técnicas de transmisión, cada una de estas se construyen en base a las técnicas de modulación anteriormente analizadas.

1.14.1 FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)

Esta técnica se la conoce como técnica del espectro disperso o espectro ensanchado por salto de frecuencia utiliza la velocidad de la frecuencia para dispersar los datos por encima de los 83MHz.

“la portadora cambia la frecuencia, de acuerdo a una secuencia pseudoaleatoria (conocida como código de salto). Esta secuencia define el canal FHSS. El código de salto es una lista de frecuencias a la que la portadora salta a intervalo de tiempo especificados” (Cisco Systems, 2006)

1.14.2 DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)

Se la conoce como espectro disperso de secuencia directa, se la define como:

“El flujo de la información a transmitir se divide en trozos pequeños, cada uno de los cuales se asigna a un canal de frecuencia en el espectro. Una señal de datos en el punto de transmisión es combinada con una secuencia de velocidad binaria de datos más alta (también conocido como un código de chipping) que divide los datos de acuerdo con el radio de difusión. El código chipping redundante ayuda a resistir la interferencia de la señal y también permite a los datos originales ser recuperados si los bits de datos están dañados durante la transmisión. Para un receptor involuntario, DSSS aparece como el ruido de banda ancha de bajo consumo y es ignorado por la mayoría receptores de banda estrecha.” (Ampere, 2010)

1.14.3 OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)

Los estándares 802.11 a/g la utilizan para conseguir velocidades de 54 Mbps. OFDM divide una portadora de datos de alta velocidad en varias subportadoras de velocidad más baja, y después se transmiten en paralelo. Cada portadora de alta velocidad tiene un ancho de 20MHz y se divide en 52 subcanales, cada uno de ellos con una anchura de 300 KHz”.

1.15 802.11 LAN Inalámbricas



Figura 7. Estándares.

Tomado de: (Forbes, 2014)

Estándar original de las redes inalámbricas conocida desde 1977 utiliza el método de acceso al medio CSMA/CA (múltiple por detección de portadora/limitación de colisiones) trabaja en la banda de 2,4 GHz sin licencia con saltos de 1 Mbps frecuencia (FHSS) con tasa de datos de 1 y 2 Mbps de secuencia directa (DSSS) transmitidas en infrarrojo (IR).

Dentro del esquema del modelo OSI trabajan en las dos primeras capas: capa física y enlace de datos (L1 y L2) respectivamente Figura 8 y dentro de su característica técnica incluyen: Calidad de servicio, técnicas de modulación y rango de frecuencias. Este estándar brinda los siguientes beneficios como la interoperabilidad de fabricantes y que los productos mejoren sus características y estabilidad.

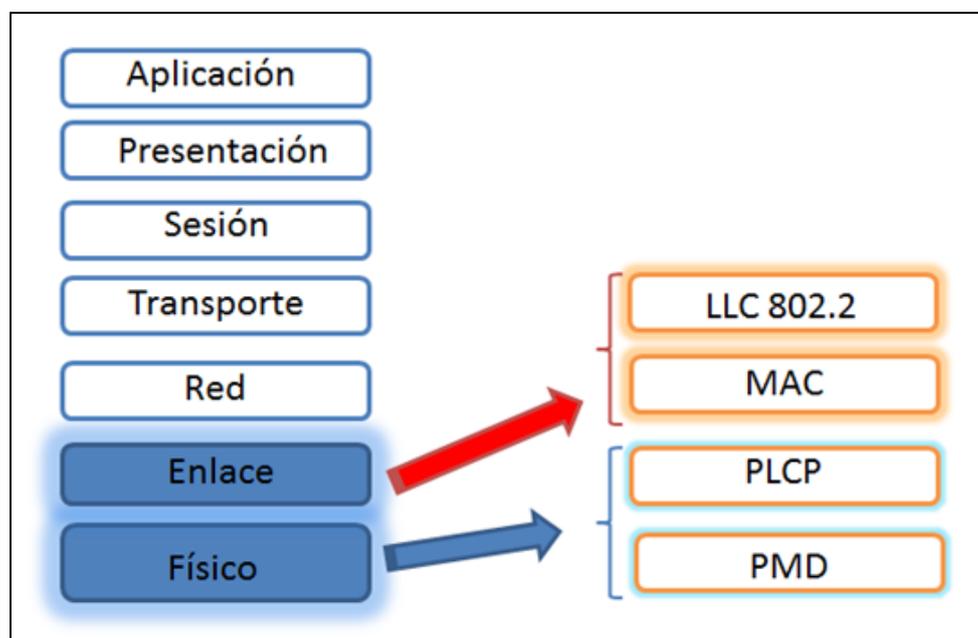


Figura 8. Capas modelo OSI

Tomado de: (Galeon, 2010)

Tabla 2. Protocolos IEEE 802.11 en capa OSI

2	Capa enlace de datos	802.2 LLC
		802.11 MAC
1	Capa física (PHY)	DS,FH,IR,CCK (B), OFDM(a o g)

Tomado de: (Cisco Systems, 2006).

1.15.1 Capa Fisca

Es la encargada de transportar o codificar adecuadamente los 1 y 0 que el transmisor desea enviar al receptor y su función principal es de modular y codificar los datos.

Esta se divide en dos capas: PDM y PLCP

- PDM (Physical Medium Dependant): Se ocupa de la modulación y de las técnicas de espectro ensanchado como DSSS y FHSS
- PLCP (Physical Layer Convergent Procedure): Encargada de acondicionar las tramas de la capa MAC para el envío al medio y coloca un preámbulo y cabecera. (Bruno Roger, 2007)

1.15.2 Capa de Enlace

Esta capa se divide en dos niveles: MAC y LLC

- **Control de acceso al medio (MAC):** Cumple la función DCF (Distributed Coordination Function) utiliza el método CSMA / CA (Carrier Sence multiple Access / Collision Avoidance), este método requiere que cada nodo inalámbrico escuche o Back off el medio compartido y asegure que los demás nodos están transmitiendo. Si el canal está libre el nodo transmite, caso contrario está en un estado de escucha IFS (Inter Frame Spacing) hasta que el canal ocupado finalice para poder transmitir. Esta recepción de paquetes espera un acuse de recibo para determinar si llegó el

paquete completo caso contrario lo vuelve a enviar, estos tienen prioridad frente a cualquier tráfico y su velocidad de confirmación. (Werchau & Nazar), este proceso se puede ver en la Figura 9.

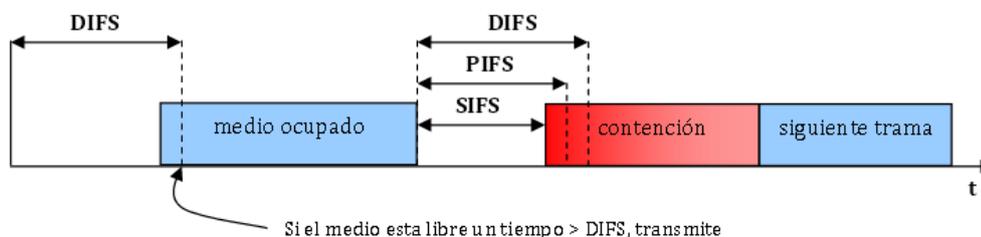


Figura 9. IFS (Inter Frame Spacing)

Tomado de: (Lardiez & Santos, 2009)

Los tiempos de espera se dividen en cuatro niveles:

- SIFS (Short IFS): Establece la máxima prioridad reserva para ACK, CTS
 - PIFS (PCF IFS): Prioridad media, para modo consulta PCF
 - DIFS (Distributed Coordination Function IFS): para datos asíncronos, prioridad baja
 - EIFS (Extended IFS): IFS de larga duración, se emplea para cuando la estación no ha sido capaz de entender el campo de duración de la trama. Evitando que la estación no detecte la siguiente trama. (Milagro & Los Santos, 2009)
-
- **Control de enlace lógico (LLC):** Permite la compatibilidad con cualquier otra red 802, similar a la red con cable 802.3 con un direccionamiento de 48 bits (MAC Address), permitiendo simplificar al extremo los puentes entre los dos dispositivos. (García, Redes WI-FI, 2008)

1.16 Elementos básicos de una red inalámbrica

1.16.1 Los elementos básicos de una red inalámbrica son:

1.16.2 Access Point (APs)

Dispositivo que mediante el cual su sistema de radio frecuencia se encarga de recibir información para su localización o enrutamiento. (Arana & Meza, 2009)

1.16.3 Dispositivos inalámbricos

Son dispositivos como: portátiles, PDA, celulares, impresoras, tablets, etc., encargadas tanto en su envío y recepción de información desde su estación en donde se encuentran ubicadas. (Arana & Meza, 2009)

1.16.4 Otros elementos

También pueden formar parte de una red inalámbrica como amplificadores o antenas que se las utilizan para mejorar y direccionar las señales de RF transmitidas.

1.17 Conceptos de comunicaciones de datos

1.17.1 Ancho de banda:

Existen diferentes definiciones que se le da al ancho de banda o bandwidth como son:

Para señales analógicas, el ancho de banda es la longitud, medida en Hz, del rango de frecuencias en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier. También son llamadas frecuencias efectivas las pertenecientes a este rango. La frecuencia es la magnitud física que mide las veces por unidad de tiempo en que se repite un ciclo de una señal periódica. Una señal periódica de una sola frecuencia tiene un ancho de banda mínimo. En general, si la señal periódica tiene componentes en varias frecuencias, su ancho de banda es mayor, y su variación temporal depende de sus componentes en frecuencia. (Colomés, 2010)

1.17.2 Latencia:

Es el tiempo que tarda un bit en viajar desde su origen hacia su destino, este depende de tres factores:

- a) Por su tiempo de propagación.
- b) El envío de datos máximo que pueden ser transmitidos sin segmentarse.
- c) Tiempos de espera para el envío de paquetes.

1.17.3 Throughput:

Si lo podemos definir esta terminología es la cantidad de información útil en una unidad de tiempo que pueden variar por el tipo de transmisión y datos que son enviados.

El throughput se puede ver afectado por varias razones y que pueden afectar que sus valores sean menores que el ancho de banda máximo:

- Por la pérdida de paquetes en el reenvío de la información ante esta pérdida.
- El uso de medios compartidos hace que su rendimiento disminuya

1.17.4 Jitter:

“Es el efecto que se produce debido a un retardo o latencia variable entre los paquetes, esto ocasiona que no lleguen completos, dejando huecos en la secuencia de la trama de la conversación.” (Vallina, 2013)

1.17.5 Sistema autónomo (stand-alone)

Al momento de diseñar en una Wlan, se debe determinar si los usuarios dentro de una determinada área necesitan moverse de AP a AP sin perder la conexión.

Se debe tener en cuenta dos factores para el diseño de una Wlan con capacidad de un sistema autónomo:

- La cobertura debe ser suficiente para toda la ruta o área de trabajo.
- La dirección IP debe estar disponible en toda la ruta, la sub red IP para cada AP
- puede estar en diferentes switches y separados para dispositivos de capa 3.

1.18 Identificación de dispositivos

Se analizará un análisis de los diferentes dispositivos que comúnmente utilizan los usuarios y sus capacidades de radio frecuencia (RF).

Tabla 3. Cuadro comparativo dispositivos

Dispositivo	Tipo radio	Canales soportados	Ancho de banda	Potencia de transmisión	Tasa máxima de transmisión 20Mhz/40Mhz
Teléfonos móviles comunes	802.11b/g	1 - 11	20 Mhz	11 dbm	54 Mbps
Smartphones	802.11n	1 - 11	20 Mhz	11 dbm	65 - 72 Mbps
Tablets	802.11n	1 -11,36 - 48,149 - 161	20 Mhz	11-14 dbm	65 - 72 Mbps
Netbooks	802.11n	1 -11,36 - 48,149 - 161	20/40 Mhz	11 - 17 dbm	144/300 Mbps
Pc de bajo rendimiento	802.11n	1 - 11	20Mhz	17 - 20 dbm	144 Mbps
PCs de medio rendimiento	802.11n	1 -11,36 - 48,149 - 161	20/40 Mhz	17 - 20 dbm	144/300 Mbps
PCs de alto rendimiento	802.11n	1 -11,36 - 48,149 - 161,5264 - 100 - 140	20/40 Mhz	17 - 20 dbm	216/450 Mbps
Teléfonos VoIP	802.11a/b/g	1 -11,36 - 48,149 - 161	20Mhz	11- 16 dbm	54 Mbps

Tomado de: (Hometechn, 2010)

1.18.1 Aplicaciones utilizadas

Se enunciará las aplicaciones más comúnmente utilizadas con su requerimiento mínimo de la tasa de transferencia

Tabla 4. Requisito de ancho de banda por aplicación

Aplicación	Requisitos de rendimiento
Navegadores web/mail	500 Kbps - 1 Mbps
Video conferencia (webex/zoom)	384 Kbps - 1.5 Mbps
Streaming de video SD (ustream)	1 - 1.5 Mbps
Streaming de video HD (ustream)	2 - 5 Mbps
Streaming de video de you tube	500 Kbps
Impresiones	1 Mbps
intercambio de archivos	2 - 8 Mbps
capacitaciones online	2 - 4 Mbps
Servicios de PCs	85 - 150 Kbps
Servicios de PCs (video o impresión)	600 - 1.800 kbps
Aplicaciones de PCs	20 Kbps (por APP)
Llamadas sobre Voip	5 Kbps
Steaming sobre VoIP	27 - 93 Kbps
Pruebas en línea	2 - 4 Mbps
Copias de seguridad de dispositivos	10 - 50 Mbps

Tomado de: (Hometechn)

“En las redes inalámbricas, el rendimiento de las aplicaciones es lo que importa para el usuario final, y esto se diferencia de la velocidad de señalización. Las velocidades de datos representan la velocidad a la que se llevarán a paquetes de datos sobre el medio. Los paquetes contienen una cierta cantidad de sobrecarga que se requiere para tratar y controlar los paquetes. El caudal de aplicación se realiza como datos de carga útil dentro de esa cabeza. La Tabla muestra el rendimiento promedio de aplicación de protocolo bajo buenas condiciones de RF.” (Cisco, 2013)

1.18.2 Consideraciones de las bandas 2.4 y 5 GHz.

El espectro disponible limita el rendimiento en una red inalámbrica- la cual está formada por diferentes celdas, estas celdas se superponen para que el usuario no pierda su conexión, estos APs compiten por el tiempo aire, la colocación de APs operando en la misma frecuencia y en la misma área de trabajo no mejoran su capacidad de recepción, por el contrario, se atenúan y reduce su capacidad.

Tenemos que tomar en cuenta la interferencia Co-canal o Co-Channel Interface. Esta interferencia se da cuando los dos APs con la misma frecuencia intentan comunicarse al receptor al mismo tiempo, limitando su capacidad en el sentido del número de usuarios por el área o superficie que están cubriendo y degradando la señal. Considerar también la interferencia inter-canales que se dan sobre canales adyacentes.

Cisco lo define como “Es un fenómeno en el que las transmisiones de un dispositivo 802.11 dentro del rango de recepción de otros dispositivos 802.11 en el mismo canal, causando la interferencia y reducir el espectro disponible y dando como resultado el rendimiento. CCI puede causar retrasos en el acceso de canal, así como las colisiones en las transmisiones que las tramas corruptas en tránsito. “

Para evitar la interferencia CCI se recomienda usar los canales: 1, 6 y 11 y para una red en varios pisos los canales: 1,4, 7 y 11 Figura 10, respectivamente para evitar que dos canales adyacentes se interpongan. (Homemtech)

El canal de 2,4 GHz está compuesto de tres canales de 20MHz, los mismos que no se superponen y 22MHz para 802.11b

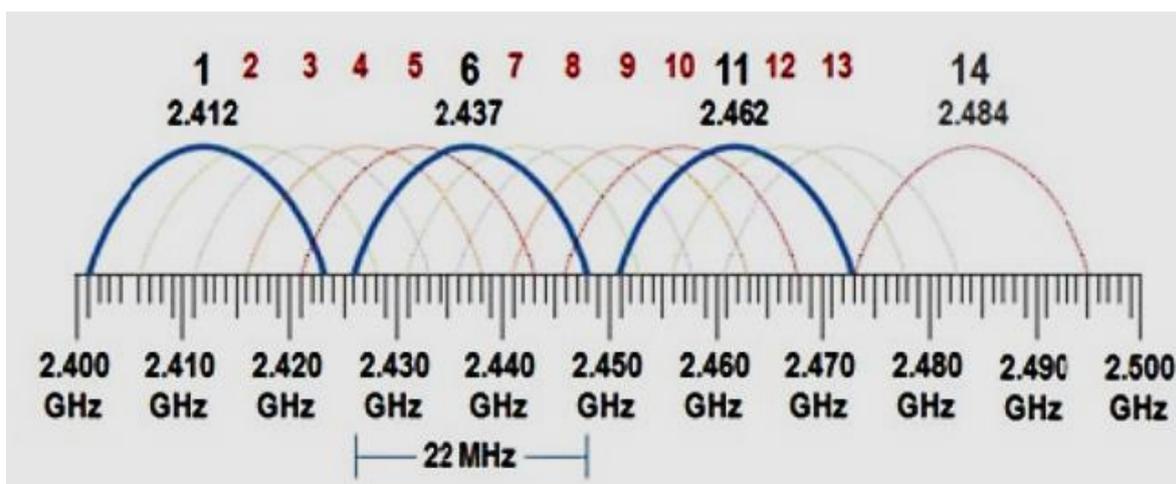


Figura 10. Canales banda de 2,4 GHz

Tomado de: (Hometech, 2010)

En este tipo de canales en edificios de alto tráfico o demanda no hay suficientes canales disponibles lo que puede provocar un inconveniente en su reutilización y en algunos casos se superponen Figura 11.

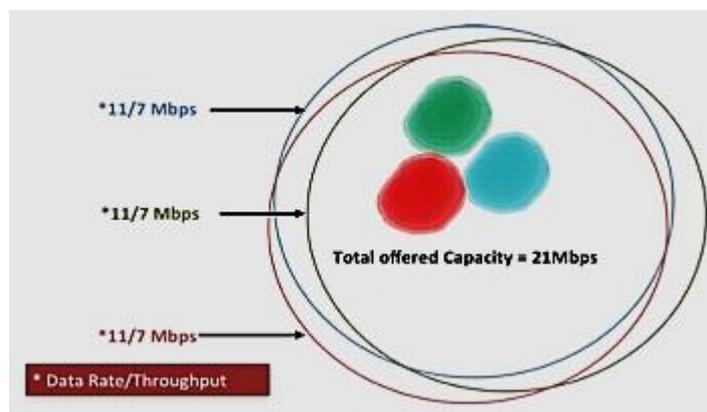


Figura 11. Capacidad de celdas de 2,4 MHz

Tomado de: (Cisco, 2013)

La banda de 5 GHz está conformada de cuatro bandas de frecuencia con 23 canales de 20 MHz, ofrece una mayor capacidad espectral mejorando las separaciones de los AP que están en el mismo canal y su reutilización de frecuencias mejora en lugares de alta densidad Figura 12.

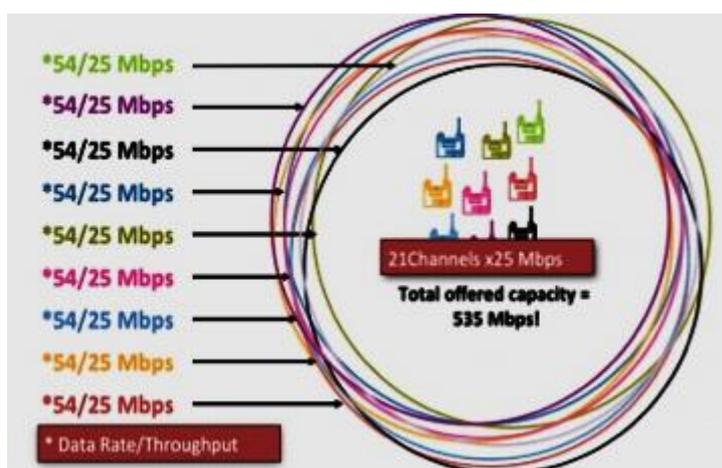


Figura 12. Canales banda 5 GHz.

Tomado de: (Homotech)

1.18.3 Antena en zonas de alto tráfico

Se utilizará AP con antena MIMO omnidireccional de baja ganancia ya que este tipo de dispositivos mejoran su rendimiento sin la necesidad de reutilización de canales en las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz, estas ofrecen una mejor cobertura tomando como referencias del suelo al techo reduciendo la interferencia de trayectos múltiples.

1.19 Antenas inteligentes

Las antenas inteligentes que hoy disponen los equipos inalámbricos irradian dinámicamente por medio de múltiples antenas en diferentes direcciones, están integrados con procesadores inteligentes que permiten una optimización de radiación óptima automáticamente.

En la Figura13 muestra dos tipos de antenas inteligentes como son: haz conmutado y arrays adaptativos

- Haz conmutado: con patrones finitos predeterminados y son sectoriales
- Arrays adaptativos: cuentan con un número infinito de patrones permitiendo un ajuste en los diagramas de radiación, mejorando las señales y minimizando las interferencias.

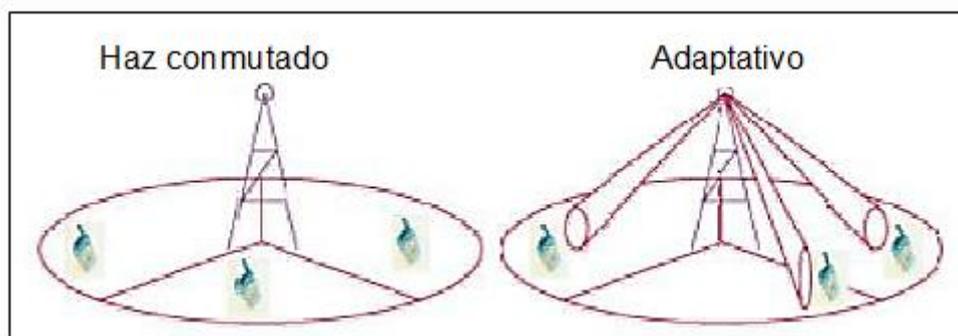


Figura 13. Antenas inteligentes

Fuente: (Nabarro, 2010)

1.20 Seguridad

La seguridad son procesos en donde los recursos de la información digital son protegidos, el objetivo de la seguridad es mantener la integridad, confidencialidad y garantizar la disponibilidad.

El uso frecuente de las redes inalámbricas aumentado los riesgos de seguridad, muchos de ellos son a la piratería y uso inadecuado de los recursos de la red.

El propósito fundamental de la seguridad es proteger la información, procesos de la red. La seguridad garantiza que los usuarios no puedan dañar datos, aplicaciones o entornos en sus sistemas operativos, esta también implica protección frente ataques malintencionados, controlar los efectos de los errores y fallos del equipo. (Cisco Systems, 2006)

1.20.1 Vulnerabilidades

Las WLAN son muy vulnerables a ataques, existen muchos puntos débiles en las configuraciones porque algunas empresas no utilizan configuraciones de seguridad WLAN en todos sus equipos, muchos de los dispositivos utilizan contraseñas de administración predeterminadas que son fáciles de conseguir por internet, muchas empresas no tienen políticas claras sobre las redes inalámbricas (Cisco, 2013). Las principales vulnerabilidades de seguridad 802.11:

- **Débil autenticación.** Los usuarios sin autorización puedan acceder a recursos no permitidos y ventajas de la red.

- **Cifrado débil de datos.** WEP (Wired Equivalent Privacy) es un medio ineficaz para el cifrado de datos, si este cifrado los usuarios pueden leer los datos cuando se transmiten por los medios inalámbricos.
- **No hay integridad del mensaje.** El valor de comprobación de la integridad ICV (Integrity Check Value) su ineficacia como medio para la integridad del mensaje, los usuarios puede modificar el contenido de la trama inalámbrica (Cisco Systems, 2006).

1.20.2 Ataques

Los métodos de ataque inalámbricos se pueden clasificar en tres categorías:

- **Reconocimiento:**
Es el descubrimiento y asignación no autorizada de sistemas conocidos como fingerprinting y precedes de un ataque de acceso o DoS.
- **Acceso:** Es la posibilidad de que un intruso que no disponga de autorización obtenga el acceso al dispositivo que no dispone de cuenta o contraseña, este implica la utilización de un script o una herramienta que analice la vulnerabilidad.
- **De negación de servicio (DoS, Denial of Service):** Este se presenta cuando un intruso corrompe redes, sistemas, deshabilita funciones con la intención de denegar el servicio a usuarios autorizados. Este implica un ataque con la ejecución de un script o herramienta automatizada (Cisco Systems, 2006).

1.20.3 Tecnologías de seguridad básicas en WLAN

La mayoría de incidentes de seguridad que se presentan en la red inalámbrica es porque los administradores no implementan adecuadamente las seguridades necesarias para sus sistemas.

La rueda de seguridad es un proceso que ayuda a la aplicación de medidas de seguridad de la red.

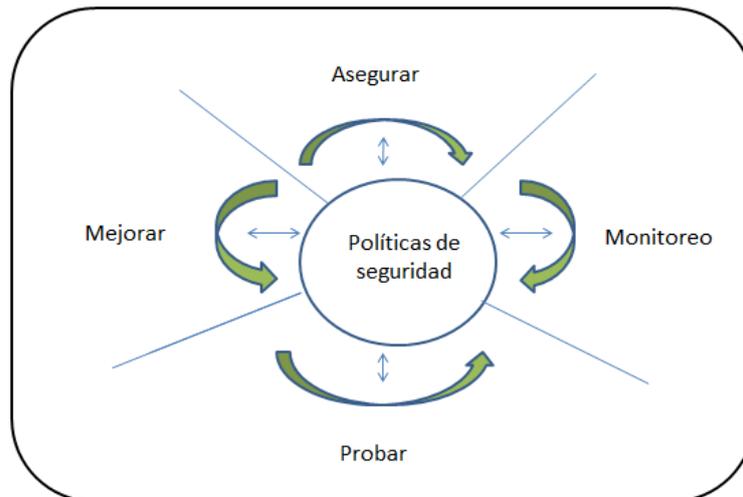


Figura 14. Rueda de seguridad de una Wlan

Tomado de: (Cisco Systems, 2006)

Los pasos de la Figura 14, está compuesta de cuatro pasos:

1.20.4 Asegurar.

Este primer paso se evita el acceso o actividades para la protección de información utilizando los siguientes parámetros:

- Autenticación 802.11x
- Encriptación
- Integridad
- Filtros
- VLAN y VPN
- Control de las áreas de cobertura
- Habilitación o deshabilitar de servicios.

1.20.5 Monitorear

- Detectar violaciones en las políticas de seguridad
- Auditorias periódicas de registros o intrusiones

1.20.6 Probar

Este paso valida la eficacia de la política de seguridad mediante las auditorias del sistema.

1.20.7 Mejorar

Implica las siguientes acciones:

- Recopila la información de los pasos de monitoreo y prueba mejorando la implementación de la WLAN
- Ajustes en las políticas de seguridad.

1.21 Autenticación

En la mayoría de APs es posible tener una autenticación o validación de acceso al dispositivo inalámbrico con o sin clave WEP

1.21.1 Modos de autenticación

- Abierta: no requiere autenticación al conectarse a la red inalámbrica
- Clave compartida: todos los dispositivos acceden a una red inalámbrica comparte una clave única.
- LEAP (protocolo ligero de autenticación extensible) desarrollado por Cisco con validación de usuario y clave. A nivel de usuario permite una longitud de 63 caracteres y la contraseña de 31.
- WPA-PSK/WPA2-PSK: Activa una clave pre compartida de acceso protegido Wi-Fi, utiliza una clave pre-compartida (PSK) de 8 o más caracteres de longitud, hasta un máximo de 63 caracteres (Cisco Systems, 2006).

1.21.2 Métodos de encriptación

La encriptación se utiliza para la encriptación de los datos a través de la red inalámbrica.

- WEP (privacidad equivalente al cable) este sistema utiliza el algoritmo RC4, sus llaves de seguridad para el cifrado pueden ser de 64 o 128 bits teóricos y en la práctica trabajan en 40 o 104 bits y utiliza 24bits para su vector de inicialización. Su funcionamiento se basa en una clave secreta compartida en todos los dispositivos y se emplea para cifrar los datos enviados, reduciendo el nivel de seguridad. (Spectralink, 2013)
- WPA (Protección de acceso a Wi-Fi): permite la interoperatividad entre productos de distintos fabricantes, trabaja bajo el estándar 802.11i y mejora su seguridad ante el problema presentado en WEP, diseñado para uso en servidores de autenticación,

este distribuye diferentes claves para cada usuario o se configura entregando una misma clave, pero de una manera menos segura. (Spectralink, 2013).

- WPA2: proporciona un mejor nivel de seguridad al administrador de red permitiendo que solo usuarios autorizados puedan acceder. Basado en 802.11i, está compuesto de dos versiones:
 - WPA2-personal: protege el acceso no autorizado de la red mediante contraseña.
 - WPA2-entreprice: Verificación del usuario desde un servidor.
- TKIP (Protocolo de integridad de clave temporal): Sustituye a WEP y da una mejor solución a los problemas de seguridad que tiene WEP.
- 802.11x: Encapsula los protocolos de autenticación sobre los protocolos en la capa de enlace y permite el protocolo de autenticación extensible (EAP) para la autenticación el estándar define en tres entidades:
 - El solicitante (dispositivo del usuario)
 - El autenticador (se establece en el AP)
 - Servidor de autenticación se encuentra ubicado en el servidor AAA (Authentication, Authorization, Accounting) RADIUS

EAP comprende 4 tipos e mensajes:

- Petición: envío de mensajes desde el AP al usuario
- Respuesta: envío de mensaje del usuario al AP
- Éxito: permiso emitido por el AP
- Fallo: permiso denegado por el AP

1.21.3 Protocolos de autenticación

1.21.3.1 PAP

Protocolo de Autenticación de Palabra Clave, consta de dos etapas:

- El emisor solicita acceso al sistema con un envío de identificación de autenticación y una palabra clave.
- El sistema valida la identificación solicitada por el emisor y permite o no el acceso al usuario.

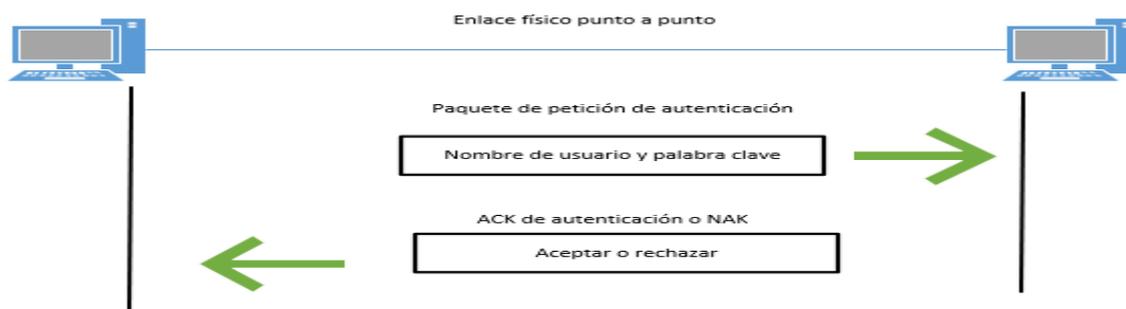


Figura 15 Protocolo PAP

1.21.3.2 CHAP

Protocolo de autenticación por Desafío (CHAP) ofrece más seguridad que el protocolo PAP, específicamente si el valor de desafío cambia constantemente, en este método la palabra clave se almacena de forma secreta y nunca se envía. Este está compuesto de tres fases:

- Envía al usuario un paquete de desafío que contiene un determinado valor, está compuesto de algunos Bytes.
- El usuario aplica una determinada función predefinida que torna el valor del desafío, la palabra clave y crea un resultado, el usuario envía el paquete de respuesta al sistema.
- El sistema realiza el mismo proceso, aplica la función a la palabra clave del usuario y el valor del desafío para crear, el resultado se compara el paquete enviado y el recibido se concede respuesta y se permite el acceso , caso contrario de niega el mismo.

1.22 Calidad de servicio (QoS)

En las redes WLAN presentan problemas en el tráfico de datos, tales como la disponibilidad de ancho de banda, para esto se debe controlar los datos enviados como la voz, video y datos enviados por la red, el concepto de QoS facilita la comunicación de voz más suave, señal de video sin retardos y entrega segura de archivos configurados como prioridad. QoS garantiza el cumplimiento de niveles de servicio que interactúan entre el administrador de la red y los usuarios (Cisco Systems, 2006).

La CoS (Class of Service) utiliza el estándar 802.1P para establecer los campos de prioridad dentro del paquete.

Tabla 5. Calidad de servicio Ethernet 802.1Q

Clase de servicio (CoS)	Aplicacion	Descripción
7	Reservada	reservada para tráfico de l ared
6	Reservada	reservada para tráfico de l ared
5	Portadora de voz	Tráfico mas sensible en cuanto al tiempo VoIP
4	Videoconferencia	Segundo tráfico mas sensible en cuanto al tiempo video
3	Señalización de llamada	señalización de llamada
2	Datos de alta prioridad	Utilizada para aplicaciones empresariales
1	Datos de prioridad media	Prioridad media como e-mail
0	Datos de maximo esfuerzo	Navegación para Web

Los objetivos más importantes de QoS son:

- Control de recursos
- Eficiencia en los recursos de red
- Menor latencia.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

Para el desarrollo del rediseño de la red inalámbrica de la Universidad de la Américas se utilizara la metodología de diseño de redes descendente (Top Down Network Design) de cisco Figura 14.

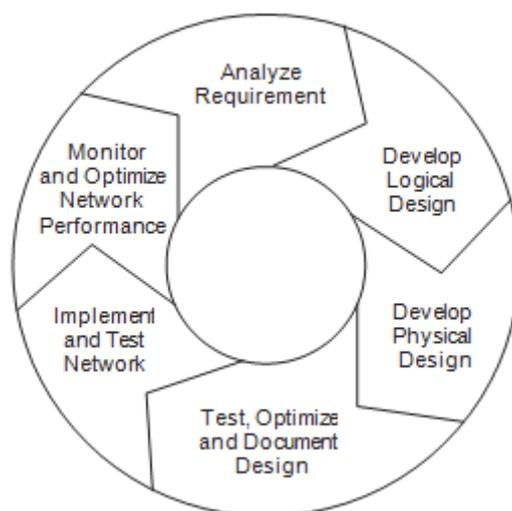


Figura 16. Diseño de red y ciclo de implementación.

Tomado de :(Priscilla Oppenheimer, 2010)

Según Huerta, M. (2009), “El objetivo principal de esta metodología es tratar de representar con mayor precisión las necesidades del usuario que desafortunadamente suelen ser ignorados. Otro objetivo es mantener el proyecto manejable dividiéndolo en módulos que puede ser mantenido y modificado fácilmente”.

Para este análisis la dividiremos en cuatro fases como son: Análisis de requerimientos, diseño lógico de la red, diseño físico de la red y documentación.

1.23 Análisis de requerimientos

1.23.1 Situación actual

De acuerdo a plan estratégico 2015 – 2019 aprobado el 13 de mayo del 2015, en el que se analiza la proyección que tiene la universidad hasta el 2019 y en la cual se detallan los contenidos más importantes referente al crecimiento de la universidad y los avances que ha tenido en estos años.

1.23.2 Misión

Formar personas comprometidas, emprendedoras, exitosas y con visión internacional – global, comprometidas con la sociedad y basadas en principios y valores éticos.

1.23.3 Visión

Crear un modelo de referencia para la educación superior ecuatoriana; construir una comunidad universitaria orgullosa y comprometida con el país buscando de manera constante, la realización personal y profesional de sus miembros y mantenerse permanentemente integrada a la comunidad académica internacional.

1.24 Análisis situacional de la Universidad de Las Américas

Durante estos diez años la Universidad de las Américas se ha incrementado su población estudiantil significativamente gracias a las propuestas académicas que esta impulsa, inicialmente con 206 alumnos en el año 1994 y en el 2015 con 14.811 en el último periodo 2016 –10, Figura 17, como también se muestra la Tabla 6 del número de estudiantes por sede en el periodo 2016-10.

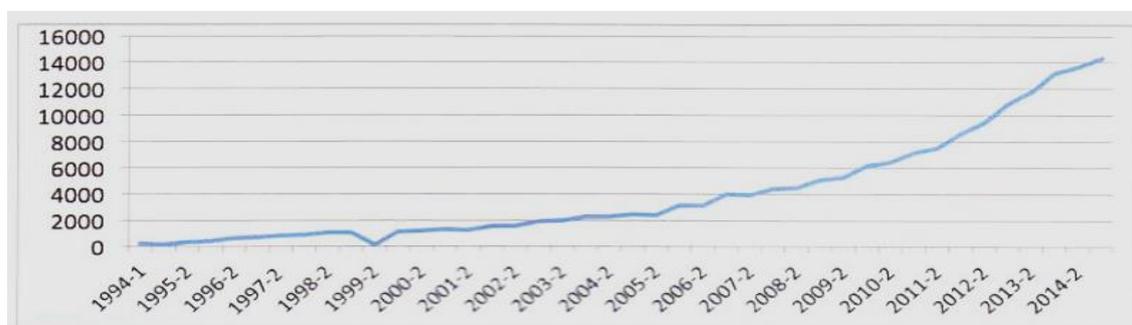


Figura 17. Crecimiento de estudiantes UDLA

Tabla 6. Estudiantes por sede

Estudiantes por Sede periodo 2016-10			
Queri	UDLApark	Granados	Colón
6356	4741	4307	1339

Para este análisis se debe considerar el crecimiento a nivel administrativo como de docentes a tiempo completos y parciales (Figura 18 y 19).

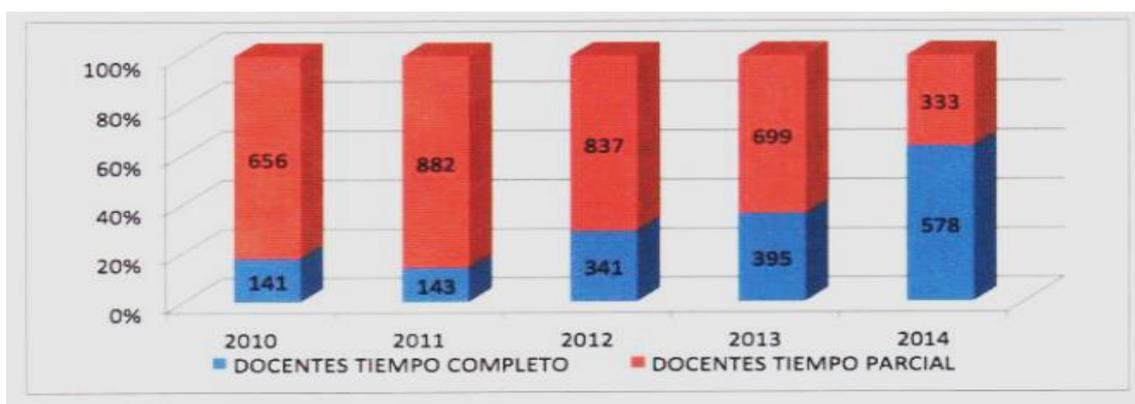


Figura 18. Cantidad de docentes

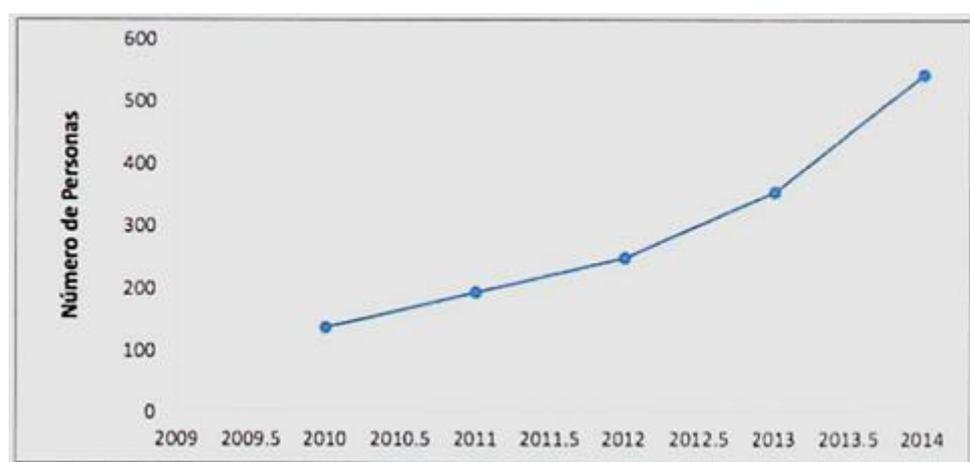


Figura 19. Personal Administrativo

Dentro de los objetivos estratégicos que se plantea es mejorar la gestión operacional para una correcta eficiencia de recursos como son:

- Implementar alianzas estratégicas institucionales en áreas de tecnología.
- Optimizar los procesos de selección de proyectos tecnológicos.
- Proveer herramientas tecnológicas enfocadas a la colaboración, automatización y comunicación.
- Estandarizar y optimizar los procesos de aprovisionamiento de hardware y software.
- Proveer acceso de internet gratis, abierto y funcional en todas las instalaciones de la universidad.
- Ser referente en implementación de servicios tecnológicos innovadores.

Fuente: Plan estratégico 2015 – 2019 UDLA.

1.25 Crecimiento en infraestructura

En el año 1996 el campus Colón agrupaba a todo el alumnado, el crecimiento exponencial en cada año provocó la implementación de nuevos campus, como son Granados, Queri, Nono y en este último año el recientemente inaugurado UdlaPark.

Tabla 7. Crecimiento en infraestructura.

CAMPUS	EDIFICIOS	AREA TERRENO CONSTRUCCION	AÑO
Colón	1	4.502 m ²	1996
Granados	1	27.288 m ²	2010
Queri	8	14.479 m ²	2012
Nono	1	46 ha	2012
UDLAPark	1	33.288 m ²	2014

Este crecimiento que se ha desarrollado en estos años ha provocado que los diseños iniciales de la red inalámbrica se vean afectados, no solo en el número de dispositivos inalámbricos (APs) que poseen, sino también en el grado de conexiones simultáneas que se tiene diaria mente.

1.26 Visión General del orgánico funcional de la UDLA

Se describe el organigrama funcional de la UDLA Figura 18, en la cual se pueden identificar las áreas principales:

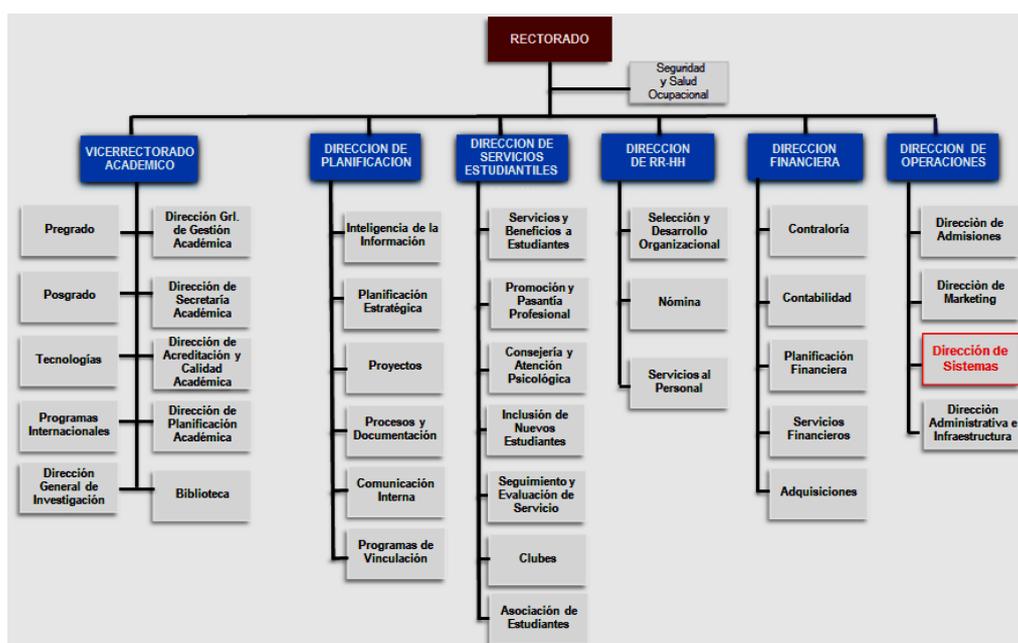


Figura 20. Organigrama UDLA

1.27 Dirección de Sistemas de la UDLA

La Dirección TI es la encargada de administrar todos los servicios tecnológicos tanto de hardware y software para el manejo de datos e información de toda la UDLA. Básicamente el departamento de Tecnologías de la información que se encarga del monitoreo constante de la red inalámbrica. El organigrama se muestra en la Figura 21.



Figura 21. Organigrama Dirección de TI – UDLA

1.28 Situación de la red inalámbrica

La Universidad de Las Américas en sus inicios tenía implementado una red inalámbrica de área local (WLAN) en sus instalaciones con antenas unidireccionales instaladas solamente

en áreas como oficinas de decanatos, coordinadores y áreas donde el servicio requería, pero no contaba con una cobertura muy amplia y dependía de las características de los dispositivos que en su momento estaban incursionando manejando estándares 802.11 a y b. Actualmente la UDLA ha tenido un crecimiento muy amplio con nuevas sedes como son Granados, Queri y la reciente UDLAPark, sin descuidar la remodelación integral que tuvo hace pocos años la sede Colón y el crecimiento exponencial de estudiantes, docentes y personal administrativo que cada año aumenta.

Estos incrementos que se han venido dando, generan mayor penetración y demanda de la red inalámbrica, la mayoría de los estudiantes cuentan como mínimo con dos o tres dispositivos como son: computadores, teléfonos inteligentes, tablets, etc. Lo anterior hace que la red inalámbrica se torne lenta y su rendimiento no sea óptimo, debido a que las antenas se encuentran saturadas, por características propias de los dispositivos solo pueden conectarse un número limitado de usuarios.

La UDLA ante el incremento de usuarios incrementó en algunas sedes sus APs para mejorar el servicio de la red inalámbrica; sin embargo no se ha cubierto en su totalidad, es necesario el incremento de las mismas pero con los equipos que se tiene se puede sacar un mayor rendimiento en sus configuraciones con una mejor reestructuración en sus esquemas y accesos.

1.29 Definición del problema

Los campus que formarán parte de este estudio serán: Colón, Granados y Queri; no se considerará el nuevo campus UDLAPark ya que es un edificio nuevo y cuenta con un esquema de red diferente al que se presenta en los demás.

Los tres campus cuentan con grandes áreas lo que hace imposible tener una cobertura total, hay puntos ciegos debido a que la potencia no es efectiva para cubrir determinadas áreas.

Estos problemas que se presentan constantemente en los usuarios cuando se movilizan en el campus pierden desconexión y deben nuevamente conectarse. Tomando en cuenta que hoy en día el uso frecuente del internet y el manejo de plataformas virtuales como parte del aprendizaje del estudiante, la red inalámbrica se torna en muchos casos indispensable para el uso diario de estos servicios.

El servicio que se debe ofrecer debe tener una buena señal y movilidad abarcando una mayor área en la manera de lo posible, de tal manera que se requiere una nueva reestructuración y configuración de la red inalámbrica.

1.30 Población y muestra.

Uno de los aspectos que se considerará en este análisis es la realización de una encuesta en la que se determinará la opinión del usuario (estudiantes, docentes y personal administrativo) en el uso de la red inalámbrica que corresponden al universo de esta investigación, para los cálculos de la muestra (n), se utilizará la fórmula para las poblaciones finitas, tomando como referencia el universo UDLA antes descrito. Total, de población para este cálculo 14000. Tomado como referencia para un periodo julio 2015 – marzo 2016.

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{E^2 (N - 1) + Z^2 * P * Q} \quad \text{(Ecuación 1)}$$

Dónde:

n= número de elementos de la muestra

N = población (estudiantes, docentes, administrativos)

P = probabilidad de éxito = 50 %

q = fracaso = 50%

Z= nivel de confianza = 2

e= error = 5%

$$n = 4(13500)*(50)*(50) / 5^2*(13500-1)+4(50)*(50)= 389$$

Donde n = 389 muestra a tomar

Nota: Cuando los valores de P y Q sean desconocidos o cuando la encuesta abarque diferentes aspectos en donde los valores pueden ser desiguales, aquel que necesite el máximo tamaño de la muestra, $P=Q = 50$ la probabilidad.

1.31 Análisis de la encuesta

Para esta encuesta se realizó un formulario en google-docs vía online y de manera manual bajo el mismo esquema de preguntas, el formulario se encuentra en el anexo 3.

Para esta muestra el nivel de encuestados (estudiantes, docentes y administrativos) se concentran en los campus: Colón, Granados y Queri. De los datos obtenidos se determinó que el 78% de los encuestados usan frecuentemente la red inalámbrica, los trabajos académicos como uso obligatorio de aulas virtuales son una herramienta diaria de uso frecuente, como también los servicios que brinda la universidad como son biblioteca, sumar, consulta de notas, etc. son los más utilizados por parte de los estudiantes, docentes y personal administrativo. Se determinó que la mayor cantidad de dispositivos que se conectan a la red inalámbrica están los teléfonos inteligentes y en un segundo lugar las computadoras portátiles.

1.32 Infraestructura inalámbrica

Dentro de la infraestructura inalámbrica que tiene la universidad en sus diferentes campus y que son parte de este estudio, analizaremos la cantidad de dispositivos que tiene cada campus. En las siguientes secciones se determinará: campus o sede, modelo de la controladora inalámbrica (Wireless LAN Controller (WLC) en donde los dispositivos inalámbricos están conectados, marca y modelo del Access Point (AP) y cantidad de dispositivos que contienen.

Nota: Por seguridad de la información y políticas internas de la Universidad solo se enunciará los detalles más importantes para este estudio y en algunos de los casos sus nombres serán cambiados.

1.32.1 Campus Queri:

Este campus está compuesto de 8 edificios independientes, en cada uno se encuentran un número determinado de APs, los cuales se detallan en la siguiente Tabla 9:

Tabla 8. Descripción de APs campus Queri

Sede	WLC	Marca	AP modelo	Cantidad
Queri	4402 (2)	Cisco	AIR-LAP1141N-A-K9	6
	5508	Cisco	AIR-CAP1602I-A-K9	14
		Cisco	AIR-CAP3602E-A-K9	16
			AIR-LAP1141N-A-K9	16
	1106	Ruckus	zf7372	10
			zf7055	2
			Total	64

1.32.2 Campus Granados:

En el edificio de la sede granados se detallan los tipos de AP que se tiene instalado en sus diferentes pisos y se detallan en la Tabla19:

Tabla 9. Descripción de AP campus Granados

Sede	WLC	Marca	AP modelo	Cantidad
Granados	4402 (1)	Cisco	AIR-LAP1131AG-A-K9	10
			AIR-LAP1141N-A-K9	7
	4402 (2)	Cisco	AIR-LAP1131AG-A-K9	13
	5508	Cisco	AIR-LAP1131AG-A-K9	6
			AIR-LAP1141N-A-K9	4
			AIR-CAP1602I-A-K9	4
			AIR-CAP3602E-A-K9	4
				Total

Tomado de: Sistemas UDLA

1.32.3 Campus Colón:

Está compuesto de dos bloques, en el primero están los laboratorios de odontología y en el segundo aulas y laboratorios de computación, los APs instalados se describen en la Tabla 10.

Tabla 10. Descripción de antenas inalámbricas campus Colón

Sede	WLC	Marca	AP modelo	Cantidad
Colón	2504	Cisco	AIR-LAP1141N-A-K9	3
			AIR-CAP1602I-A-K9	4
			AIR-CAP3602E-A-K9	1
	2121	Cisco	AIR-LAP1252G-A-K9	6
			AIR-LAP1141N-A-K9	6
			Total	20

Tomado de: Sistemas Udla

1.33 Mediciones del estado de las redes inalámbricas

Se realizaron algunas muestras que ayudarán a tener una visión más clara del estado de la red inalámbrica. La Figura 20 muestra el tráfico de downstream (bajada) y upstream (subida) en el periodo 2015 – 2016. Estas muestras se obtuvieron de la plataforma de monitoreo de cisco prime, una plataforma que dispone la universidad para la obtención de estos datos.

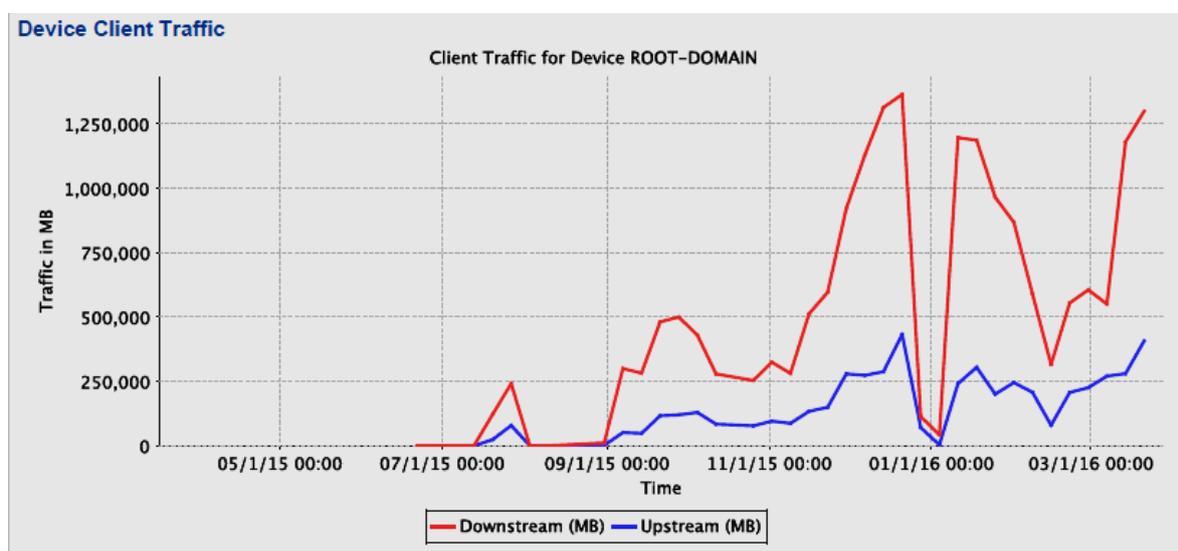


Figura 22. Medición del tráfico de la red

Se visualiza el tráfico que generan los clientes en una muestra tomada en un año, como se puede observar el pico más alto se tuvo en el periodo académico 2016-10 en donde inicia en el mes de septiembre y termina en febrero, este incremento aumentó ya que se implanto como política de la universidad el uso de aulas virtuales que en la actualidad se cuenta con 4000 aulas, en donde el uso frecuente de los estudiantes es diario para sus entregas de trabajos, exámenes, notas, etc. Hacen que el uso de la red inalámbrica tenga un impacto considerable. En la Tabla 11, muestra en cifras analizadas en ese periodo de un año, el pico más alto está en el mes de diciembre y marzo fecha de exámenes de progreso 1 e inicio de clases del periodo 2016-20, como podemos evidenciar que la utilización y el uso frecuente del servicio de la red inalámbrica aumentado considerablemente.

Tabla 11. Tráfico de subida y bajada

Device Client Traffic		
EventTime	Upstream (MB)	Downstream (MB)
Sun Jun 21 23:59:59 UTC 2015	0.0	0.0
Sun Jun 28 23:59:59 UTC 2015	0.0	0.0
Sun Jul 05 23:59:59 UTC 2015	0.0	0.0
Sun Jul 12 23:59:59 UTC 2015	0.0	0.0
Sun Jul 19 23:59:59 UTC 2015	23571.48	121266.61
Sun Jul 26 23:59:59 UTC 2015	78402.43	241242.11
Sun Aug 02 23:59:59 UTC 2015	0.0	0.0
Sun Aug 09 23:59:59 UTC 2015	0.0	0.0
Sun Aug 30 23:59:59 UTC 2015	1189.68	10888.8
Sun Sep 06 23:59:59 UTC 2015	50908.2	299501.39
Sun Sep 13 23:59:59 UTC 2015	47906.99	281831.3
Sun Sep 20 23:59:59 UTC 2015	116068.62	480954.32
Sun Sep 27 23:59:59 UTC 2015	119705.06	499310.79
Sun Oct 04 23:59:59 UTC 2015	128943.08	429495.31
Sun Oct 11 23:59:59 UTC 2015	83806.47	278662.98
Sun Oct 25 23:59:59 UTC 2015	77111.98	253204.95
Sun Nov 01 23:59:59 UTC 2015	95246.28	324152.12
Sun Nov 08 23:59:59 UTC 2015	86687.74	280830.86
Sun Nov 15 23:59:59 UTC 2015	133466.83	512220.21
Sun Nov 22 23:59:59 UTC 2015	148994.36	595867.69
Sun Nov 29 23:59:59 UTC 2015	278843.92	921256.46
Sun Dec 06 23:59:59 UTC 2015	273403.37	1129608.79
Sun Dec 13 23:59:59 UTC 2015	287349.84	1314001.54
Sun Dec 20 23:59:59 UTC 2015	432236.29	1364269.43
Sun Dec 27 23:59:59 UTC 2015	70269.37	112450.29
Sun Jan 03 23:59:59 UTC 2016	3105.05	42495.51
Sun Jan 10 23:59:59 UTC 2016	241284.91	1196393.64

Sun Jan 17 23:59:59 UTC 2016	304091.78	1186455.04
Sun Jan 24 23:59:59 UTC 2016	200273.51	964665.26
Sun Jan 31 23:59:59 UTC 2016	244956.06	867816.52
Sun Feb 07 23:59:59 UTC 2016	207368.64	589524.43
Sun Feb 14 23:59:59 UTC 2016	79291.55	315257.39
Sun Feb 21 23:59:59 UTC 2016	206675.12	554012.33
Sun Feb 28 23:59:59 UTC 2016	225244.37	605281.12
Sun Mar 06 23:59:59 UTC 2016	270343.5	549851.78
Sun Mar 13 23:59:59 UTC 2016	279749.29	1180118.61
Sun Mar 20 23:59:59 UTC 2016	406982.83	1299172.34

En la siguiente Tabla 12, se muestra la utilización en porcentaje de cada AP por campus.

1.33.1 Campus Colón:

Tabla 12. Porcentaje utilización AP Colón

Porcentaje de utilización AP Colón		
AP campus Colón	Radio Type	Peak Channel Utilization (Percentage)
CP2	802.11b/g/n	95
CP2-1	802.11a/n	91
CP1-DOC	802.11b/g/n	100
CP1-DOC1	802.11a/n	76
CPB-CLI	802.11b/g/n	96
CPB-CLI-1	802.11a/n	78
CP2-2	802.11b/g/n	92
CP1-LABA	802.11b/g/n	98
CP1-LABB	802.11a/n	78
CA945	802.11b/g/n	95
CA945A	802.11a/n	91
CP1-DEC	802.11b/g/n	95
CP1-DECA	802.11a/n	81
CPBREC	802.11b/g/n	100
CPBRECB	802.11a/n	84
CB3355	802.11b/g/n	100
CB3355B	802.11a/n	85
CA645	802.11b/g/n	95
CA645B	802.11a/n	91
CS1AL	802.11b/g/n	92
CS1ALB	802.11a/n	89
CP1806	802.11b/g/n	94
CPB605	802.11b/g/n	95
CPBCOFF	802.11b/g/n	95
CPBBB	802.11b/g/n	90
CP1206	802.11b/g/n	92

Como podemos observar en los porcentajes en cada uno de los AP están en un rango entre 85 y 100 por ciento, con estos valores obtenidos están trabajando en su capacidad máxima, provocando que muchos de los usuarios no puedan conectarse.

1.33.2 Campus Queri

Se puede apreciar que en los diferentes bloques el porcentaje de utilización de los APs es muy alto están entre los rangos de 85 al 100 % en la Tabla 13, lo que se puede determinar que en cada bloque la demanda es muy alta, tomado en cuenta que este campus tienen el mayor número de usuarios.

Tabla 13 Porcentaje utilización AP Queri

Porcentaje de utilización AP QUERI		
AP campus Queri	Radio Type	Peak Channel Utilization (Percentage)
QB6P3A	802.11b/g	97
QB6P3B	802.11a	80
QB6P3C	802.11b/g	91
QB6P3D	802.11a	49
QB6P3E	802.11b/g	93
QB6P3F	802.11a	71
QB3P1G	802.11b/g/n	89
QB3P1GA	802.11a/n	88
QB1P1C	802.11b/g/n	90
QB1P1CA	802.11a/n	88
QB2P1A	802.11b/g/n	96
QB2P1B	802.11a/n	91
QB6P1AU1	802.11b/g/n	100
QB6P1AU2	802.11a/n	66
QB6P1AU3	802.11b/g/n	100
QB6P1AU4	802.11a/n	92
QB3PBA	802.11b/g/n	94
QB3PBB	802.11a/n	93
QB3PBC	802.11b/g/n	100
QB3PBD	802.11a/n	91
QB1PBN	802.11b/g/n	100
QB1PBNA	802.11a/n	89
QB4P1A	802.11b/g/n	94
QB4P1B	802.11a/n	90
QB5P1N	802.11b/g/n	88
QB5P1NA	802.11b/g/n	90
QB4PBS	802.11b/g/n	91
QB5S1A	802.11b/g/n	85
QB5PBA	802.11b/g/n	88
QB5P1A	802.11b/g/n	92
QB4PBN	802.11b/g/n	89
QB5S1N	802.11b/g/n	89
QB4P1N	802.11b/g/n	89
QB4S1S	802.11b/g/n	88
QB4S1N	802.11b/g/n	87
QB4P1S	802.11b/g/n	86
QB7P1A	802.11b/g/n	94
QB7P1B	802.11a/n	90
QB2PBCOFF	802.11b/g/n	96
QB2PBCOFFA	802.11a/n	87

1.33.3 Campus Granados

En los campus granados podemos evidenciar que la utilización de los APs está en un rango entre 80 y 100 Figura 23, en este edificio se tiene un mayor número de APs ya que en sus inicios era el campus principal antes de la construcción de los demás campus. Pero a pesar que la carga de usuarios ha disminuido los mismos pasan saturados. Los datos referenciales están en el Anexo 1.

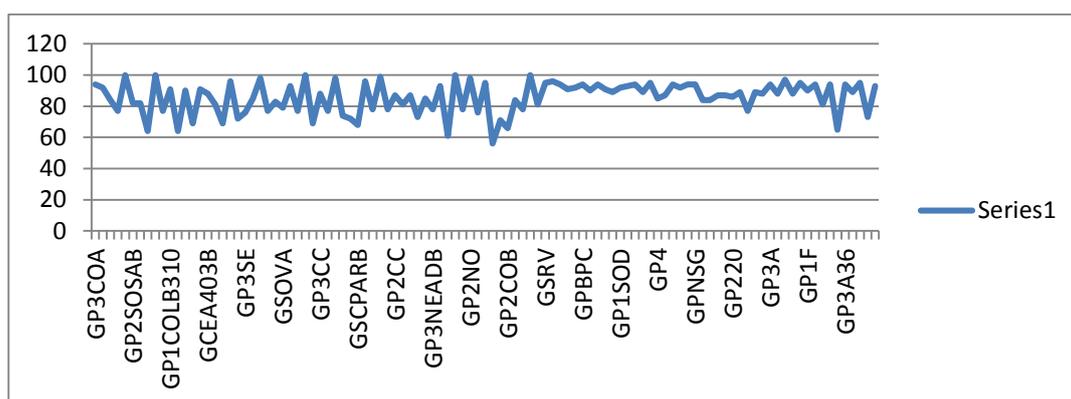


Figura 23. Porcentaje utilización AP Granados.

Tomado de: sistemas UDLA

Los datos obtenidos se concentran en controladoras Tabla 15, en donde se realiza el monitoreo de la red inalámbrica, dependiendo de las características técnicas de la controladora están agrupados los APs. Esta ayudará a verificar su correcto funcionamiento y ver sus configuraciones y agregar las VLAN a las que se están conectando como también realizar cualquier tipo de restricción que se requiera.

Tabla 14 Detalle de las controladoras para APs.

MODELO	SEDE
Cisco 2106 Wireless LAN Controller	Colón
Cisco 2504 Wireless LAN Controller	Colón
Cisco 4402 Wireless LAN Controller	Granados
Cisco 4402 Wireless LAN Controller	Granados
Cisco 5508 Wireless LAN Controller	Granados

1.34 Capacidad de la red Inalámbrica.

Se analizará la capacidad que requiere la red para soportar las aplicaciones más frecuentes que se utilizan como son: voz, video y datos (Web, Correo electrónico, FTP, VoIP, etc) las cuales se segmentara en cinco redes principales como son:

- a) Red Inalámbrica Autoridades: esta red será utilizada exclusivamente para autoridades como Rector, vicerrector, decanos. Directores, la definición del nombre y características de seguridad serán definidas por el área de infraestructura se recomienda que se encuentre oculta.
- b) Red Administrativa: será de uso exclusivo para el personal administrativo de la institución y de uso estrictamente laboral, en la cual tendrá ciertas restricciones como: acceso a redes sociales, música on line, videos, etc.
- c) Red Docentes: Enfocada a docentes de tiempo completo y parcial.
- d) Red Estudiantil: en esta red los estudiantes tendrán acceso libre, pero con ciertas restricciones de navegación a páginas pornográficas, sitios de descargas, páginas de eventos deportivos y películas, etc.
- e) Red Eventos: Su utilización será netamente para eventos relacionados con la universidad y arrendados para el público general.

De esta forma se tendrá para las tres primeras redes una validación por Active Directory para el ingreso de cada red de manera de garantizar a una red segura y protegiendo la seguridad de contenidos.

1.35 Cobertura actual de las antenas

Para realizar un levantamiento y rediseño de la situación actual del estado de cobertura de las antenas de la UDLA, se utilizará el software de HP – HPE Intelligent Management Center (IMC), nos ayudará a tener un esquema global de la situación de los dispositivos inalámbricos, como también para el rediseño del nuevo esquema propuesto.

1.35.1 Configuración software de simulación HPE

Para iniciar la configuración y análisis de las zonas de cobertura de las antenas seguiremos los siguientes pasos:

1. Para la configuración debemos iniciar los servicios para que todas las herramientas necesarias y librerías se habiliten, dentro de la aplicación Intelligent Deployment Monitoring Agent Iniciamos el servicio del IMC Figura 24.

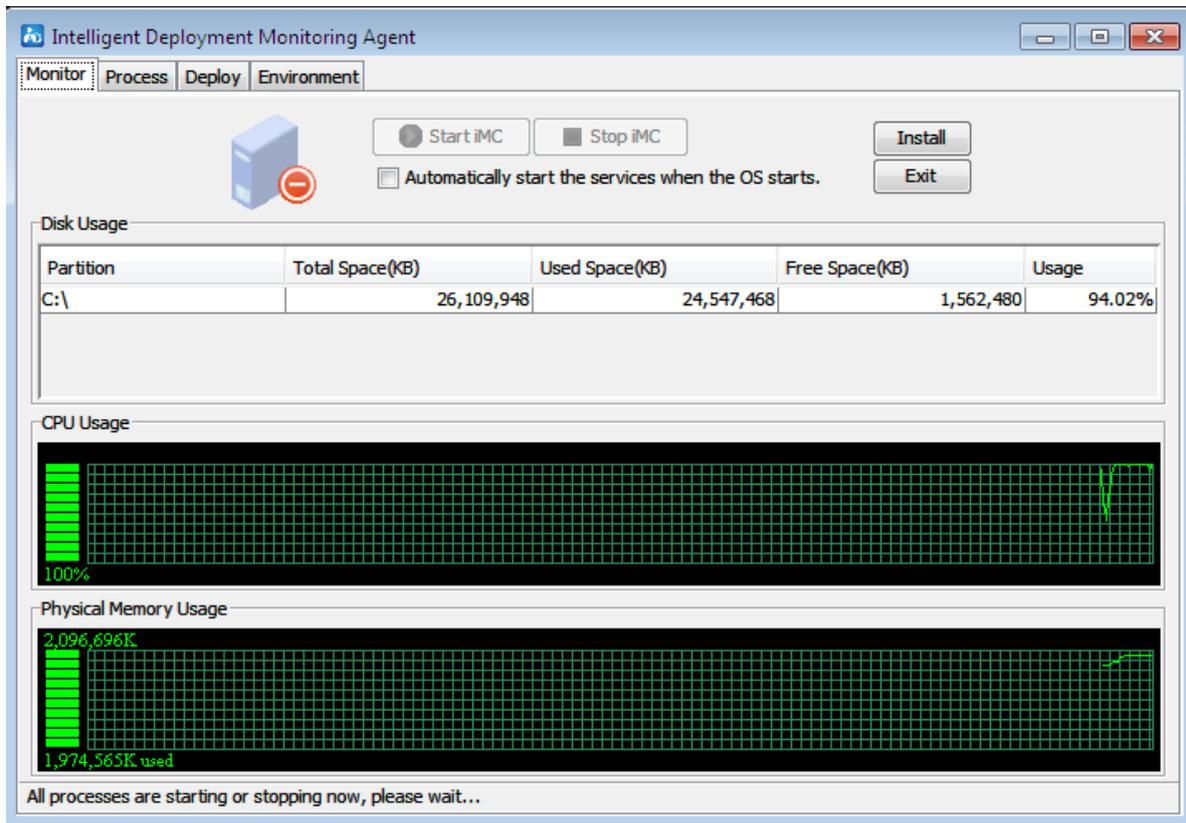


Figura 24 Inicialización de servicios HPE

2. Verificamos que todos los servicios y librerías se habiliten, esta se puede visualizar en la pestaña "Process" Figura 25. Es importante que todas se habiliten para un correcto funcionamiento al momento de la simulación.

Process	Status	Location	CPU(%)	MEM(KB)	Start Time	Type	Startup ...
dbman.exe	Started	Local Host	0	4,820	2017-01-30 16:32:41	Core Process	Auto
imcaddm.exe	Started	Local Host	0	15,032	2017-01-30 16:32:49	Manageable...	Auto
imccfgbakdm.exe	Started	Local Host	0	14,844	2017-01-30 16:32:47	Manageable...	Auto
imccmdmgrdm.exe	Started	Local Host	0	14,168	2017-01-30 16:32:46	Manageable...	Auto
imcfauldm.exe	Started	Local Host	0	18,288	2017-01-30 16:34:10	Manageable...	Auto
imccicdm.exe	Started	Local Host	0	12,496	2017-01-30 16:32:47	Manageable...	Auto
imcinventorydm.exe	Started	Local Host	0	13,268	2017-01-30 16:32:50	Manageable...	Auto
imcjobmgrdm.exe	Started	Local Host	0	13,488	2017-01-30 16:34:10	Manageable...	Auto
imd2topodm.exe	Started	Local Host	0	17,516	2017-01-30 16:32:46	Manageable...	Auto
imcnetresdm.exe	Started	Local Host	0	23,100	2017-01-30 16:32:46	Manageable...	Auto
imcperfdm.exe	Started	Local Host	0	18,432	2017-01-30 16:34:10	Manageable...	Auto
imcsyslogdm.exe	Started	Local Host	0	13,152	2017-01-30 16:32:51	Manageable...	Auto
imcupgdm.exe	Started	Local Host	0	15,984	2017-01-30 16:32:47	Manageable...	Auto
imcvlandm.exe	Started	Local Host	0	15,152	2017-01-30 16:32:51	Manageable...	Auto
imcvnmdm.exe	Started	Local Host	0	21,232	2017-01-30 16:32:53	Manageable...	Auto
imcvxandm.exe	Started	Local Host	0	24,996	2017-01-30 16:32:54	Manageable...	Auto
imcwippsdm.exe	Started	Local Host	0	17,580	2017-01-30 16:32:57	Manageable...	Auto
imcwlandm.exe	Started	Local Host	0	41,624	2017-01-30 16:34:10	Manageable...	Auto
imcwlanperfdm.exe	Started	Local Host	0	27,060	2017-01-30 16:32:56	Manageable...	Auto
img.exe	Started	Local Host	0	5,548	2017-01-30 16:32:41	Core Process	Auto

Figura 25. Proceso de inicialización de servicios

- Una vez habilitado del servicio ingresamos desde el navegador WEB a la consola de administración del IMC

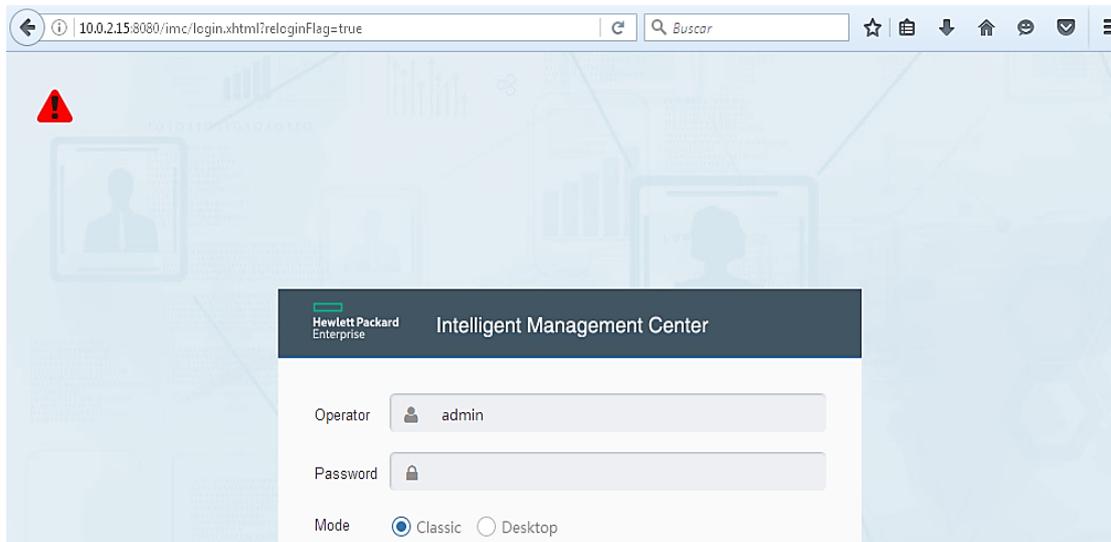


Figura 26. Portal web del IMC

- Dentro de la consola seleccionamos SERVICES – WLAN Manager, en esta ventana nos guiará paso a paso para agregar los mapas y los diagramas de cobertura estas son: locación, topología, escalas y la característica desde la estructura que debemos considerar como paredes, piso, ventanas, etc.

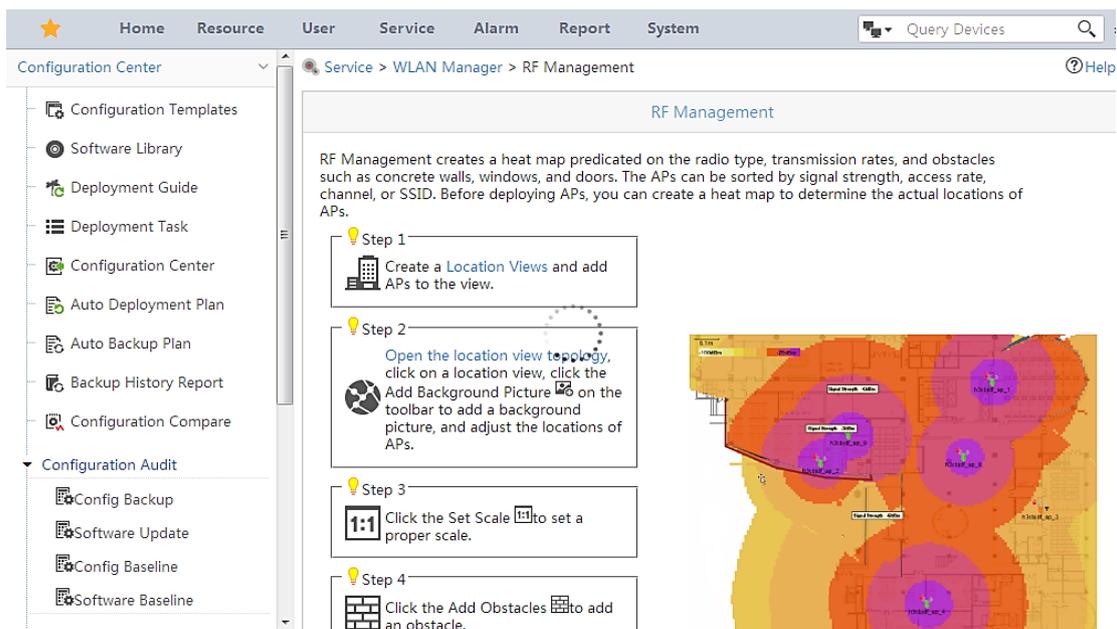


Figura 27 Panel principal de la consola HPE

- Dentro de la ubicación configuramos el campus al que realizaremos el análisis, como ejemplo tomaremos el campus Granados.

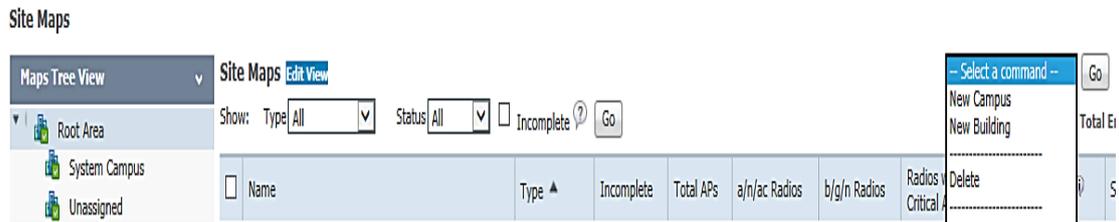


Figura 28 Configuración del campus.

- Colocamos el nombre del campus, configuramos el piso que corresponde y agregamos el plano estructural (PDF) del mapa que vamos a realizar el estado de cobertura.



Figura 29 Creación de ubicación o campus

- Una vez configurado mostrará una descripción del mapa asignado para el análisis.

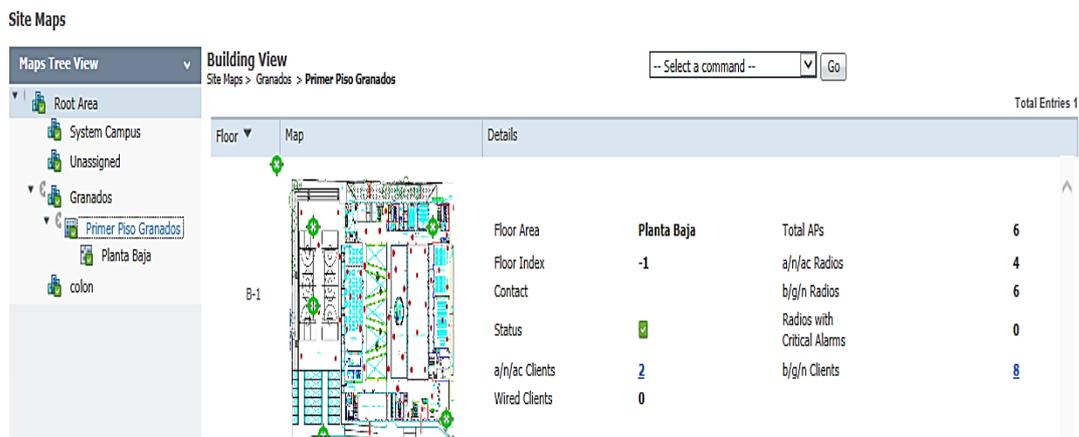


Figura 30 Descripción del mapa asignado

8. Una vez cargado el mapa seleccionamos el AP que agregaremos al mapa de acuerdo a su ubicación física en que se encuentra.



Figura 31 Añadir APs al mapa

9. Agregados los AP ubicamos al mapa procedemos a ubicar de acuerdo a su necesidad y parámetros de cobertura.

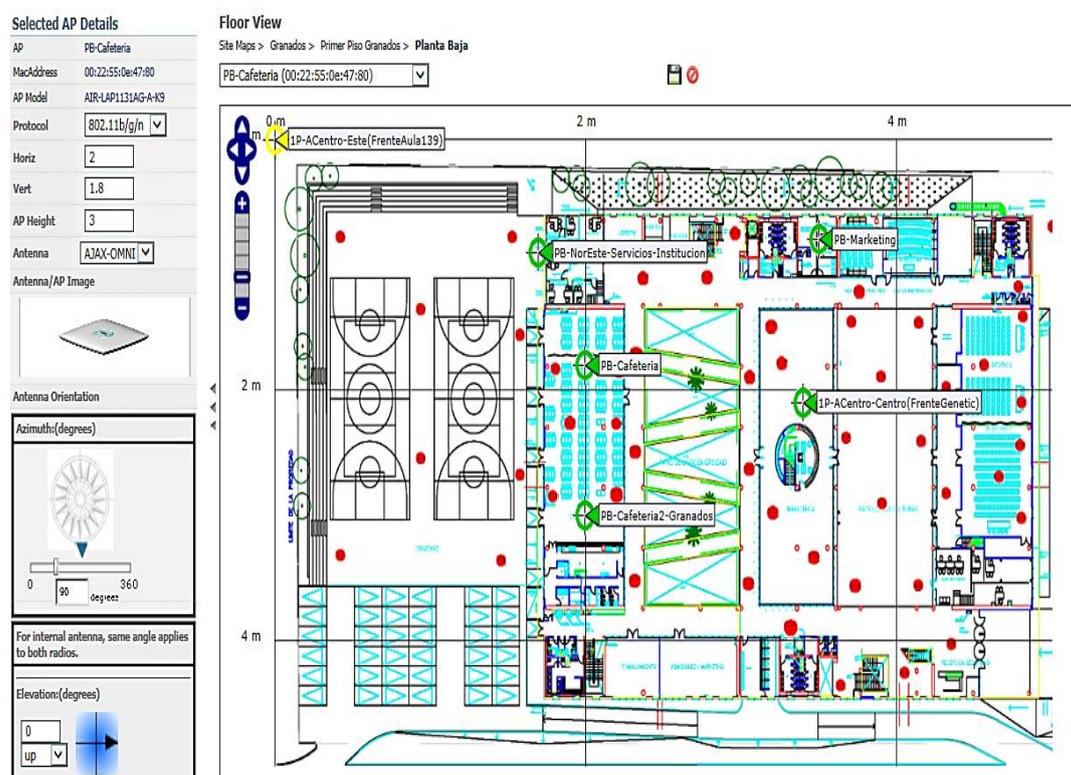


Figura 32 configuración y ubicación antenas

10. Una vez posicionados los APs procedemos con la cobertura que nos brinda cada uno de ellos y que nos permitirá de una manera visual sus áreas de cobertura.

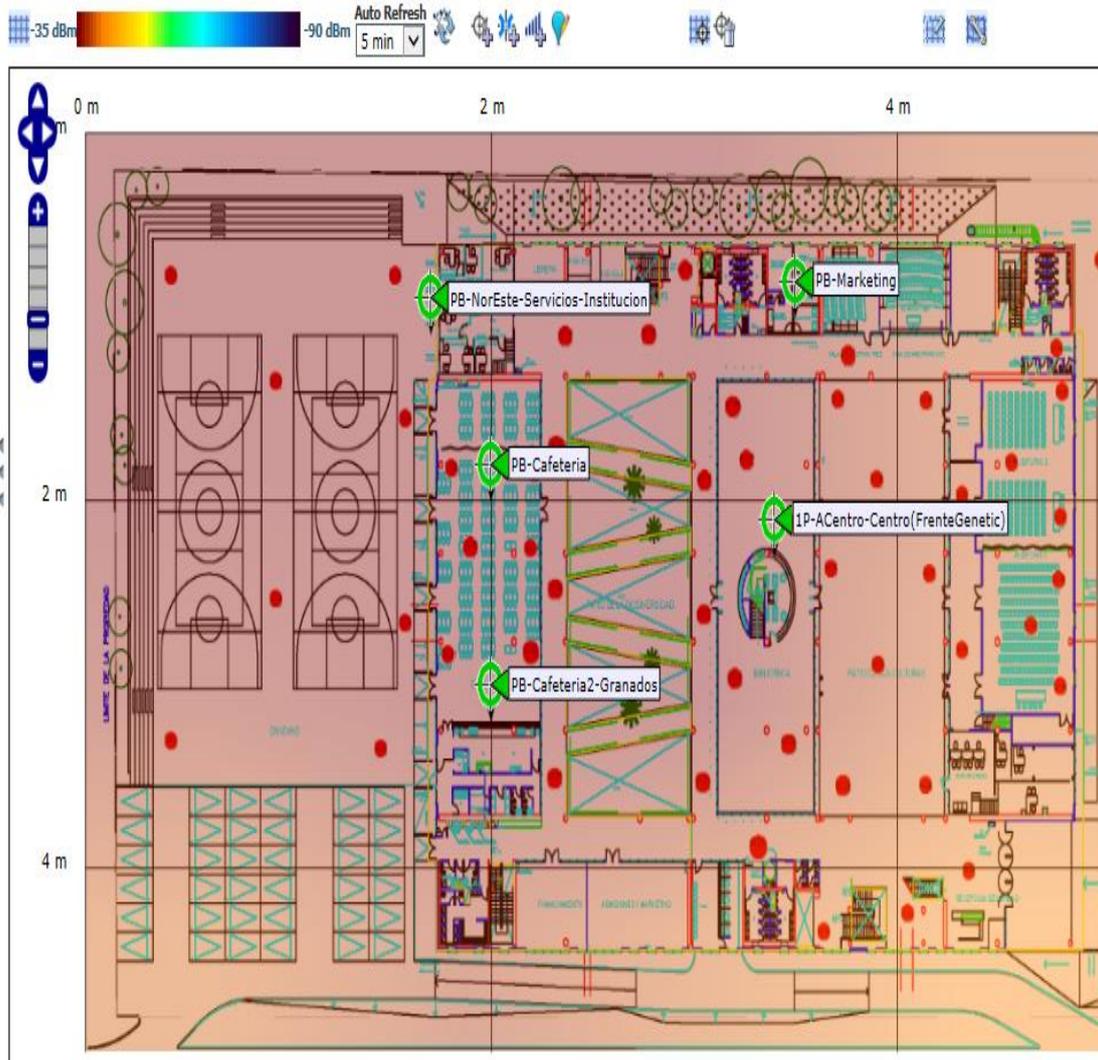


Figura 33 Simulación mapa de cobertura

Luego de la simulación la plataforma presenta un resumen con parámetros:

Network Planning Report

Generation Time: 2016-07-27
 Location View Name: Colón PB reporte antenas nuevas

Device Information

AP Name	Model	Vendor	Coordinate	Radio ID	Radio Type	Channel	Power (dBm)	Antenna	Angle
1141_4	9550	H3C	132 - 216	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141-5	9550	H3C	126 - 84	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141-7	9550	H3C	467 - 196	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	180
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141-6	9550	H3C	1016 - 213	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	180
1141-8	9550	H3C	667 - 191	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	180
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	180
9550_2	9550	H3C	981 - 49	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
9550_1	9550	H3C	996 - 122	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141_1	9550	H3C	713 - 306	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141_3	9550	H3C	664 - 419	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141_2	9550	H3C	774 - 415	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0

Device List

Device List

Model	Vendor	Quantity
9550	H3C	10

Antenna List

Model	Vendor	Quantity
ANT-2503C	H3C	20

Virtual AP Location

5GHz Signal Coverage by Signal Strength

2.4GHz Signal Coverage by Signal Strength

5GHz Signal Coverage by Rate

2.4GHz Signal Coverage by Rate

5GHz Signal Coverage by Channel



2.4GHz Signal Coverage by Channel



Figura 34 reporte

Análisis de coberturas de los campus en análisis.

1.35.2 Campus Granados:

Subsuelo (Sub)

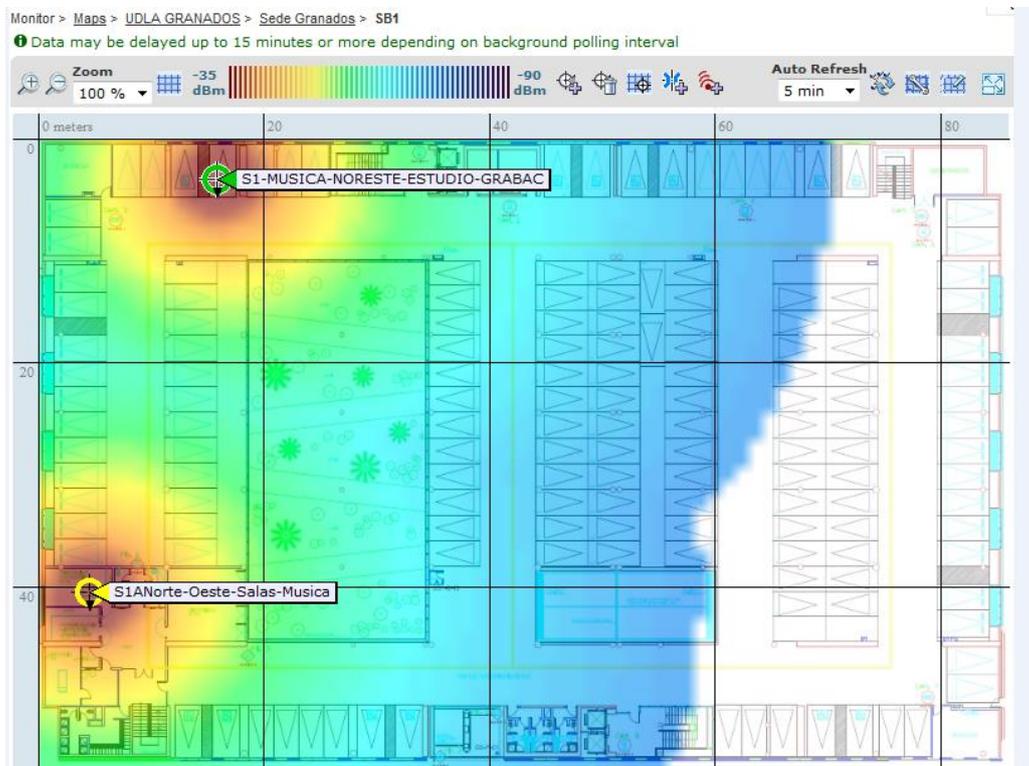


Figura 35. Cobertura antenas granados Sub (2,4MHz)

Planta baja (PB)

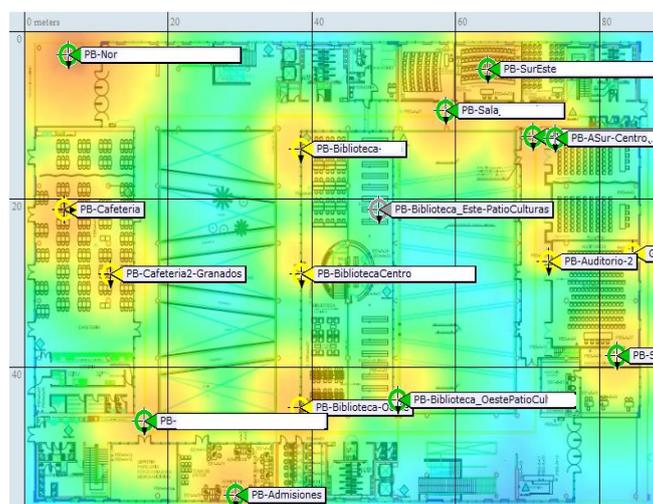


Figura 36. Cobertura antenas granados PB (2,4MHz)

Primer piso (P1)

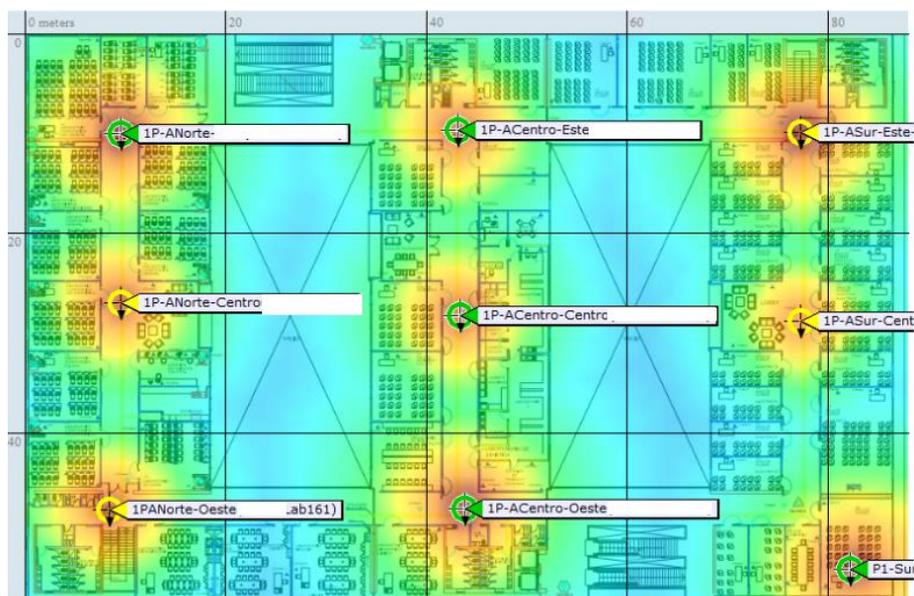


Figura 37. Cobertura antenas granados P1 (2,4MHz)

Segundo piso (P2)



Figura 38. Cobertura antenas granados P2 (2,4MHz)

Tercer piso (P3)

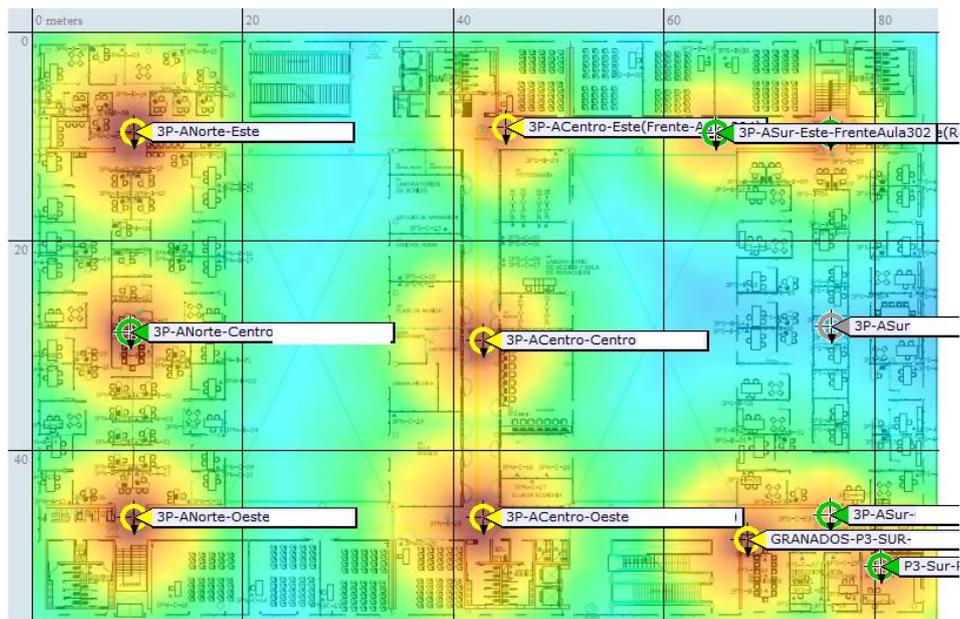


Figura 39. Cobertura antenas granados P3 (2,4MHz)

Cuarto piso (P4) norte y sur

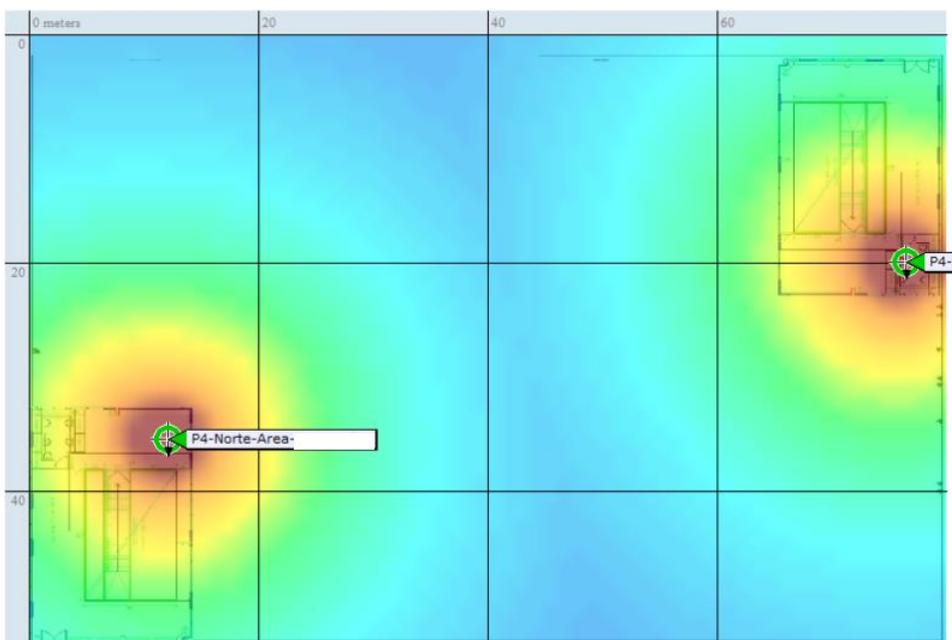


Figura 40. Cobertura antenas granados P4 (2,4MHz)

1.35.3 Campus Colón

Panta baja

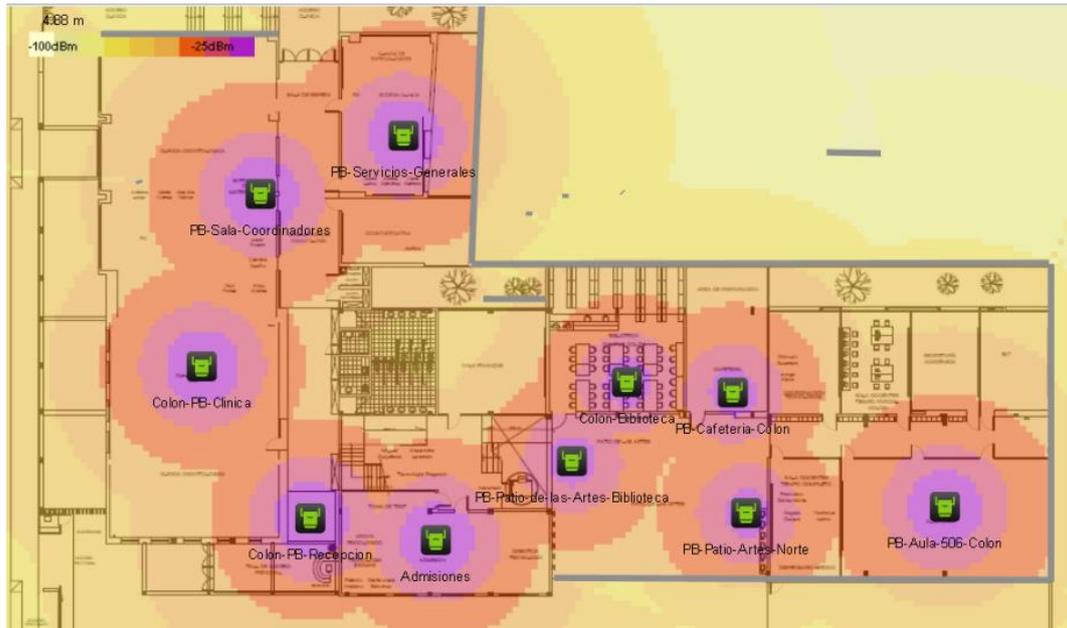


Figura 41. Cobertura antenas Colón PB (2,4MHz)

Primer Piso



Figura 42. Cobertura antenas Colón P1 (5MHz)

Segundo Piso

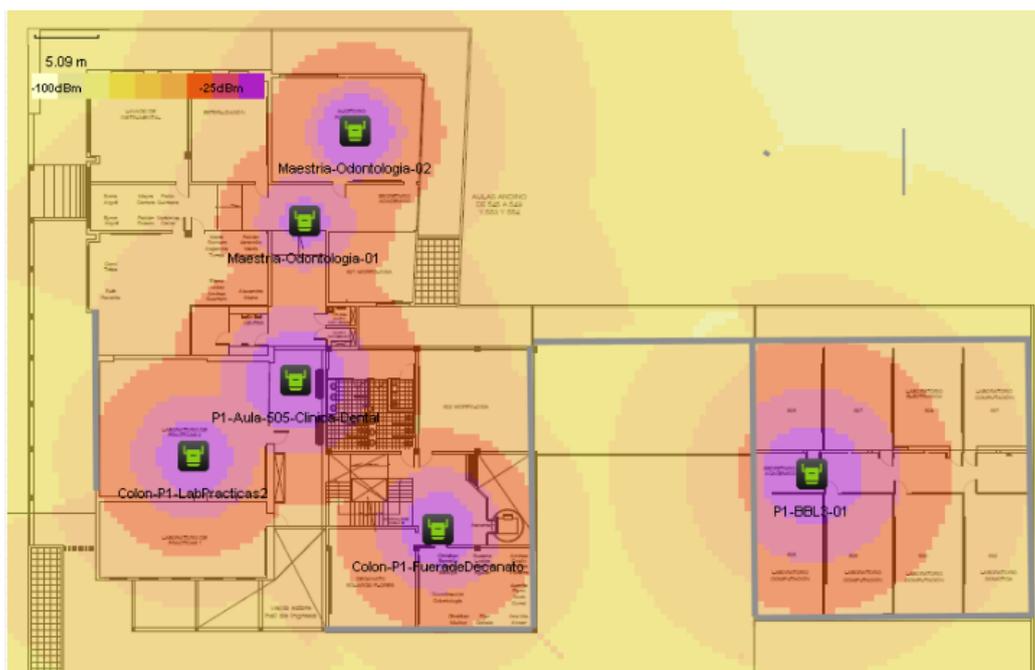


Figura 43. Cobertura antenas Colón P2 (2,4MHz)

Piso dos - Bloque dos

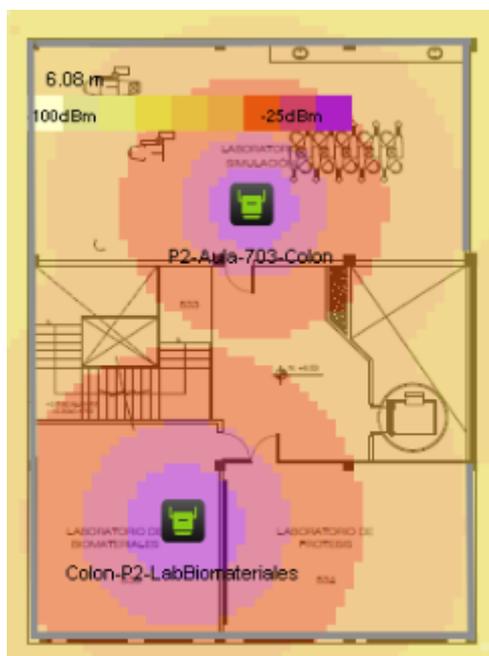


Figura 44. Cobertura antenas Colón P2 - Bloque uno (2,4MHz)

Piso dos - Bloque dos

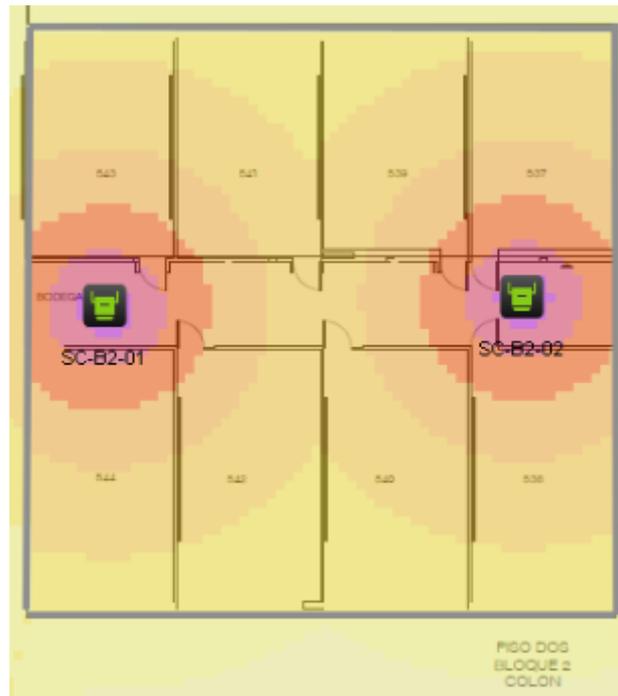


Figura 45. Cobertura antenas Colon P2 - Bloque dos (2,4MHz)

Tercer Piso - Bloque uno

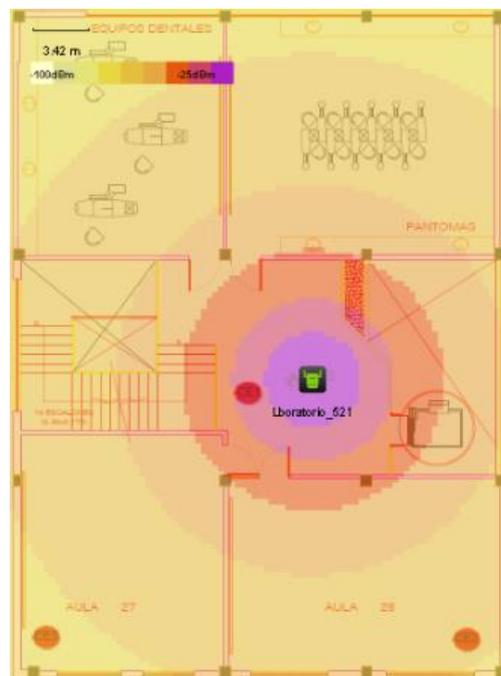


Figura 46. Cobertura antenas Colon P3 - Bloque uno (2,4MHz)

1.35.4 Campus Queri

Bloque uno - Planta baja

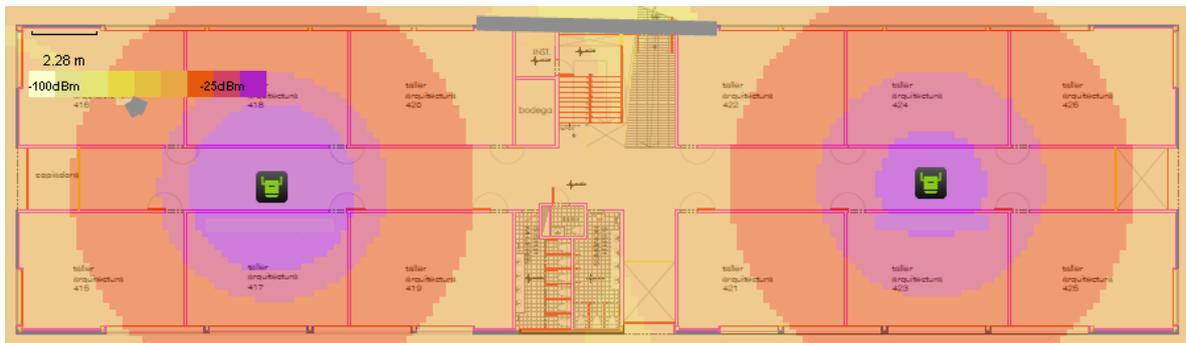


Figura 47. Cobertura antenas Queri Bloque uno- PB (2,4MHz)

Bloque uno - Piso uno



Figura 48. Cobertura antenas Queri Bloque 1- P1 (2,4MHz)

Bloque 2 – Planta baja

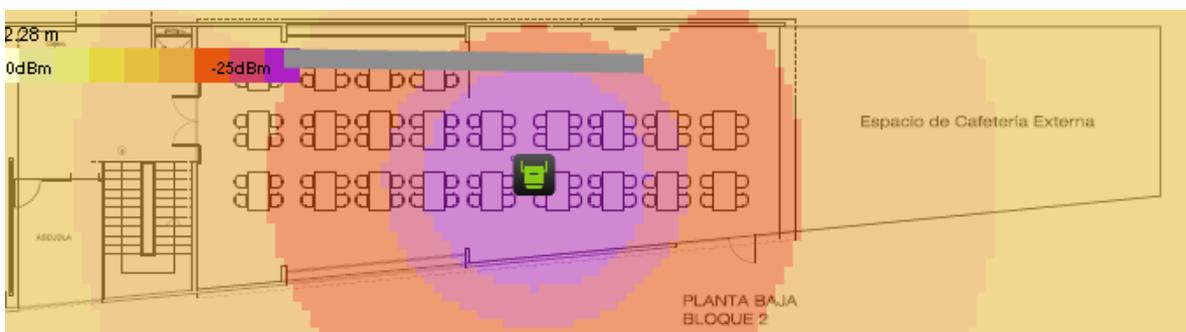


Figura 49. Cobertura antenas Queri Bloque 2- PB (2,4MHz)



Figura 54. Cobertura antenas Queri Bloque 4- Planta alta (2,4MHz)

1.36 Esquema de red UDLA

La red está conectada a través de fibra en cada campus formando una conexión en anillo cada una de ellas está compuesta de dos enlaces uno principal y secundario o redundante. El servicio de internet está contratado por dos proveedores de internet (Carrier) el uno es Telefónica y el otro es Telconet como se puede apreciar en la figura 55:

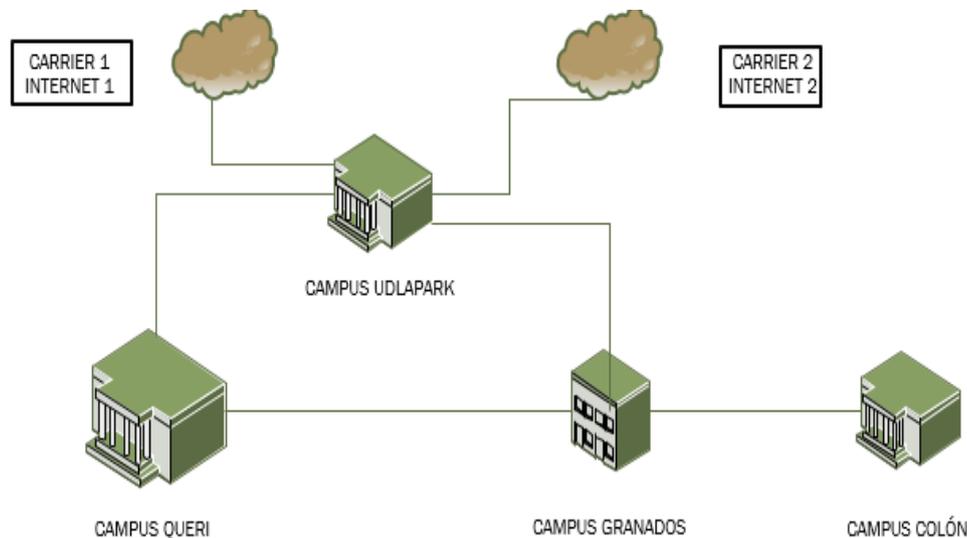


Figura 55. Diagrama lógico de la red de datos

1.36.1 Red global o núcleo

En ella se encuentra el corazón de la red es donde se concentra todas las conexiones físicas bajo un esquema jerárquico, es donde están las reglas o listas de acceso configuradas para cada VLAN, políticas, filtros controlados por un sistema IDS (Intrusion Detection System) y su visibilidad de la red con supervisión remota de RMON (Remote network Monitoring).

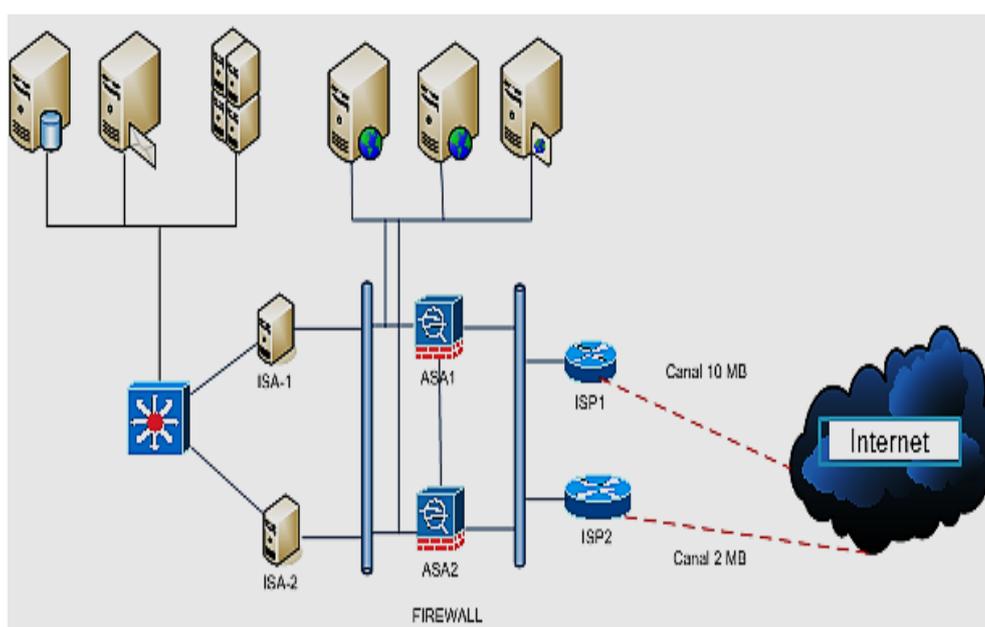


Figura 56. Red de núcleo.

Tomado de: Departamento de TI

1.36.2 Red parcial o distribución.

Esta red vincula la red global con la terminal su conexión es a través de fibra óptica para los enlaces entre el Core y los switches de distribución de capa tres, en ellas se conectan con una conexión redundante configurados con dos Port Channel en los puertos de Gigabits y en donde se les asignan las diferentes VLAN para cada puerto del switch (modelo cisco 3960)

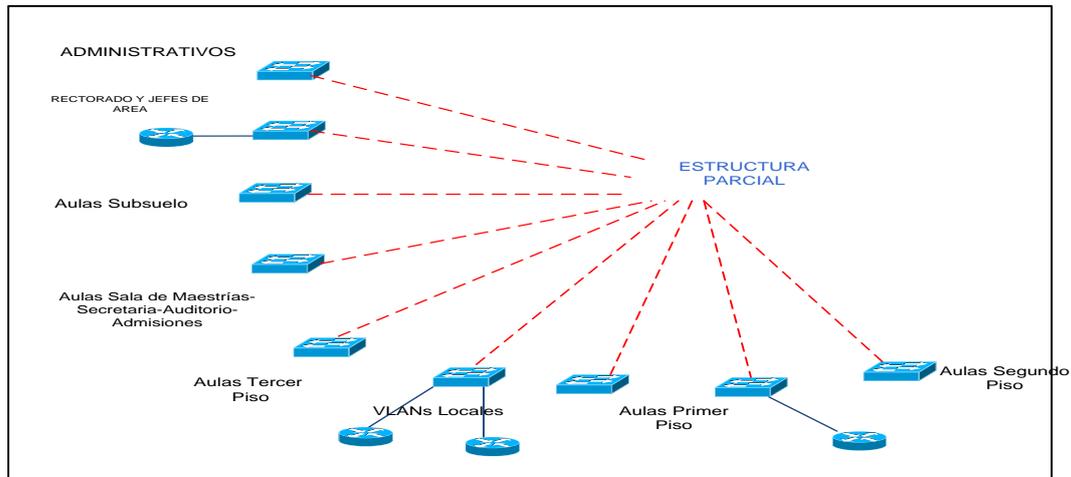


Figura 57. Red parcial

1.36.3 Red de acceso

Es la capa donde interconectan los equipos terminales como: switch de acceso, router, PC, dispositivos móviles, tablets, impresoras, APs. En este caso de acuerdo a la estructura utilizada en la universidad se utilizarán de capa dos como son los 2960 de cisco. Se realizan configuraciones especiales en puertos como VLANs para determinar accesos específicos a determinados usuarios.

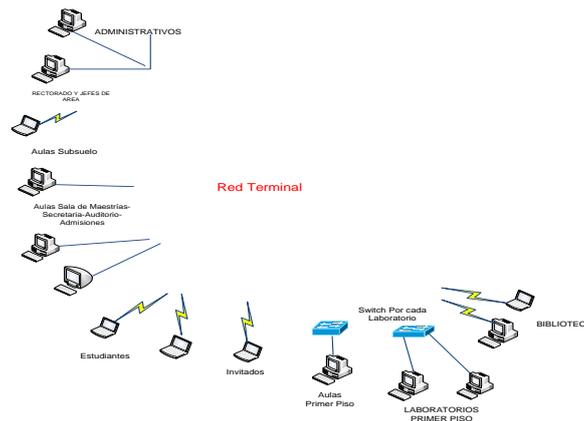


Figura 58. Red terminal

1.36.4 Descripción de la red de conexión

La universidad cuenta con tres redes de conexión que son:

- Wlan- estudiantes: nivel de encriptación WPA2
- Wlan- docentes : nivel de encriptación 802.11x
- Wlan – administrativos : nivel de encriptación 802.11x

Estas dos últimas se validan con sus usuarios de Active Directory.

CAPÍTULO III. SOLUCION PROPUESTA

Realizado el análisis de la situación actual de la red inalámbrica se tomará en cuenta para el rediseño factores que permitan garantizar de una manera óptima la red inalámbrica parámetros como: escalabilidad, rendimiento, calidad de servicio, seguridad y costos ante el constante incremento de la comunidad entre estudiantes, profesores y personal administrativo como lo evidenciamos en el capítulo anterior. Los requerimientos a considerarse en este diseño son: áreas de cobertura, localización geográfica de los estudiantes para su conexión a la red, disponibilidad, operatividad de la infraestructura física, seguridad (confidencialidad, integridad y fiabilidad) y el costo/beneficio que implica el rediseño de la red.

La disponibilidad es importante para los usuarios para lo cual debemos implementar equipos de alto rendimiento y robustez para alto tráfico garantizando en lo posible un 100% del servicio. Es importante la implementación de un manual de mantenimiento periódico el cual permite verificar el estado general del equipo.

Para la administración centralizada es necesario contar con un Switch inalámbrico que ofrezca una gestión de voz, video y datos, con un monitoreo permanente de los APs permitiendo un roaming sin cortes en los diferentes campus y bloques respectivos.

Para lograr que este tipo de diseño tenga el objetivo propuesto implica en algunos casos cambiar parcial o completamente el esquema actual, equipos que soporten 802.11n con tecnología MIMO, que garanticen un mejor manejo del ancho de banda permitiendo que el tráfico soportado sea rápido y óptimo, estos deben trabajar en ambientes de alto tráfico y que permitan la conexión simultánea de la mayor cantidad de usuarios.

1.36.5 Esquema lógico de la red

Siguiendo con la metodología propuesta se muestra el diagrama lógico de la red, está compuesta en tres grandes grupos como son: red global, parcial y terminal, los mismos que fueron detallados en el capítulo anterior

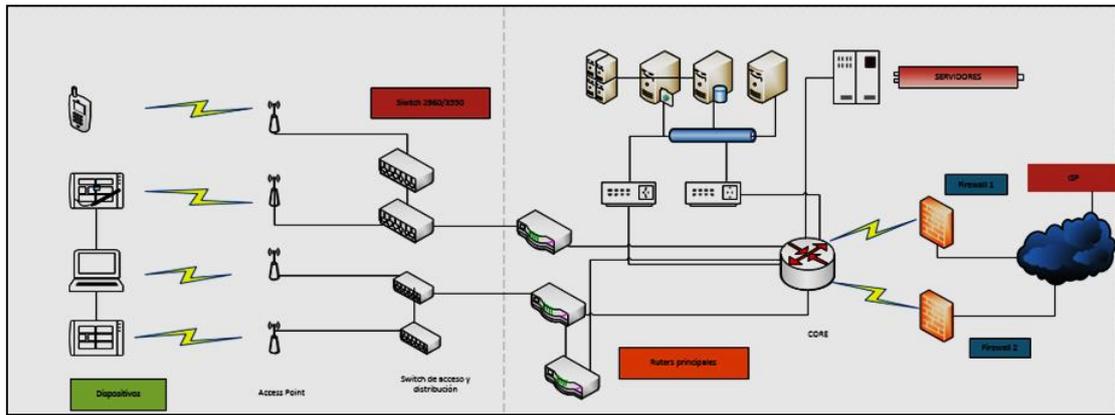


Figura 59. Esquema global de la red

El diagrama físico en la Figura 60 mantendrá el esquema modular que tiene la red de datos, la misma que se detalla de una manera global como está conectada. Toda la infraestructura tecnológica es Cisco para lo cual para el mejoramiento de la red inalámbrica debemos considerar dos elementos muy importantes:

- Mantener los equipos que dispone la UDLA ya que el cambio implicará gastos adicionales si se decide reemplazar los mismos.
- Los equipos deben ser compatibles con la tecnología Cisco caso contrario las configuraciones en cada dispositivo inalámbrico se lo tiene que configurar de manera manual.

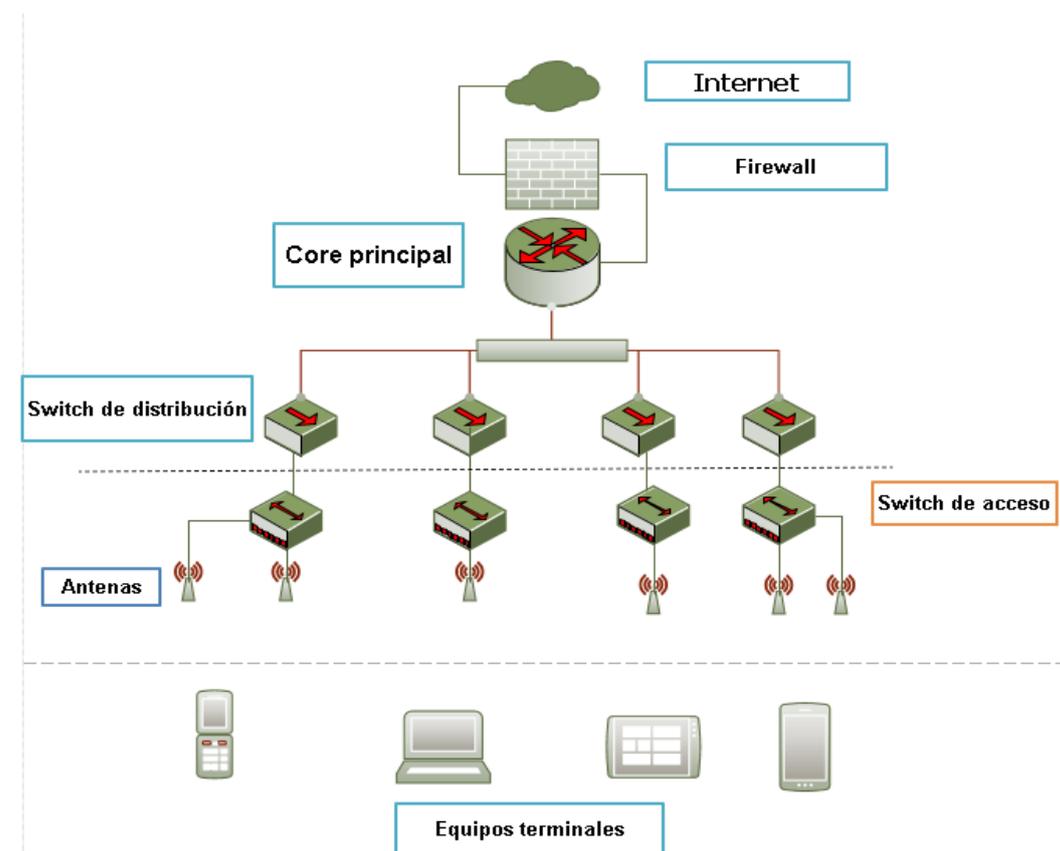


Figura 60. Esquema físico de la red de datos

De los datos recogidos de los tipos de antenas inalámbricas que están siendo utilizados en los campus y que son parte de este análisis algunas no soportan el estándar 802.11n, estos equipos son los primeros que se utilizaron cuando en sus inicios solo contaban con los dos campus Colón y Granados, considerando el número de estudiantes no sobrepasaban los 6000, estos equipos con el crecimiento exponencial que tiene la universidad y el avance de la tecnología en dispositivos electrónicos que ya son de uso frecuentes de la comunidad UDLA, hacen que los mismos no brinden las prestaciones necesarias para las nuevas tecnologías. En la siguiente Tabla 15, muestra las prestaciones de los equipos Ruckus Vs Cisco con modelos que cuenta la universidad. En donde podemos evidenciar que Ruckus presentan mejores prestaciones técnicas sobre los equipos que la universidad dispone.

Tabla 15 Cuadro comparativo

Parámetro	Ruckus		Cisco	
	7363	7982	1602	3602
Velocidad máxima de capa física	600 Mbps	900 Mbps	300 Mbps	300 Mbps
Tecnología Wi-Fi	802.11n (2,4/5 GHz)	802.11n (2,4/5 GHz)	2,4 G a/g/n, 5 G 802.11n	2,4 G a/g/n, 5 G 802.11n
Usuarios simultáneos	250	500	30	30
Cadenas de radio: flujos	2x2:2	3x3:3	2x2:2	3x3:3
Patrones de antena	300+	3000+	NA	NA
EIRP (2,4/5GHz)	29/27 dBm	34/32 dBm	22 dBm	22 dBm
Reducción de interferencias	Hasta 10 dB	Hasta 15 dB	NA	NA

1.37 Equipos propuestos

Para el diseño de mejora de la red inalámbrica se utilizarán equipos Ruckus compatible con Cisco el cual presenta mejores prestaciones y costos. De los dos modelos zf7372 y zf7055 que se utilizaron como prueba inicial en la sala de maestrías bloque 7, las mismas que el nivel de conexiones simultaneas por equipo cubrieron un estimado de 60 estudiantes y logrando una cobertura de casi el 100%, se tomará como referencias para el diseño de la red tanto para interior y exterior.

1.37.1 Esquema propuesto

Para el rediseño de la red se segmentará en tres grupos:

- a) Grupo 1: Repotenciar el campus Colon con equipos del modelo AIR-LAP1131AG-A-K9 con un total de 23, estos actualmente se encuentran en el campus Granados. Los mismos que se agregarán a las dos controladoras. El objetivo de utilizar la controladora es principalmente centralizar los equipos y de la misma manera realizar un monitoreo oportuno si alguno de los dispositivos presenta algún problema. El problema que se presenta constantemente es cobertura ya que el tráfico de datos no es muy alto de acuerdo a la información que se obtuvo del personal de infraestructura.

Tabla 16 Esquema de antenas propuestas

Sede	WLC	Marca	AP modelo	Cantidad
Colón	2504	Cisco	AIR-LAP1141N-A-K9	16
			AIR-CAP1602I-A-K9	4
			AIR-CAP3602E-A-K9	1
	2121	Cisco	AIR-LAP1252G-A-K9	6
			AIR-LAP1141N-A-K9	15
Total				42

El esquema del trabajo de la controladora permite la comunicación entre los APs en donde se crea un túnel UDP por donde circulan el control de los dispositivos y el tráfico utilizado por los usuarios, tal como indica la Figura 61.

Los APs se colocarán en áreas donde exista la mayor cantidad de usuarios para garantizar una cobertura óptima.

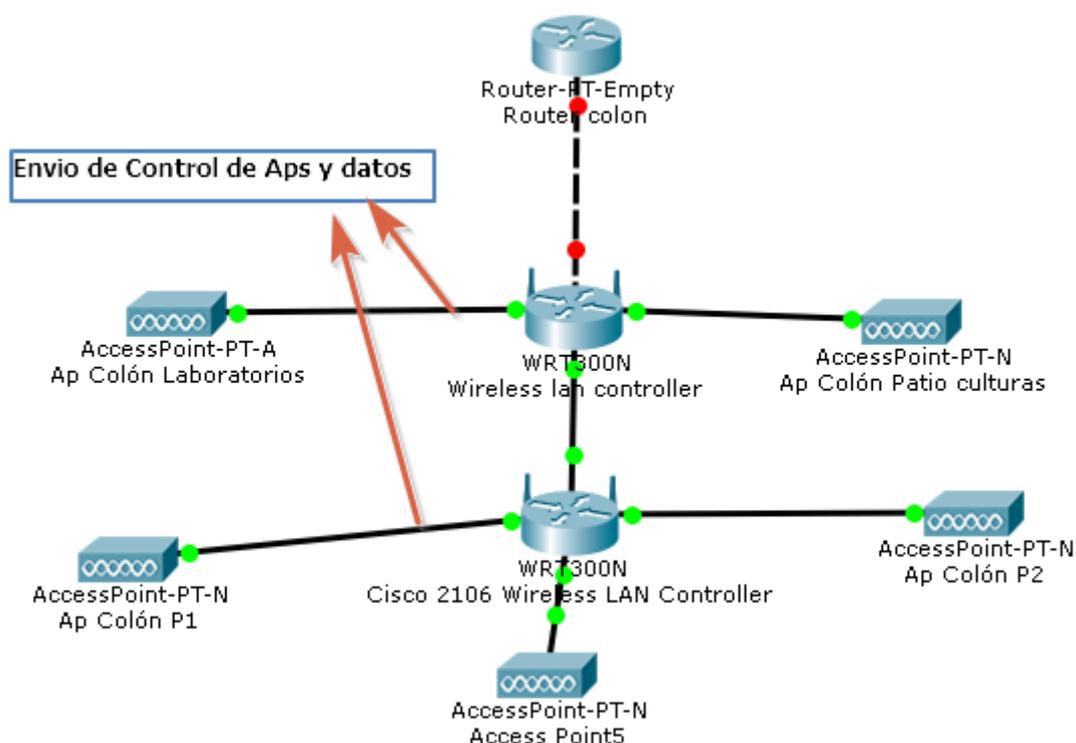


Figura 61. Esquema de la controladora Colón

Con la ayuda del software de HP – HPE se realizará una simulación Figura 62, con los APs propuestos, para el diseño están los equipos que son detectados por la controladora de Colon identificadas de color verde y las antenas AIR-LAP1141N-A-K9 que se agregaran al campus colon identificadas con color azul.

Para la planta baja se implementará 7 equipos, las dos antenas que se encuentran fuera del plano 1141-6 y 1141-7 están ubicados en el edificio del colegio andino, los cuales solo están habilitados en las tardes para los estudiantes de tecnologías y odontología.

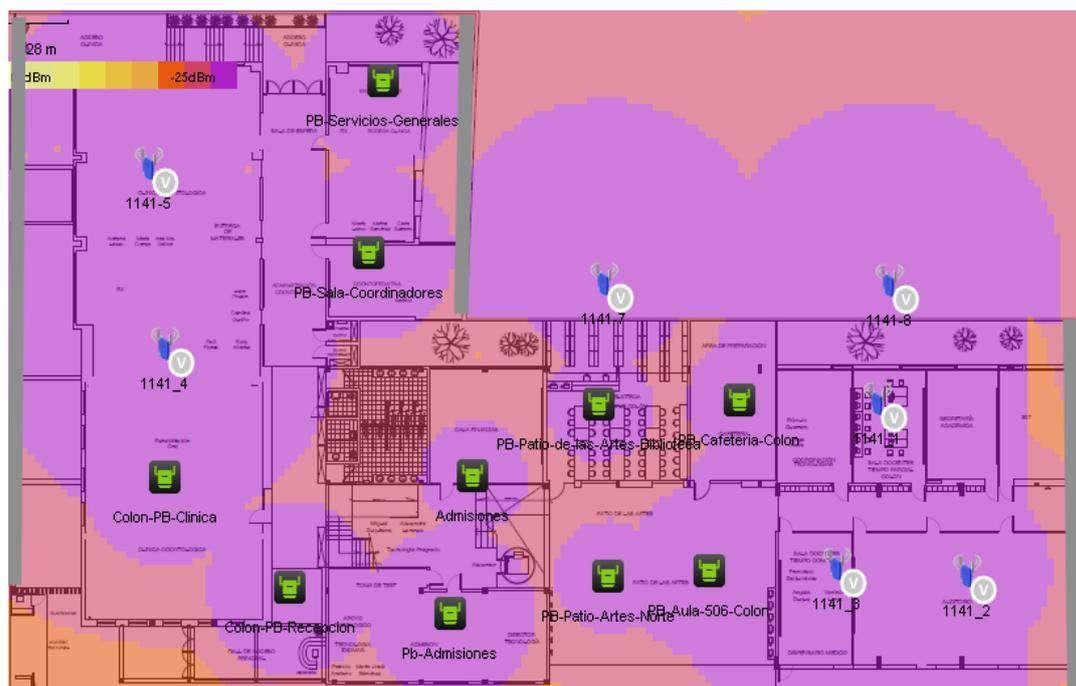


Figura 62. Simulación campus Colón planta baja - cobertura propuesta

La simulación permite visualizar la cobertura de las antenas, con la ayuda de la controladora la cual permitirá la administración autónoma de los dispositivos haciendo una negociación entre ellos y evitando el solapamiento de sus áreas de cobertura. Existen dos antenas que se encuentran fuera del plano de la planta baja como son 1141-6 y 1141-7 estos formaran parte del área arrendada del colegio Andino en cual solo está habilitado para la tarde y noche para los estudiantes de tecnologías y odontología. El reporte de simulación se lo encuentra en el Anexo 4 de la planta baja.

En la siguiente Figura 63 y con la ayuda del simulador podemos observar también los usuarios que están conectados.

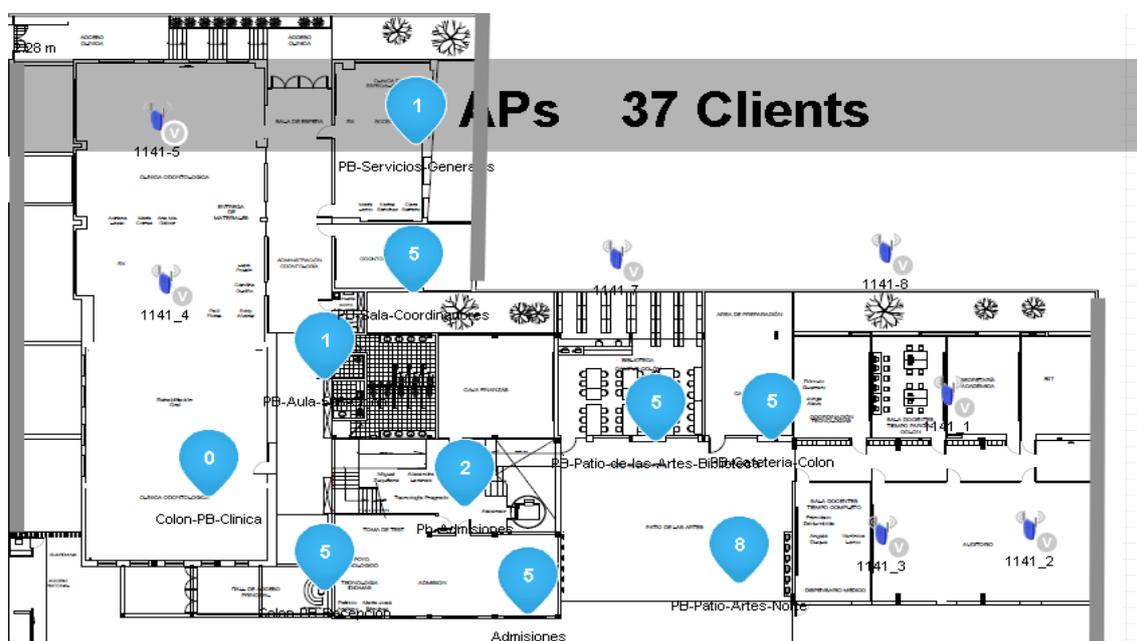
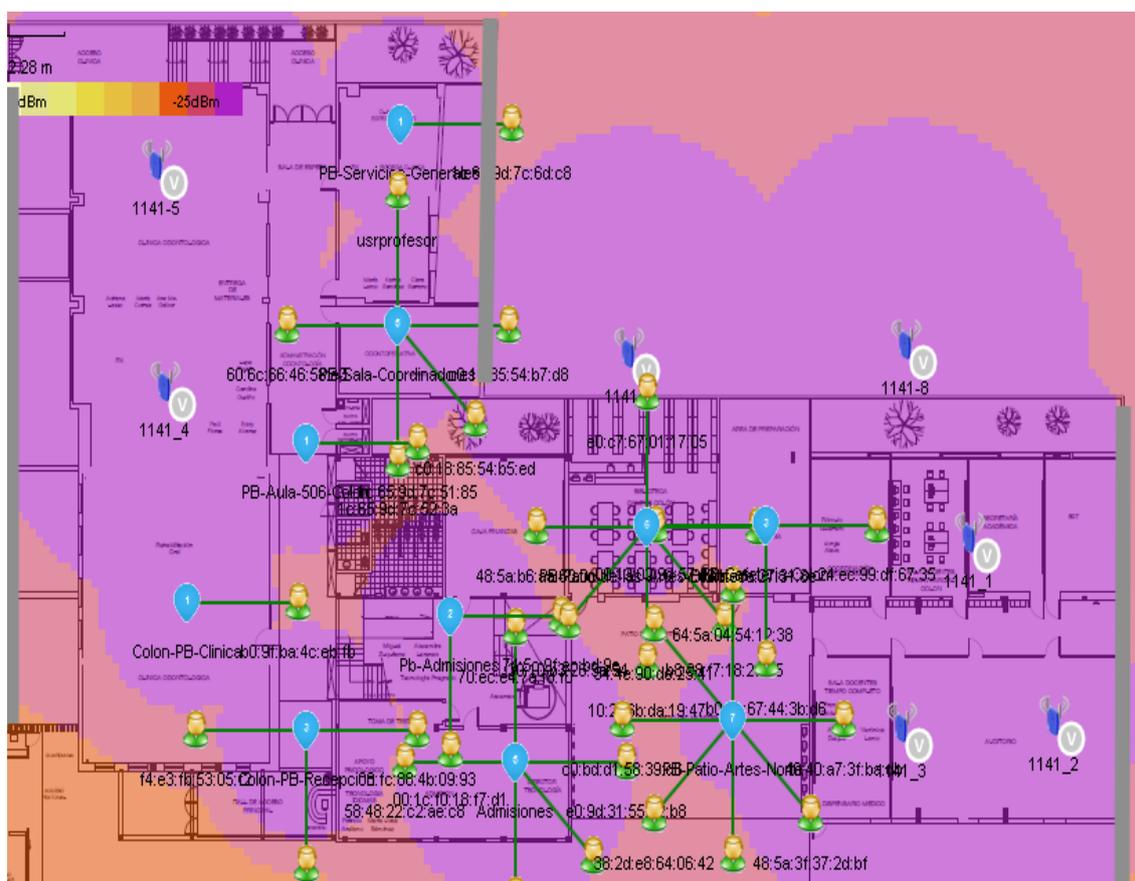


Figura 63. Simulación con usuarios conectados.

De la misma forma realizamos la simulación del mapa de cobertura para el piso uno en la que se agregaron 8 dispositivos considerando también dos antenas extras que forman parte del bloque del colegio Andino.

La simulación Figura 64, permite observar las características de radio y canal de los dispositivos propuestos en la cual están conectados no se reflejan los resultados de los canales conectados de la controladora por políticas de seguridad.

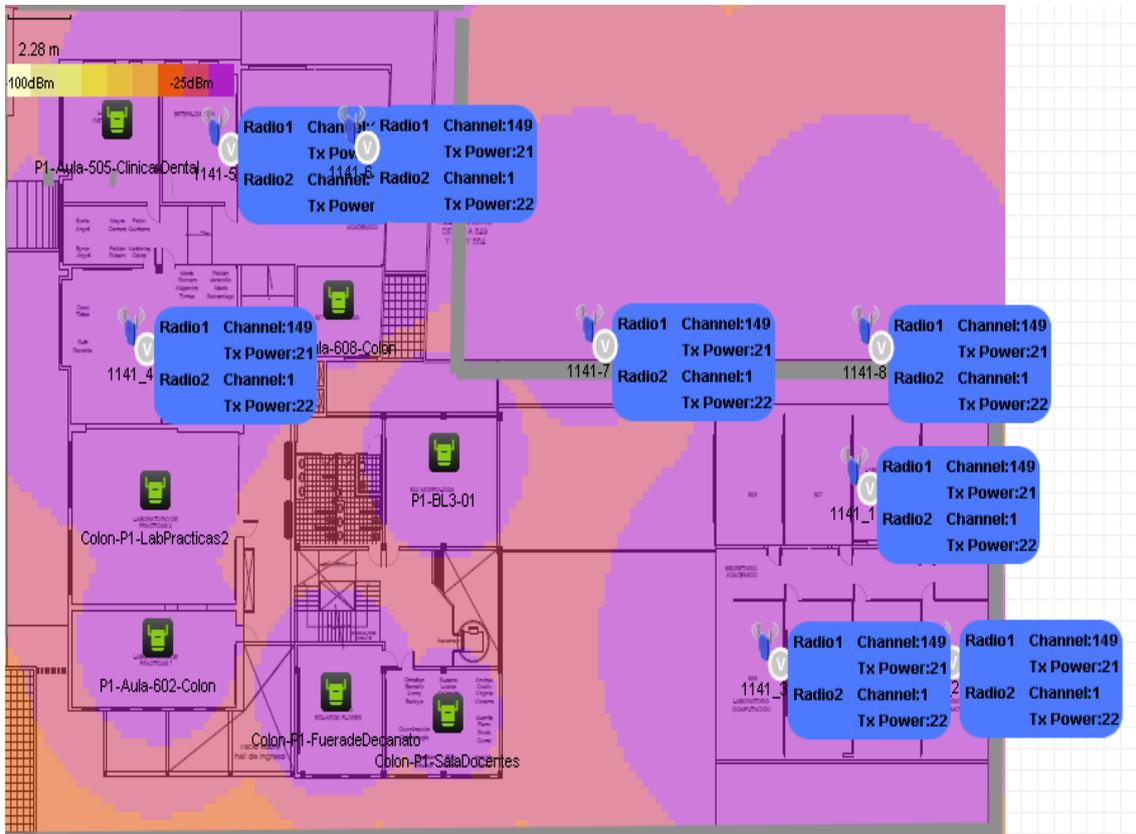


Figura 64. Simulación campus Colón piso uno - cobertura propuesta

En el tercer piso se colocaron 6 equipos en el bloque uno en donde se habilitó una sola antena por laboratorio ya que el número de estudiantes y se reforzó el bloque dos en donde se concentran un mayor número de usuarios.



Figura 65. Simulación campus Colón piso dos - cobertura propuesta

- b) Grupo 2 y 3 forman parte los campus Granados y Queri, en donde abarca la mayor cantidad de alumnos y tráfico que se genera por parte de los usuarios ya que en esos campus están las facultades de Ingeniería, Ciencias Económicas, Arquitectura, Derecho. Para el esquema propuesto se recomendarán los equipos Ruckus tanto de interior como de exterior que se ajusten a las necesidades que la universidad requiere y con una visión escalable. Para lo cual se recomendarán equipos certificados con el estándar 802.11 n.

La ventaja de la controladora de Ruckus es que la gestiona en canales diferentes entre los datos de control como el tráfico soportado, el cual hace más rápido el proceso y gestión en el manejo de usuarios concurrentes, como también el ancho de banda.

En la figura 66 se muestra un esquema del manejo de la controladora:

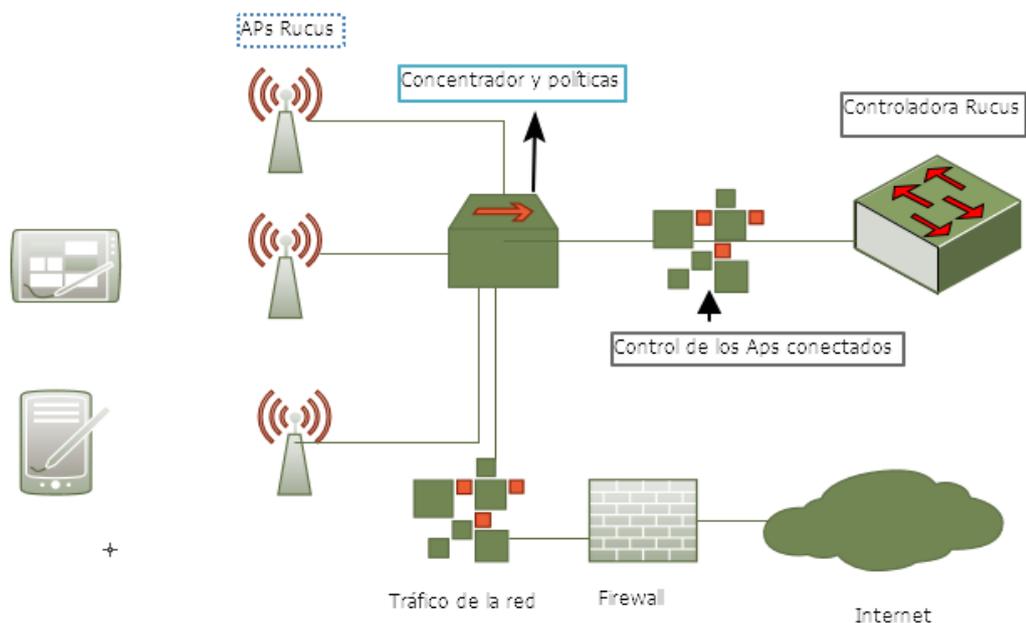


Figura 66. Trabajo esquemático controladora Ruckus

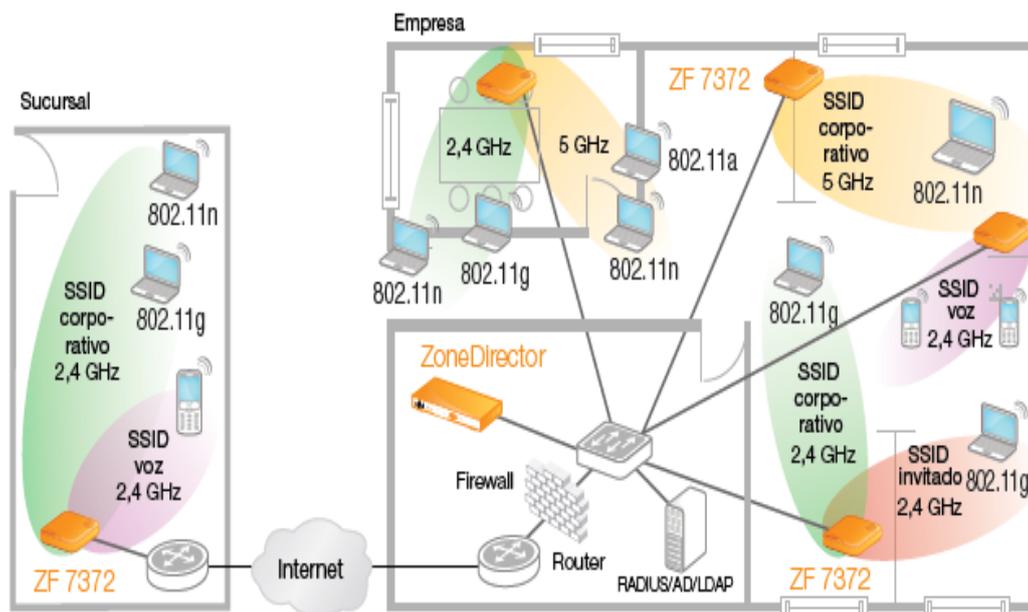


Figura 67. Diagrama físico APs Ruckus

1.38 Recomendaciones de equipos

Para el rediseño de los dos grupos de utilizarán dos tipos de equipos más la controladora:

- Ruckus modelo zf7372 (interiores).
- Ruckus modelo zf7982 (interiores).
- Ruckus modelo r300 (exteriores).

1.38.1 Características técnicas

En la siguiente tabla se mostrará las características básicas de cada dispositivo. Las especificaciones globales de cada uno se muestran en los anexos 5,6 y 7.

Tabla 17 cuadro comparativo

Cuadro comparativo			
Detalle técnico	Ruckus		
	Modelo	Modelo	Modelo
	r300	zf7982	zf7372
Usuarios concurrentes	500 x AP	500 x AP	100x AP
Estandares	IEEE 802.11a/b/g/n	IEEE 802.11a/b/g/n	IEEE 802.11a/b/g/n
Banda de operación	2,4 Ghz - 5Ghz	2,4 Ghz - 5Ghz	2,4 Ghz - 5Ghz
BSSID por radio	27	64	27
Antenas internas	64 patrones por banda	3000 patrones/omni	128 patrones
Ganancia de la antena	3dbi	3dbi	3dbi
Reducción de interferencias	10 dB	15 dB	10 dB
Potencia de salida	26dBm para 2,4GHz - 24dbm para 5Ghz	26dBm para 2,4GHz - 24dbm para 5Ghz	26dBm para 2,4GHz -24dbm para 5Ghz
seguridad inalámbrica	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i • Autenticación a través de 802.1X con ZoneDirector, base de datos de autenticación local, soporta RADIUS y Active Directory	TKIP, WPA2 AES, 802.11i • Autenticación a través de 802.1X con ZoneDirector, base de datos de autenticación local, soporta RADIUS ,LDAPy Active Directory	WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i • Autenticación a través de 802.1X con ZoneDirector, base de datos de autenticación local, soporta RADIUS y Active Directory
Cadenas de radio/flujo	2x2:2	3x3:3	2x2:2

1.39 Esquema propuesto grupo 2 y 3

El esquema de la red para los grupos 2 y 3 se plantea una conexión en anillo por redundancia entre los routers de granados y Queri ambos conectados a la controladora Zone Director de 3000 de Ruckus, los mismos que centralizan todos los APs propuestos para un manejo autónomo, control y crecimiento para los nuevos que se implementen de acuerdo a la necesidad e incremento de la población UDLA.

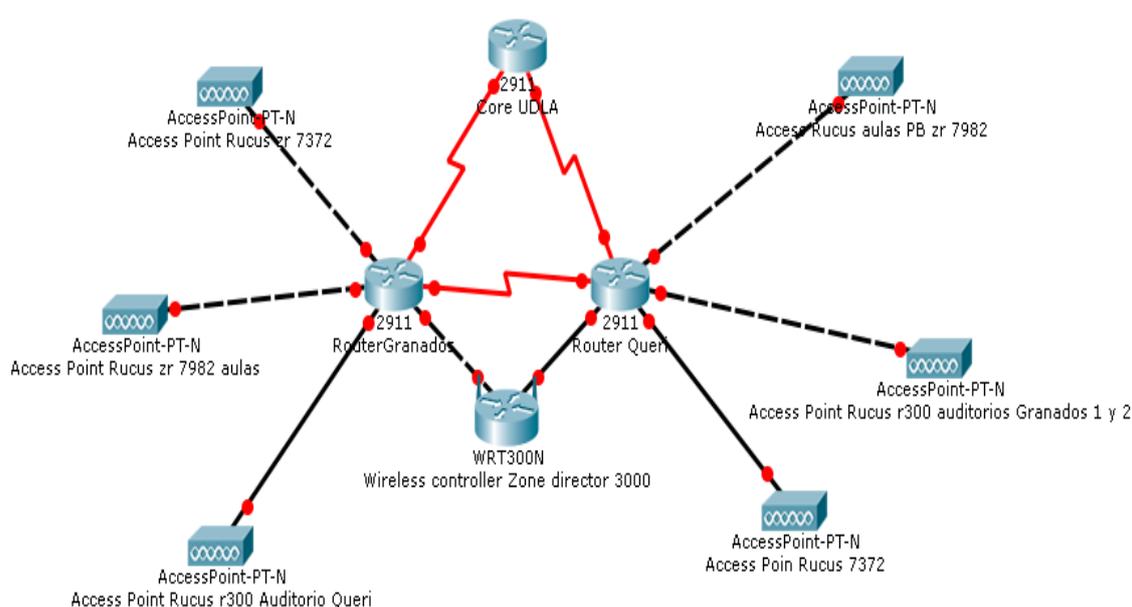


Figura 68. Diagrama físico de red para los grupos 2 y 3

En la siguiente figura muestra una simulación de los campus Granados con reubicación de los equipos que ya dispone más los nuevos equipos recomendados, en ella se ha tomado como referencias las áreas de mayor concurrencia de estudiantes, docentes y administrativos, en la cual se realiza una comparación de las zonas de cobertura entre la actual con la nueva propuesta.

La simulación sobre la cobertura actual de Granados planta baja para este análisis sobre la cobertura propuesta, trata de abarcar sin aumentar la cantidad de APs sino aprovechar las características propias de los equipos como r300, zf7372 y zf7982.

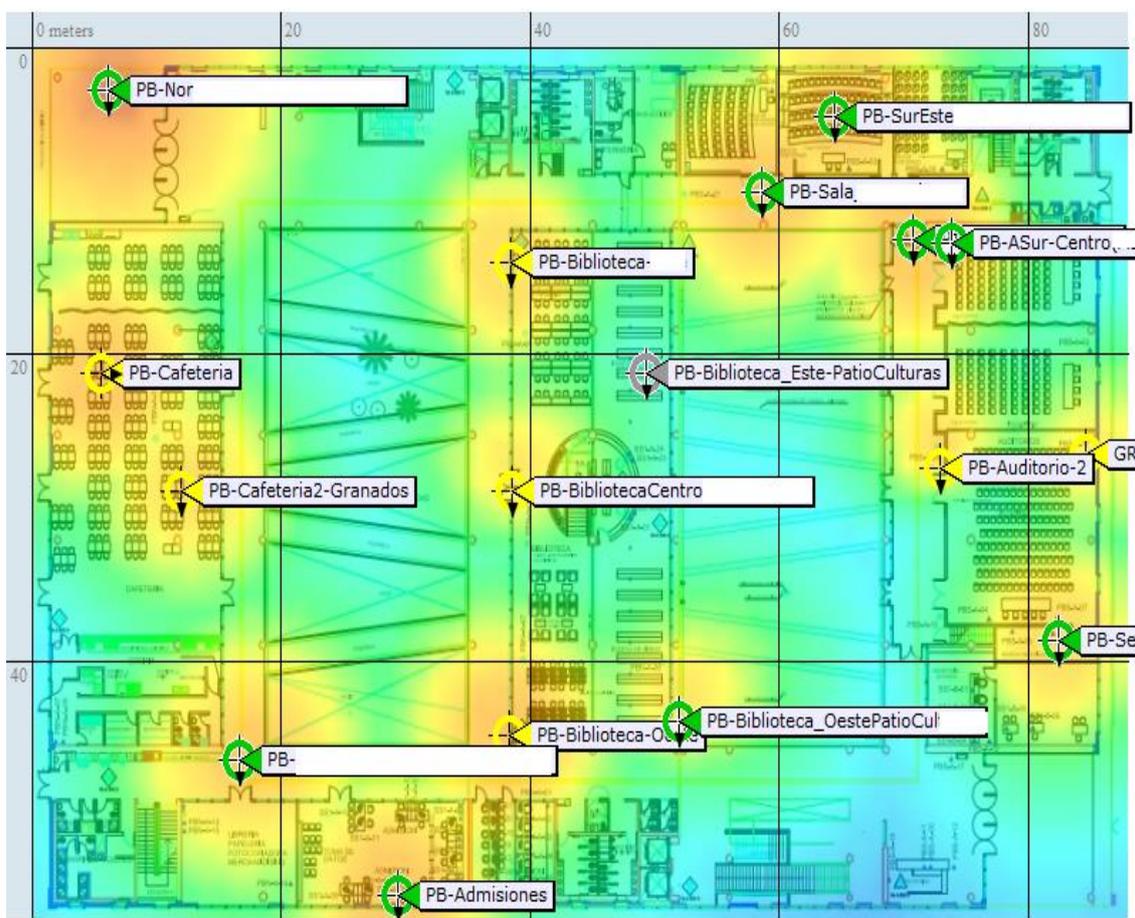


Figura 69. Cobertura actual campus granados planta baja



Figura 70. Cobertura propuesta campus granados planta baja

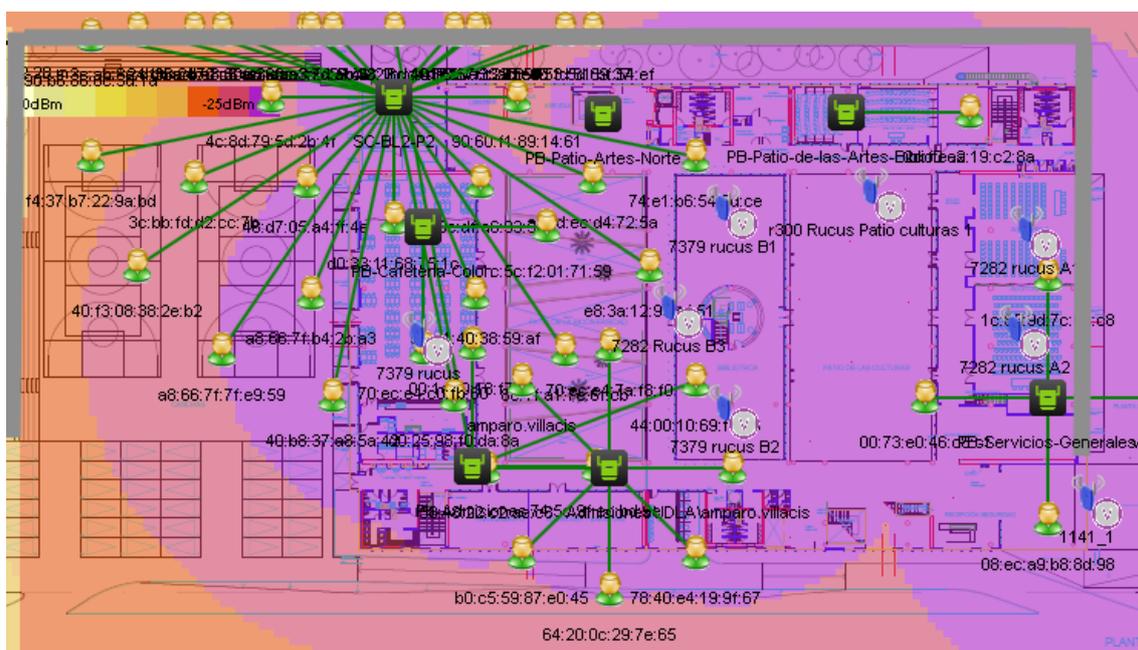


Figura 71. Cobertura propuesta campus granados planta baja con usuarios

En la Tabla 18, se muestra una proyección con los equipos propuestos para el campus Granados, los nuevos equipos se sumarán a los que ya se encuentran trabajando normalmente.

Tabla 18. APs Granados

Sede	WLC	Marca	AP Modelo	Capacidad de usuarios por APs	Cantidad Aps	Total de usuarios	
Granados	1106	Ruckus	7982	250	4	1000	
	1106	Ruckus	r300	500	1	500	
	1106	Ruckus	7372	100	19	1900	
			Cisco	AIR-LAP1141N-A-K9	25	7	175
	4402 (1)	Cisco	AIR-LAP1131N-A-K9	25	10	250	
	4402 (2)	Cisco	AIR-LAP1131N-A-K9	25	4	100	
			Cisco	AIR-CAP3602-A-K9	25	4	100
			Cisco	AIR-CAP1602I-A-K9	25	4	100
	5508	Cisco	AIR-LAP1131N-A-K9	25	6	150	
			Total	63	4375		

En la tabla 19 se muestra una proyección de los equipos para el campus Queri, se indican los equipos propuestos para una mejora tanto en cobertura y cantidad de usuarios conectados simultáneamente.

Tabla 19. APs Queri

Sede	WLC	Marca	AP Modelo	Capacidad de usuarios por APs	Cantidad Aps	Total de usuarios
Queri	1106	Ruckus	7982	250	10	2500
	1106	Ruckus	r300	500	1	500
	1106	Ruckus	7372	100	16	1600
	4402 (1)	Cisco	AIR-LAP1131N-A-K9	25	6	150
	4402 (2)	Cisco	AIR-LAP1131N-A-K9	25	4	100
	5508	Cisco	AIR-CAP3602-A-K9	25	4	100
		Cisco	AIR-CAP1602I-A-K9	25	14	350
		Cisco	AIR-LAP1131N-A-K9	25	16	400
Total					71	5700

1.40 Cálculo de número de APs basado en capacidad

Para este diseño se ofrece a cada usuario una tasa de transferencia mínima de 1Mbps, para lo cual la determinación de la capacidad total necesaria de la red se estimará el número de usuarios existentes en cada sede de granados y Queri de acuerdo a su infraestructura en cada piso.

Parámetros del análisis. (Carballar Falcón, 2003)

Fórmula 1. Cálculo de Ap por capacidad

$$C = N.Fs.Cg$$

$$AP = C. Fe / Ce$$

Ce: capacidad efectiva del AP. (22MHz efectivos para transmisión y recepción)

N= usuarios por planta

Fs = Factor de simultaneidad (30 % para alto tráfico y 20% normal)

Cg = Capacidad garantizada por usuario (Tasa de transferencia mínima 1 Mbps)

Fe= Factor de escalabilidad 1,1

C = capacidad de APs necesarios

Ap = número de AP necesarios.

1.40.1 Sede Granados:

Subsuelo uno

Aulas = 180 usuarios

Oficinas administrativas y docentes= 30 usuarios

N= 210 usuarios

$$C = (210 * 0,3 * 1) = 63 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (63 * 1,1) / 22 = 3.15 = 3 \text{ antenas necesarias subsuelo 1}$$

Planta baja:

- Auditorios 1 y 2 = 300 usuarios
- Patio de las culturas = 500 usuarios
- Biblioteca = 200 usuarios
- Cafetería = 100 usuarios
- Oficinas administrativas = 70 usuarios

$$N = 300 + 500 + 200 + 100 + 70 = 1170 \text{ usuarios}$$

$$C = (1170 * 0,3 * 1) = 351 \text{ Mbps}$$

$$A_P = (351 * 1,1) / 22 = 18 \text{ Ap necesarios en la planta baja.}$$

Primer piso:

Laboratorios = 125 usuarios

29 Aulas = 870 usuarios

N= 995 usuarios

$$C = (870 * 0,3 * 1) = 261 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (261 * 1,1) / 22 = 13 \text{ antenas necesarias Piso 1}$$

Segundo piso

34 Aulas = 1020 usuarios

Docentes y administrativos= 20 usuarios

N= 1040 usuarios

$$C = (1040 * 0,3 * 1) = 312 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (312 * 1,1) / 22 = 16 \text{ antenas necesarias Piso 2}$$

Tercer piso

20 Aulas = 600 usuarios

Oficinas administrativas y docentes= 120 usuarios

N= 720 usuarios

$$C = (720 * 0,3 * 1) = 216 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (216 * 1,1) / 22 = 10,8 = 11 \text{ antenas necesarias Piso 2}$$

Cuarto piso norte

Oficinas administrativas y docentes= 30 usuarios

N= 30 usuarios

$$C = (30 * 0,3 * 1) = 9 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (9 * 1,1) / 22 = 0,45 = 1 \text{ antena necesarias cuarto piso norte}$$

Cuarto piso sur

Oficinas administrativas y docentes= 20 usuarios

N= 20 usuarios

$$C = (20 * 0,3 * 1) = 6 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (6 * 1,1) / 22 = 0,3 = 1 \text{ antena necesarias cuarto piso norte}$$

Total de antenas necesarias para sede granados= 63 antenas inalámbricas

1.40.2 Sede Queri

Bloque 1

25 Aulas = 500 usuarios

Oficinas administrativas= 10 usuarios

N= 510 usuarios

$$C = (510 * 0,3 * 1) = 153 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (153 * 1,1) / 22 = 7.65 = 7 \text{ antena necesarias Bloque 1}$$

Bloque 2

Cafetería = 40 usuarios

Oficinas administrativas= usuarios

N= 510 usuarios

$$C = (50 * 0,3 * 1) = 15 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (15 * 1,1) / 22 = 0.75 = 1 \text{ antena necesarias Bloque 2}$$

Bloque 3

12 Laboratorios = 300 usuarios

Oficinas administrativas = 40 usuarios

4 Aulas = 120 usuarios

N= 460 usuarios

$$C = (460 * 0,3 * 1) = 138 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (138 * 1,1) / 22 = 6.9 = 7 \text{ antenas necesarias Bloque 3}$$

Bloque 4

2 Laboratorios = 60 usuarios

Oficinas administrativas = 70 usuarios

Aulas = 490 usuarios

N=620 usuarios

$$C = (620 * 0,3 * 1) = 186 \text{ Mbps}$$

$$Ap = (186 * 1,1) / 22 = 9.3 = 9 \text{ antenas necesarias Bloque 4}$$

Bloque 5

6 Laboratorios = 180 usuarios

Oficinas administrativas = 46 usuarios

N=226 usuarios

$$C = (226 * 0,3 * 1) = 67.8 \text{ Mbps}$$

$$Ap = (67.8 * 1,1) / 22 = 3.39 = 4 \text{ antenas necesarias Bloque 5}$$

Bloque 6

28 Aulas = 980 usuarios

Auditorio = 300 usuarios

N=1280 usuarios

$$C = (1280 * 0,3 * 1) = 384 \text{ Mbps}$$

$$Ap = (384 * 1,1) / 22 = 19.2 = 20 \text{ antenas necesarias Bloque 6}$$

Bloque 7

Biblioteca = 80 usuarios

Oficinas administrativas y docentes = 250 usuarios

N=330 usuarios

$$C = (330 * 0,3 * 1) = 99 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (99 * 1,1) / 22 = 0,3 = 4.95 = 5 \text{ antenas necesarias Bloque 7}$$

Bloque 7.1

Oficinas administrativas = 19 usuarios

N=19 usuarios

$$C = (19 * 0,3 * 1) = 5.7 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (5.7 * 1,1) / 22 = 0,3 = 0.28 = 1 \text{ antenas necesarias Bloque 7.1}$$

Bloque 8

34 Aulas = 1020 usuarios

Biblioteca = 30 usuarios

Oficinas administrativas y docentes = 60 usuarios

N=1110 usuarios

$$C = (1110 * 0,3 * 1) = 333 \text{ Mbps}$$

$$A_p = (333 * 1,1) / 22 = 0,3 = 16.6 = 17 \text{ antenas necesarias Bloque 8}$$

Total de antenas necesarias para sede Queri = 71 antenas inalámbricas

1.41 Costos

Para el rediseño de la red propuesta es necesario la que la universidad integre nuevos equipos como los mencionados anterior mente, los costos estimados se reflejaran en el siguiente cuadro la inversión inicial estimada.

Tabla 20. Propuesta económica.

Descripción	Modelo	Costo Local \$	Cantidad	Costo total \$
1 puerto RJ-45 10/100/1000 PoE, bandas 2.4 / 5 GHz, antenas integradas, estándares IEEE 802.11a/b/g/n/ac. Outdoor	r300	645,8	2	1291,60
AP Ruckus 7982 dual-band (5 GHz and 2.4 GHz concurrent), mounting kit, switch Poe, router 2901 Instalación 10 AP's Indoor 7982	zf7982	475,65	16	7610,40
Ruckus Wireless ZoneFlex 7372 Access Point (Dual Band, 2x2:2 MIMO, PoE, 802.3af, 802.11n, 901-7372-US00) Indoor	zf7372	375	39	14625,00
ZoneDirector 3000, licensed for up to 50 ZoneFlex Access Points. ZD3000 can be upgraded to support up to 500 APs with AP license upgrades	r3000	4950,2	1	4950,20
Partner WatchDog Support for ZoneDirector 3050, 1 Year	3050	890,75	1	890,75
Garantía extendida		800,01	1	800,01
Sub total Total				30167,96

Tabla 21 Costos Eventuales

COSTOS PARCIALES COSTOS EVENTUALES			
	COSTO HORA	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Red de Acceso			
Instalacion fisica de equipos y configuracion logica	\$600,00	1	\$600,00
SUBTOTALES COSTOS EVENTUALES			\$600,00

Tabla 22 Recurrentes

COSTOS PARCIALES COSTOS RECURRENTES			
	COSTO ANUAL	CANTIDAD	COSTO TOTAL
Mantenimiento	\$300,00	1	\$300,00
SUBTOTALES GASTOS RECURRENTES			\$300,00

Tabla 23 Análisis financiero

Análisis Financiero Proyecto UDLA

Gasto	año 1	año 2	año 3
Equipo Ruckus r300	\$ (1.291,6)		
Equipo Ruckus zf7982	\$ (7.610,4)		
Equipo Ruckus zf7372	\$ (14.625,0)		
ZoneDirector 3000, licensed for up to 50 ZoneFlex Access	\$ (4.950,2)	\$ (4.950,2)	\$ (4.950,2)
Partnerr WatchDog Support for ZoneDirector 3050, 1 Year	\$ (890,75)	\$ (4.950,2)	\$ (4.950,2)
Instalación	\$ (600,0)		
Mantenimiento	\$ (300,0)	\$ (300,0)	\$ (300,0)
Garantía extendida	\$ (800,0)	\$ (800,0)	\$ (800,0)
Total	\$ (31.068,0)	\$ (11.000,4)	\$ (11.000,4)

INGRESO	año 0	año 1	año 2	año 3
Pago estudiantes nuevos	\$ 10.500.000,0	\$ 10.500.000,0	\$ 10.500.000,0	\$ 10.500.000,0
Pago estudiantes antiguos	\$ 22.500.000,0	\$ 22.500.000,0	\$ 22.500.000,0	\$ 22.500.000,0
Total	\$ 33.000.000,0	\$ 33.000.000,0	\$ 33.000.000,0	\$ 33.000.000,0

FLUJO	\$ 32.968.932,0	\$ 32.988.999,6	\$ 32.988.999,6	\$ 33.000.000,0
	TASA	0,04		
	VAN	\$ 124.526.188		
	TIR	0,00%		

PUNTO EQUILIBRIO	1,83
------------------	------

El punto de equilibrio es de 1,83 lo que significa que si con 11 estudiantes paguen un valor estimado de \$3500 por semestre el gasto de los equipos es solventado en su totalidad en apenas un semestre.

1.41.1 Beneficio de los equipos propuestos

El diseño propuesto en las tres sedes permitirá una mejora sustancial en cobertura, mayor cantidad de usuarios conectados simultáneamente y que se adapta a la infraestructura tecnológica que posee. Los equipos planteados tienen mejores características tecnológicas que las que se encuentran actualmente, las proyecciones de equipos propuestos en este diseño se ajustan al crecimiento exponencial de alumnos, docentes y personal administrativo que tiene la Universidad permitiendo cubrir los requerimientos mínimos de evaluación en las redes inalámbricas por las entidades de control.

1.42 Seguridad en la red

1.42.1 Configuración de seguridad controladora Zone director

1.42.1.1 Configuración básica de Zone director

1. Ingresar con las credenciales suministradas por el administrador de red.



Figura 72 Panel de ingreso a Zone Director

2. Configuración de la dirección IP de la controladora se recomienda configurarlo con una IP estática.

Device IP Settings

If ZoneDirector is on a IPv6 network, you can turn on its IPv6 support.

Enable IPv6 Support

If ZoneDirector was assigned static network addressing, click "Manual" and make the correct entries. If you click "DHCP", no "Manual" entries are needed.

IPv4 Configuration

Manual DHCP

IP Address*

Netmask*

Gateway*

Primary DNS Server

Secondary DNS Server

Figura 73 Configuración de direccionamiento de red de la controladora.

La siguiente imagen indica la configuración básica para conexión hacia el servidor RADIUS que dispone la universidad.

- Ingresar a configuración AAA servers.
- Clic en crear nuevo.
- Ingresar los detalles como nombre, Tipo, IP, contraseña compartida.
- Seleccione RADIUS
- Método de autenticación PAP
- Clic Ok y guardar cambios.

Name

Type Active Directory LDAP RADIUS RADIUS Accounting TACACS+

Auth Method PAP CHAP

Backup RADIUS Enable Backup RADIUS support

IP Address*

Port*

Shared Secret*

Confirm Secret*

Figura 74 Configuración servidor RADIUS

1.42.1.2 Configuración de QoS

Para dar prioridad de QoS en el Anexo 3 se muestra los diferentes códigos para habilitar las diferentes configuraciones, los valores por defecto que vienen configurados en el equipo se muestran en la siguiente figura 64:

- Default voice settings:**
- 0xE0 = 1110 0000 which will map to DSCP = 56 (**Network Control**)
 - 0xC0 = 1100 0000 which will map to DSCP = 48 (**Internetwork Control**)
 - 0xB8 = 1011 1000 which will map to DSCP = 46 (**Expedited Forwarding**)
- Default video settings:**
- 0xA0 = 1010 0000 which will map to DSCP = 40 (**Critical**)
 - 0x80 = 1000 0000 which will map to DSCP = 32 (**Flash Override**)

Figura 75 Códigos de QoS (Spectralink, 2013)

Para el ingreso de los códigos se los hace desde el puerto de consola o IP desde la administración.

```
ruckus#
```

```
ruckus# config
```

```
ruckus(config)# system
```

```
ruckus(config-sys)# qos
```

```
ruckus(config-sys-qos)# show
```

```
System QoS:
```

```
ToS Classification-Voice = 0xE0 0xC0 0xB8
```

```
ToS Classification-Video = 0xA0 0x80
```

```
ToS Classification-Data = 0
```

```
ToS Classification-Background = 0
```

```
Tx fail threshold = 50
```

```
heuristics inter-packet-gap Video = 0 65
```

```
heuristics inter-packet-gap Voice = 15 275
```

heuristics packet-length Video = 2200 2201

heuristics packet-length Voice = 70 400

heuristics classification Video = 50000

heuristics classification Voice = 600

heuristics no classification Video = 500000

heuristics no classification Voice = 10000

1.42.1.3 Configuraciones de seguridad.

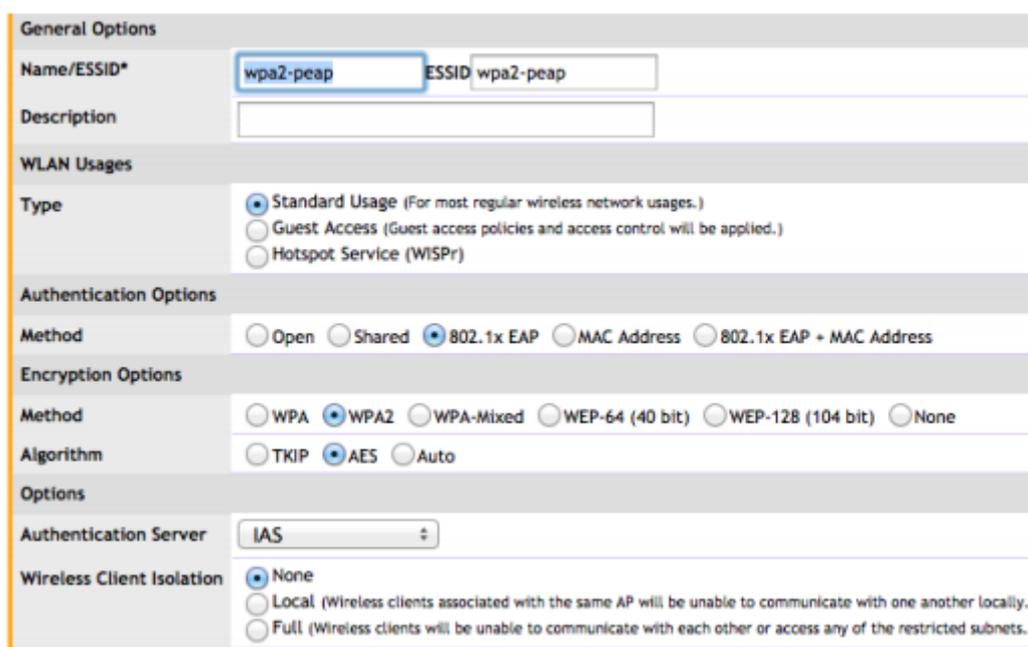
Configuración 1 la red Wlan_alumnos y Wlan_docentes los parámetros de configuración se muestra en la siguiente figura:

- Creación de la nueva WLAN
- ESSID de la red
- Método de autenticación abierta
- Seleccione WPA2
- Algoritmo AES
- Password

Figura 76 configuración Wlan alumnos y profesores (Spectralink, 2013)

Configuración 2 la red Wlan administrativos los parámetros de configuración se muestra en la siguiente figura:

- Creación de la nueva WLAN
- ESSID de la red
- Método de autenticación 802.1x
- Seleccione WPA2
- Algoritmo AES
- Seleccione el nombre del servidor RADIUS creado anterior mente en donde se realizará la autenticación del usuario al momento de conectarse.



The image shows a configuration window for a WLAN. The 'General Options' section includes 'Name/ESSID*' set to 'wpa2-peap' and 'ESSID' also set to 'wpa2-peap'. The 'WLAN Usages' section has 'Type' set to 'Standard Usage'. The 'Authentication Options' section has 'Method' set to '802.1x EAP'. The 'Encryption Options' section has 'Method' set to 'WPA2' and 'Algorithm' set to 'AES'. The 'Options' section has 'Authentication Server' set to 'IAS' and 'Wireless Client Isolation' set to 'None'.

Figura 77 Configuración Wlan- administrativos con 802.1x EAP

Sistema de gestión de seguridad (SGSI) ISO27001

El sistema SGSI ayuda a establecer políticas y procedimientos en relación al objetivo de un negocio de la empresa, el objetivo principal es mantener un nivel de exposición menor a los niveles de riesgo que las empresas han decidido asumir.

ISO27001 preserva la confidencialidad, integridad y disponibilidad

- Confidencialidad: La información no se encuentra expuesta a personas no autorizadas.
- Integridad: mantener la complejidad de la información y sus métodos en el proceso.
- Disponibilidad: permitir la utilización a los sistemas y accesos de la información por parte de los usuarios autorizados. (www.ISO2700.es)

Recomendaciones de implementación de SGSI ISO27001 aplicado a la Universidad de las Américas.

Planificación:

- Incluir un marco legal y objetivos de seguridad de la información en la Universidad.
- Considerar requerimientos legales o contractuales relativos a la seguridad de la información.
- Establecer criterios con los que se evaluara los riesgos.
- La planificación de seguridad debe pasar por la aprobación del directorio.

Identificación de los riesgos:

- Tener claro los activos que forman parte del esquema de la red y que estén dentro del SGSI.
- Identificar las amenazas en relación con los activos.
- Identificar las vulnerabilidades que pueden ser afectadas por amenazas.
- Identificar el impacto que puede provocar en la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los activos.

Análisis y evaluación de los riesgos

- Evaluar el impacto ante un fallo de seguridad ante una pérdida de confidencialidad, integridad o disponibilidad de información.
- Evaluar en tiempo real las probabilidades de ocurrencia de un fallo de seguridad en relación ante amenazas y monitorear los controles implementados.
- Analizar los riesgos presentados o estructurar si es necesario.

1.43 Políticas de uso de la red inalámbrica:

Dentro del análisis de la red inalámbrica realizado no se encontró una política del uso, estas políticas deben estar visibles y en conocimiento de toda la comunidad UDLA, por tal razón se recomendará algunos lineamientos importantes que se deben considerar:

- La red inalámbrica se crea para brindar el acceso a los diferentes servicios que tiene la universidad y la conectividad al internet como medio de consulta. Esta red no es pública, el acceso y uso es exclusiva para la comunidad UDLA.
- Para la conexión a la red Wlan-Estudiantes el estudiante debe conectarse con sus credenciales de acceso disponibles para esta red como son: usuario y clave, esta red estará visible y disponible todo el tiempo, dicho acceso es exclusivo para fines académicos.
- Para la conexión a la red Wlan-Profesores, el docente debe ingresar con sus credenciales de Active Directory suministradas por el administrador de la red. Su acceso es exclusivo para fines académicos y servicios internos de la universidad como: sumar, portal docente, etc.
- Para la conexión a la red Wlan-Administrativos, el usuario debe ingresar con sus credenciales de Active Directory suministradas por el administrador de la red. Su acceso es exclusivo para fines administrativos, académicos y servicios internos de la universidad dependiendo del área en que se encuentre.

Cualquier inconveniente en el acceso a las redes inalámbricas, los técnicos de soporte de nivel 1, ubicados en cada una de las sedes brindará el apoyo necesario.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.44 Conclusiones

El presente trabajo logro cubrir los objetivos propuestos en esta investigación y que será un aporte importante para la UDLA como mejora sobre la red inalámbrica, tomado en consideración el crecimiento de la comunidad en donde abarcan estudiantes, docentes y personal administrativo, el uso frecuente de las redes inalámbricas son ya un aporte muy importante para el desenvolvimiento académico, investigativo y administrativo en sus diversas aplicaciones internas y servicios que están disponibles. Estas también forman un requisito importante para la calificación de las entidades de control para su categorización.

Se pudo identificar el estado actual de la red inalámbrica y su infraestructura tecnológica que posee, en base a la recopilación obtenida se plantean nuevos criterios para el rediseño de la red con equipos de última generación y que serán un aporte importante en rendimiento y escalabilidad.

El diseño propuesto de la red inalámbrica consigue brindar una óptima cobertura inalámbrica en de cada uno de las sedes analizadas y utilizadas en mayor medida por alumnos, docentes y personal administrativo, garantizando servicio, seguridad y fiabilidad.

Los equipos recomendados cumplen con el estándar 802.11n tanto para interiores y exteriores, dan un mejor rendimiento no solo en el control de los dispositivos, como también en tráfico, cobertura y la cantidad de usuarios conectados concurrentemente. Los modelos Ruckus: r300, zf7372 y zf7982 presentan características y mayor cantidad de usuarios conectados simultáneamente.

El diseño propuesto y basándose en el estado actual de la red inalámbrica brinda una cobertura optima garantizando una mejora en el servicio de la red en cada una de las sedes.

Los mapas analizados en cada una de las sedes evidenciaron que las distribuciones de los equipos no soportaban la demanda, razón por la cual se realizó un estudio minucioso de cobertura en cada sede y se plantearon nuevos equipos de última generación con una proyección de crecimiento.

Para el diseño propuesto se plantea un costo referencial de equipos, los cuales mediante el análisis presentado en cada sede brindará una mejora considerable en la red inalámbrica, la renovación total o parcial de los dispositivos dependerá de las autoridades y de los lineamientos que las entidades de control exijan.

1.45 Recomendaciones

Mantener una revisión periódica de los equipos en donde se contemple actualizaciones de firmware, niveles de potencia, verificación que las tomas eléctricas estén polarizados, mantener equipos de respaldo.

La ubicación de los equipos está basada en criterios técnicos de cobertura, señal y calidad en el servicio en áreas donde la concurrencia de usuarios es importante.

Para brindar un mejor servicio de conectividad en los diferentes campus es necesario realizar un cambio de equipos de mejores prestaciones técnicas y con una proyección de crecimiento de la comunidad UDLA.

El acceso a la red inalámbrica a los estudiantes debe ser automática sin validación de credenciales dentro de las áreas en los diferentes campus, respetando políticas de seguridad y de manejo de contenidos que deben tener.

Las redes inalámbricas que se encuentran disponibles para: estudiantes, profesores y personal administrativo, deben tener una información clara y de fácil acceso para que cada usuario pueda acceder a la red que le está permitida y brindar un mejor servicio

REFERENCIAS

- Ampere. (2010). *Ampere Instrumentación y Telemetría*. Recuperado el 10 septiembre del 2016 de <http://www.ampere.mx/dsss-vs-fhss.html>
- Andeu, F., Pellejero, I., & Lesta, A. (2006). Fundamentos y aplicaciones de seguridad redes Wlan. En F. Andeu, I. Pellejero, & A. Lesta, *Fundamentos y aplicaciones de seguridad redes Wlan*. Barcelona, España: Marcombo S.A.
- Arana, J., & Meza, I. (2009). *Implantación de calidad y servicio (QoS) en redes inalámbricas WI-FI*.
- Borja, E., Garzón, D., Cabrera, S., & Gavilanes, I. (2015). Los Números de la UDLA en el 2015. *Mundo UDLA*, 15.
- Bruno Roger, A. E. (2007). *Estándares en Tecnologías Inalámbricas*. Recuperado el 20 octubre 2016 de http://www.itrainonline.org/itrainonline/mmtk/wireless_es/files/02_es_estandares-inalambricos_guia_v02.pdf
- Carballar Falcón, J. (2003).
- Chanel News. (2012). [R](http://www.emb.cl/channelnews/articulo.mvc?xid=2162&tip=1402.11)ecuperado el 10 septiembre del 2016 de <http://www.emb.cl/channelnews/articulo.mvc?xid=2162&tip=1402.11> ac - *El nuevo estándar*.
- Cisco. (2015). *LAN inalámbrica Guía de diseño para entornos de cliente de alta densidad en la Educación Superior*. Recuperado el 14 octubre del 2016 de http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/aironet-1250-series/design_guide_c07-693245.html#wp9001186
- Cisco Systems, A. d. (2006). *Fundamentos de redes inalámbricas*. Madrid (España): Pearson Educación, S.A.
- Colomé, P. (2010). *Fundamentos en redes Inalámbricas*. Recuperado el 16 octubre del 2016 de www.redescisco.net: <http://es.slideshare.net/pcolomes/redes-wireless-redescisconet>

- Cortes, G. A. (s.f.). *Cálculo del ancho de banda*. Recuperado el 10 de octubre 2016 de <http://www.rnds.com.ar/articulos/065/108w.pdf>
- Cruz, M., Martínez, R., & Crespo, Y. (2013). *Análisis de la QoS en redes inalámbricas*. Recuperado el 25 de septiembre del 2016 de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992013000100010
- Forbes. (2014). *802.11ac vs 802.11n WiFi: What's The Difference?* Recuperado el 24 de septiembre del 2013 de <http://www.forbes.com/sites/gordonkelly/2014/12/30/802-11ac-vs-802-11n-wifi-whats-the-difference/#7200b0603785>
- Galeon. (2010). *Principales Estándares 802.11*. Recuperado el 24 de septiembre del 2015 de <http://ieeestandards.galeon.com/aficiones1573579.html>
- García, A. (2008). *Redes WI-Fi*. Madrid: Anaya multimedia.
- Gonzalez, P. L. (2011). *Estudio de aplicabilidad del estándar 802.11n para*. Madrid .
- Homotech. (2010). *Cómo diseñar una red WI-Fi*. Recuperado el 10 de octubre del 2016 de <http://www.homotechcolombia.com/boletines/PDF/DisenarRedWiFi.pdf>
- IEEE. (2015). *Estñandares Inalambricos*. Recuperado el 22 de octubre del 2016 de <http://es.slideshare.net/RIITMO/estndares-inalambricos>
- Lardiez, F., & Santos, A. (2009). *Redes inalámbricas de acceso*. Recuperado el 23 de octubre del 2016 de <http://www.albertolsa.com/wp-content/uploads/2009/07/ria-comparativa-de-ieee-80211-e-ieee80216-francisco-y-alberto.pdf>
- Milagro, F., & Los Santos, A. (2009). *Comparativa de IEEE 802.11 e IEEE802.16 física y de enlace*. Recuperado el 12 de septiembre del 2016 de <http://www.albertolsa.com/wp-content/uploads/2009/07/ria-comparativa-de-ieee-80211-e-ieee80216-francisco-y-alberto.pdf>
- Nabarro, N. (2010). *Antenas inteligentes o "smart antennas"*. Recuperado el 1 de septiembre del 2016 de <http://nubia-anc.blogspot.com/>
- Priscilla Oppenheimer. (2010). Top-Down Network Desing tercera edision. En *Top-Down Network Desing tercera edision* (pág. 7). Indianapolis: Cisco Press.

- Redes Inalámbricas.* (s.f.). Recuperado el 10 de diciembre del 2016 de http://www.academia.edu/6964990/Redes_Inal%C3%A1mbricas_Redres_Inal%C3%A1mbricas
- Rios, T. (2011). *Manejo de Redes.* Recuperado el 1 septiembre del 2016 de <http://manejoredes.blogspot.com/2011/02/topologias-inalambricas-ad-hoc-e.html>
- Spectralink. (2013). *VIEW Certified Configuration Guide -Ruckus® Wireless.* Recuperado el 1 septiembre del 2015 de http://support.spectralink.com/sites/default/files/resource_files/view_ruckus_zonedirector.pdf
- Topologías 802.11.* (2011). Obtenido de <http://www.wlan.com.br/?p=453>
- Vallina, M. B. (2013). Telefonía IP convergencia de datos. En M. B. Vallina, *Infraestructuras de redes de datos y sistemas de telefonía* (pág. 126). España: Paraninfo.
- Werchau, P., & Nazar, P. (s.f.). *Estándar IEEE 802.11 de las Wlan.* Recuperado el 15 de octubre del 2016 de http://www.edutecne.utn.edu.ar/monografias/standard_802_11.pdf
- www.ISO2700.es. (s.f.). *www.ISO2700.es.* Recuperado del 20 diciembre 2016 de http://www.iso27000.es/download/doc_sgsi_all.pdf

ANEXOS

Anexo 1. Porcentaje utilización AP Queri.

Porcentaje de utilización AP QUERI		
AP campus Queri	Radio Type	Peak Channel Utilization (Percentage)
GP3COA	802.11b/g	94
GP3COB	802.11a	92
GP1SOLO	802.11b/g	84
GP1SOLOA	802.11a	77
GP2SOSAA	802.11b/g	100
GP2SOSAB	802.11a	82
GP1SE911	802.11b/g	82
GP1SE911A	802.11a	64
GBBLA1	802.11b/g	100
GBBLA2	802.11a	77
GP1COLB310	802.11b/g	91
GP1COLB310A	802.11a	64
GPBSOA3	802.11b/g	90
GPBSOA3B	802.11a	69
GCEA403	802.11b/g	91
GCEA403B	802.11a	88
GPBAD	802.11b/g	81
GPBADA	802.11a	69
GPBCOF	802.11b/g	96
GPBCOFB	802.11a	72
GP3SE	802.11a	76
GP3SEA	802.11b/g	85

GP1NOLABA	802.11b/g	98
GP1NOLABB	802.11a	77
GSOV	802.11b/g	83
GSOVA	802.11a	79
PBSM3	802.11b/g	93
PBSM3B	802.11a	77
GP4S	802.11b/g	100
GP4SB	802.11a	69
GP3CC	802.11b/g	88
GP3CCB	802.11a	77
GBBLE	802.11b/g	98
GBBLEB	802.11a	74
GSCPAR	802.11b/g	72
GSCPARB	802.11a	68
GP2A	802.11b/g	96
GP2AB	802.11a	78
GP2SE	802.11b/g	99
GP2SEB	802.11a	78
GP2CC	802.11b/g	87
GP2CCB	802.11a	81
GPBBBL	802.11b/g	87
GPBBBLB	802.11a	73
GP3NEAD	802.11b/g	85
GP3NEADB	802.11a	78
GP1CCA	802.11b/g	93

GP1CCB	802.11a	61
GP2CF	802.11b/g	100
GP2CFB	802.11a	78
GP2NO	802.11b/g	98
GP2NOB	802.11a	76
GP2	802.11b/g	95
GP2SCA	802.11a	56
GP2COA	802.11b/g	71
GP2COB	802.11a	66
GP2CEA	802.11b/g	84
GP2CEB	802.11a	78
GP1CEA	802.11b/g	100
GP1CEB	802.11a	81
GSRV	802.11b/g/n	95
GSRVA	802.11a/n	96
GPBFU	802.11b/g/n	94
GPBFUA	802.11a/n	91
GPNAU	802.11b/g/n	92
GPBPC	802.11b/g/n	94
GP2	802.11b/g/n	90
GP3	802.11b/g/n	94
GSIMU	802.11b/g/n	91
GPBOPC	802.11b/g/n	89
GP1SOD	802.11b/g/n	92
GP2SEB	802.11b/g/n	93

GPBCOFF	802.11b/g/n	94
GPNBBLPC	802.11b/g/n	89
GP2SO	802.11b/g/n	95
GP4	802.11b/g/n	85
GP1D	802.11b/g/n	87
GPBOPCBBL	802.11b/g/n	94
GPBCBIO	802.11b/g/n	92
GPBNOFIN	802.11b/g/n	94
GPNSG	802.11b/g/n	94
GP3E	802.11b/g/n	84
GPBAUDD	802.11b/g/n	84
GS1MUC	802.11b/g/n	87
GS1MUCSUR	802.11b/g/n	87
GP220	802.11b/g/n	86
GP3CNA	802.11b/g/n	89
GP3CNB	802.11a/n	77
GPBMAK	802.11b/g/n	89
GPBMKA	802.11a/n	88
GP3A	802.11b/g/n	94
GP3B	802.11a/n	88
GSINO	802.11b/g/n	97
GSINOB	802.11a/n	88
GP1D	802.11b/g/n	95
GP1F	802.11a/n	90
GP1G	802.11b/g/n	94

GP1H	802.11a/n	81
GLABMO	802.11b/g/n	94
GLABMOA	802.11a/n	65
GP3A36	802.11b/g/n	94
GP3A36A	802.11a/n	89
GVI	802.11b/g/n	95
GVIP	802.11a/n	73
GPBSC	802.11b/g/n	93

Anexo 2. Guía de referenciacanales, conexiones y ancho de banda agregado en Mbps

# Canales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
El ancho de banda agregado	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
# Conexiones	600							0.27	0.30	0.33	0.37
	500						0.28	0.32	0.36	0.40	0.44
	400					0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50
	300				0.27	0.33	0.40	0.47	0.53	0.60	0.67
	200		0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
	100		0.40	0.60	0.80	1.00	1.20	1.40	1.60	1.80	2.00
	90		0.44	0.67	0.89	1.11	1.33	1.56	1.78	2.00	2.22
	80		0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
	70		0.57	0.86	1.14	1.43	1.71	2.00	2.29	2.57	2.86
	60		0.67	1.00	1.33	1.67	2.00	2.33	2.67	3.00	3.33
	50		0.80	1.20	1.60	2.00	2.40	2.80	3.20	3.60	4.00
	40	0.02	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
30	0.67	1.33	2.00	2.67	3.33	4.00	4.67	5.33	6.00	6.67	
20	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00	
10	2	4	6	8	10	12	14	16	18.00	20.00	
El ancho de banda agregado	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220
# Canales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
# Canales	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
El ancho de banda agregado	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	
# Conexiones	600	0.40	0.43	0.47	0.50	0.53	0.57	0.60	0.63	0.67	0.70
	500	0.48	0.52	0.56	0.60	0.64	0.68	0.72	0.76	0.80	0.84
	400	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.95	1.00	1.05
	300	0.80	0.87	0.93	1.00	1.07	1.13	1.20	1.27	1.33	1.40
	200	1.20	1.30	1.40	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10
	100	2.40	2.60	2.80	3.00	3.20	3.40	3.60	3.80	4.00	4.20
	90	2.67	2.89	3.11	3.33	3.56	3.78	4.00	4.22	4.44	4.67
	80	3.00	3.25	3.50	3.75	4.00	4.25	4.50	4.75	5.00	5.25
	70	3.43	3.71	4.00	4.29	4.57	4.86	5.14	5.43	5.71	6.00
	60	4.00	4.33	4.67	5.00	5.33	5.67	6.00	6.33	6.67	7.00
	50	4.80	5.20	5.60	6.00	6.40	6.80	7.20	7.60	8.00	8.40
	40	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00	10.50
30	8.00	8.67	9.33	10.00	10.67	11.33	12.00	12.67	13.33	14.00	
20	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00	20.00		
10											
El ancho de banda agregado	240	260	280	300	320	340	360	380	400	420	
# Canales	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	2

Anexo 3 QoS para configuración de Zone Director

<i>DSCP Class</i>	<i>DSCP (hex)</i>	<i>DSCP (dec)</i>	<i>ToS (hex)</i>	<i>ToS Prec. (dec)</i>	<i>ToS Delay Flag</i>	<i>ToS Throughput Flag</i>	<i>ToS Reliability Flag</i>	<i>TOS String Format</i>
none	0x00	0	0x00	0	0	0	0	Routine
cs1	0x08	8	0x20	1	0	0	0	Priority
af11	0x0A	10	0x28	1	0	1	0	Priority
af12	0x0C	12	0x30	1	1	0	0	Priority
af13	0x0E	14	0x38	1	1	1	0	Priority
cs2	0x10	16	0x40	2	0	0	0	Immediate
af21	0x12	18	0x48	2	0	1	0	Immediate
af22	0x14	20	0x50	2	1	0	0	Immediate
af23	0x16	22	0x58	2	1	1	0	Immediate
cs3	0x18	24	0x60	3	0	0	0	Flash
af31	0x1A	26	0x68	3	0	1	0	Flash
af32	0x1C	28	0x70	3	1	0	0	Flash
af33	0x1E	30	0x78	3	1	1	0	Flash
cs4	0x20	32	0x80	4	0	0	0	FlashOverride
af41	0x22	34	0x88	4	0	1	0	FlashOverride
af42	0x34	36	0x90	4	1	0	0	FlashOverride
af43	0x26	38	0x98	4	1	1	0	FlashOverride
cs5	0x28	40	0xA0	5	0	0	0	Critical
ef	0x2E	46	0xB8	5	1	1	0	Critical
cs6	0x30	48	0xC0	6	0	0	0	Internetworkcontrol
cs7	0x38	56	0xE0	7	0	0	0	Networkcontrol

Anexo 4 Características antena Cisco AIR-LAP1131AG-A-K9

Product Specifications for Cisco Aironet 1130AG Access Points	
tem	Specification
Part Number for Individual Access Points	• AIR-AP1131AG-x-K9 (Cisco IOS Software)
	• AIR-LAP1131AG-x-K9 (Cisco Unified Wireless Network Software)
	Note: The Cisco Aironet 1130AG Series may be ordered with Cisco IOS Software to operate as an autonomous AP with Cisco Unified Wireless Network Software using LWAPP. When the 1130AG is operating as a lightweight AP a WLAN controller is required.
	• Regulatory Domains: (x = Regulatory Domain)
	• A = FCC
	• C = China
	• E = ETSI
	• I = Israel
	• J = TELEC (Japan)
	• K = Korea
	• N = North America (Excluding FCC)
	• P = Japan2
	• S = Singapore
	• T = Taiwan
Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country please visit: http://www.cisco.com/go/aironet/compliance	
Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List.	
Part Number for Cisco Green Bulk Packaging	• AIR-AP1131-x-K9-10 (Cisco IOS Software)
	• AIR-LAP1131-xK9-10 (Cisco Unified Wireless Network Software)
	Note: The Cisco Aironet 1130AG Series may be ordered with Cisco IOS Software to operate as an autonomous AP with Cisco Unified Wireless Network Software using LWAPP. When the 1130AG is operating as a lightweight AP a WLAN controller is required.
	• Regulatory Domains: (x = Regulatory Domain)
	• A = FCC
	• E = ETSI
	• Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country please visit: http://www.cisco.com/go/aironet/compliance
Software	• Cisco IOS Software Release 12.3(8) JA or later (autonomous).
	• Cisco IOS Software Release 12.3(11)JX or later (Lightweight Mode).
	• Cisco Unified Wireless Network Software Release 4.0 or later.
Data Rates Supported	• 802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps
	• 802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps

Network Standard	IEEE 802.11a, 802.11b, and 802.11g	
Uplink	Autosensing 802.3 10/100BASE-T Ethernet	
Frequency Band and Operating Channels	Americas (FCC)	
	• 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels	
	• 5.15 to 5.35, 5.725 to 5.825 GHz; 12 channels	
	China	
	• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels	
	• 5.725 to 5.825 GHz; 4 channels	
	ETSI	
	• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels	
	• 5.15 to 5.725 GHz; 19 channels	
	Israel	
	• 2.432 to 2.472 GHz; 9 channels	
	• 5.15 to 5.35 GHz, 8 channels	
	Japan (TELEC)	
	• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)	
	• 2.412 to 2.484 GHz; 14 channels Complementary Code Keying (CCK)	
	• 5.15 to 5.25 GHz; 4 channels	
	Japan-P (TELEC 2 (Japan2) Cnfg)	
	• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)	
	• 2.412 to 2.484 GHz; 14 channels Complementary Code Keying (CCK)	
	• 5.15 to 5.35 GHz, 8 channels	
	Japan-Q	
	• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)	
	• 2.412 to 2.484 GHz; 14 channels Complementary Code Keying (CCK)	
	• 5.15 to 5.35 GHz, 8 channels	
	• 5.470 to 5.725 GHz, 11 channels	
	Korea	
	• 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels	
	• 5.15 to 5.35, 5.46 to 5.72, 5.725 to 5.825, 19 channels	
	North America	
	• 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels	
• 5.15 to 5.35, 5.725 to 5.825 GHz; 12 channels		
Singapore		
• 2.412 to 2.472 GHz, 13 channels		
• 5.15 to 5.35 GHz, 8 channels and 5.725 to 5.825 GHz, 12 channels		
Taiwan		
• 2.412 to 2.462 GHz, 11 channels		
• 5.25-5.35 GHz, 5.725 to 5.825, 7 channels		
Nonoverlapping Channels	802.11a: Up to 19	802.11b/g: 3
	802.11a:	802.11g:
	6 Mbps: -87 dBm	1 Mbps: -93 dBm

Receive Sensitivity (Typical)	9 Mbps: -86 dBm		2 Mbps: -91 dBm			
	12 Mbps: -85 dBm		5.5 Mbps: -88 dBm			
	18 Mbps: -84 dBm		6 Mbps: -86 dBm			
	24 Mbps: -80 dBm		9 Mbps: -85 dBm			
	36 Mbps: -78 dBm		11 Mbps: -85 dBm			
	48 Mbps: -73 dBm		12 Mbps: -84 dBm			
	54 Mbps: -71 dBm		18 Mbps: -83 dBm			
			24 Mbps: -79 dBm			
			36 Mbps: -77 dBm			
			48 Mbps: -72 dBm			
			54 Mbps: -70 dBm			
Available Transmit Power Settings (Maximum Power Setting Will Vary by Channel and According to Individual Country Regulations)	802.11a:		802.11b:		802.11g:	
	OFDM:		CCK:		OFDM:	
	17 dBm (50 mW)		20 dBm (100 mW)		17 dBm (50 mW)	
	15 dBm (30 mW)		17 dBm (50 mW)		14 dBm (25 mW)	
	14 dBm (25 mW)		14 dBm (25 mW)		11 dBm (12 mW)	
	11 dBm (12 mW)		11 dBm (12 mW)		8 dBm (6 mW)	
	8 dBm (6 mW)		8 dBm (6 mW)		5 dBm (3 mW)	
	5 dBm (3 mW)		5 dBm (3 mW)		2 dBm (2 mW)	
	2 mW (2 dBm)		2 dBm (2 mW)		-1 dBm (1 mW)	
	-1 dBm (1 mW)		-1 dBm (1 mW)			
Range	Indoor (Distance Across Open Office Environment):			Outdoor:		
	802.11a:	802.11g:		802.11a:	802.11g:	
	80 ft (24 m) @ 54 Mbps	100 ft (30 m) @ 54 Mbps		100 ft (30 m) @ 54 Mbps	120 ft (37 m) @ 54 Mbps	
	150 ft (45 m) @ 48 Mbps	175 ft (53 m) @ 48 Mbps		300 ft (91 m) @ 48 Mbps	350 ft (107 m) @ 48 Mbps	
	200 ft (60 m) @ 36 Mbps	250 ft (76 m) @ 36 Mbps		425 ft (130 m) @ 36 Mbps	550 ft (168 m) @ 36 Mbps	
	225 ft (69 m) @ 24 Mbps	275 ft (84 m) @ 24 Mbps		500 ft (152 m) @ 24 Mbps	650 ft (198 m) @ 24 Mbps	
	250 ft (76 m) @ 18 Mbps	325 ft (100 m) @ 18 Mbps		550 ft (168 m) @ 18 Mbps	750 ft (229 m) @ 18 Mbps	
	275 ft (84 m) @ 12 Mbps	350 ft (107 m) @ 12 Mbps		600 ft (183 m) @ 12 Mbps	800 ft (244 m) @ 12 Mbps	
	300 ft (91 m) @ 9 Mbps	360 ft (110 m) @ 11 Mbps		625 ft (190 m) @ 9 Mbps	820 ft (250 m) @ 11 Mbps	

	325 ft (100 m) @ 6 Mbps	375 ft (114 m) @ 9 Mbps	650 ft (198 m) @ 6 Mbps	875 ft (267 m) @ 9 Mbps
		400 ft (122 m) @ 6 Mbps		900 ft (274 m) @ 6 Mbps
		420 ft (128 m) @ 5.5 Mbps		910 ft (277 m) @ 5.5 Mbps
		440 ft (134 m) @ 2 Mbps		940 ft (287 m) @ 2 Mbps
		450 ft (137 m) @ 1 Mbps		950 ft (290 m) @ 1 Mbps
Ranges and actual throughput vary based upon numerous environmental factors so individual performance may differ.				
Compliance	Standards			
	Safety			
	• UL 60950-1			
	• CAN/CSA-C22.2 No. 60950-1			
	• UL 2043			
	• IEC 60950-1			
	• EN 60950-1			
	• NIST FIPS 140-2 level 2 validation			
	Radio Approvals			
	• FCC Part 15.247, 15.407			
	• RSS-210 (Canada)			
	• EN 300.328, EN 301.893 (Europe)			
	• ARIB-STD 33 (Japan)			
	• ARIB-STD 66 (Japan)			
	• ARIB-STD T71 (Japan)			
	• AS/NZS 4268.2003 (Australia and New Zealand)			
	EMI and Susceptibility (Class B)			
	• FCC Part 15.107 and 15.109			
	• ICES-003 (Canada)			
	• VCCI (Japan)			
	• EN 301.489-1 and -17 (Europe)			
	Security			
	• 802.11i, WPA2, WPA			
	• 802.1X			
	• AES, TKIP			
	• FIPS 140-2 Pre-Validation List			
• Common Criteria (when running Cisco IOS software)				
Other				
• IEEE 802.11g and IEEE 802.11a				
• FCC Bulletin OET-65C				
• RSS-102				
Antennas	• 2.4 GHz			
	• Gain 3.0 dBi			
	• Horizontal Beamwidth 360°			

	<ul style="list-style-type: none"> • 5 GHz • Gain 4.5 dBi • Horizontal Beamwidth 360° 	
Security	Authentication	
	Security Standards	
	<ul style="list-style-type: none"> • WPA • WPA2 (802.11i) • Cisco TKIP • Cisco message integrity check (MIC) • IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits 	
	802.1X EAP types:	
	<ul style="list-style-type: none"> • EAP-Flexible Authentication via Secure Tunneling (EAP-FAST) • Protected EAP-Generic Token Card (PEAP-GTC) • PEAP-Microsoft Challenge Authentication Protocol Version 2 (PEAP-MSCHAP) • EAP-Transport Layer Security (EAP-TLS) • EAP-Tunneled TLS (EAP-TTLS) • EAP-Subscriber Identity Module (EAP-SIM) • Cisco LEAP 	
	Encryption	
	<ul style="list-style-type: none"> • AES-CCMP encryption (WPA2) • TKIP (WPA) • Cisco TKIP • WPA TKIP • IEEE 802.11 WEP keys of 40 bits and 128 bits 	
	Status LEDs	External:
		<ul style="list-style-type: none"> • Status LED indicates operating state, association status, error/warning condition, boot sequence, and maintenance status
		Internal:
		<ul style="list-style-type: none"> • Ethernet LED indicates activity over the Ethernet, status • Radio LED indicates activity over the radios, status
	Dimensions (H x W x D)	7.5 in. x 7.5 in. x 1.3 in. (19.1 x 19.1 x 3.3 cm)
	Weight	1.5 lb (0.67 kg)
	Environmental	Operating
		<ul style="list-style-type: none"> • Altitude: 0 to 2500m • 32 to 104°F (0 to 40°C) • 10 to 90% humidity (noncondensing)
		Non Operating
		<ul style="list-style-type: none"> • -40 to 158F (-40 to 70C) • Up to 95% humidity (noncondensing)
System Memory		<ul style="list-style-type: none"> • 32 MB RAM • 16 MB FLASH

Anexo 4 .Cisco Aironet 1600 Series Access Points

Product Specifications for Cisco Aironet 1600 Series Access Points

Item	Specification
------	---------------

Part	The Cisco Aironet 1600i Access Point: Indoor environments, with internal antennas
------	---

Number	
--------	--

- AIR-CAP1602I-x-K9 Dual-band controller-based 802.11a/g/n
- AIR-CAP1602I-xK910 Eco-pack (dual-band controller-based 802.11a/g/n) 10 quantity access points
- AIR-SAP1602I-x-K9 Dual-band stand-alone 802.11a/g/n
- AIR-SAP1602I-xK9-5 Eco-pack (dual-band stand-alone 802.11a/g/n) 5 quantity access points

The Cisco Aironet 1600e Access Point: Indoor, challenging environments, with external antennas

- AIR-CAP1602E-x-K9 Dual-band controller-based 802.11a/g/n
- AIR-CAP1602E-xK910 Eco-pack (dual-band 802.11a/g/n) 10 quantity access points
- AIR-SAP1602E-x-K9 Dual-band stand-alone 802.11a/g/n
- AIR-SAP1602E-xK9-5 Eco-pack (dual-band stand-alone 802.11a/g/n) 5 quantity access points

Cisco SMARTnet® Service for the Cisco Aironet 1600 Series Access Point with internal and external antennas

- CON-SNT-C1602Ix - SMARTnet 8x5xNBD 1600i access point (dual-band 802.11 a/g/n, Controller-based), (e.g. CON-SNT-C1602IE for AP1600 internal antenna for E Domain, Controller based)
- CON-SNT-C1602Ex - SMARTnet 8x5xNBD 1600e access point (dual-band 802.11 a/g/n, Controller-based), (e.g. CON-SNT-C1602EA for AP1600 external antenna for A Domain, Controller based)
- CON-SNT-S1602Ix - SMARTnet 8x5xNBD 1600i access point (dual-band 802.11 a/g/n, Stand-alone), (e.g. CON-SNT-S1602IE for AP1600 internal antenna for E Domain, stand-alone)
- CON-SNT-S1602Ex - SMARTnet 8x5xNBD 1600e access point (dual-band 802.11 a/g/n, Stand-alone), (e.g. CON-SNT-S1602EA for AP1600 external antenna for A Domain, Stand-alone)

Cisco Wireless LAN Services

- [AS-WLAN-CNSLTCisco Wireless LAN Network Planning and Design Service](#)
- [AS-WLAN-CNSLTCisco Wireless LAN 802.11n Migration Service](#)
- [AS-WLAN-CNSLTCisco Wireless LAN Performance and Security Assessment Service](#)

Regulatory domains: (x = regulatory domain)

[Customers are responsible for verifying approval for use in their individual countries. To verify approval and to identify the regulatory domain that corresponds to a particular country, please visit: http://www.cisco.com/go/aironet/compliance.](http://www.cisco.com/go/aironet/compliance)

Not all regulatory domains have been approved. As they are approved, the part numbers will be available on the Global Price List.

- Software
- Cisco Unified Wireless Network Software (available in Q4CY12)
 - Cisco IOS® Software Release(available in Q4CY12)
- 802.11n
- 3 x 3 multiple-input multiple-output (MIMO) with two spatial streams
 - Maximal ratio combining (MRC)
 - 20- and 40-MHz channels
 - PHY data rates up to 300 Mbps
 - Packet aggregation: A-MPDU (Tx/Rx), A-MSDU (Tx/Rx)
 - 802.11 dynamic frequency selection (DFS) (Bin 5)
 - Cyclic shift diversity (CSD) support

Data Rates Supported 802.11a: 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps
 802.11g: 1, 2, 5.5, 6, 9, 11, 12, 18, 24, 36, 48, and 54 Mbps

[802.11n data rates \(2.4 GHz\[1\] and 5 GHz\):](#)

	MCS Index[2]		GI[3]= 800ns		GI = 400ns	
	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)	20-MHz Rate (Mbps)	40-MHz Rate (Mbps)
0	6.5	13.5	7.2	15		
1	13	27	14.4	30		
2	19.5	40.5	21.7	45		
3	26	54	28.9	60		
4	39	81	43.3	90		
5	52	108	57.8	120		
6	58.5	121.5	65	135		
7	65	135	72.2	150		
8	13	27	14.4	30		
9	26	54	28.9	60		

10	39	81	43.3	90
11	52	108	57.8	120
12	78	162	86.7	180
13	104	216	115.6	240
14	117	243	130	270
15	130	270	144.4	300

Frequency Band and 20-MHz Operating Channels

- A Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
 - 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels
- (excludes 5.600 to 5.640 GHz)
- 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels
- C Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels
 - 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels
- E Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
 - 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels
- (excludes 5.600 to 5.640 GHz)
- I Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
- K Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
 - 5.500 to 5.620 GHz; 7 channels
 - 5.745 to 5.805 GHz; 4 channels

- N Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
 - 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels
- Q Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
 - 5.500 to 5.700 GHz; 11 channels
- R Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
 - 5.660 to 5.700 GHz; 3 channels
 - 5.745 to 5.805 GHz; 4 channels
- S Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.472 GHz; 13 channels
 - 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
 - 5.500 to 5.700 GHz; 11 channels
 - 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels
- T Regulatory Domain:
- 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels
 - 5.280 to 5.320 GHz; 3 channels
 - 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels

(excludes 5.600 to 5.640 GHz)

- 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels

Z Regulatory Domain:

- 2.412 to 2.462 GHz; 11 channels
- 5.180 to 5.320 GHz; 8 channels
- 5.500 to 5.700 GHz; 8 channels

(excludes 5.600 to 5.640 GHz)

- 5.745 to 5.825 GHz; 5 channels

Note: This varies by regulatory domain. Refer to the product documentation for specific details for each regulatory domain.

Maximum Number of Nonoverlapping Channels	2.4 GHz	5 GHz
	• 802.11b/g: <ul style="list-style-type: none">◦ 20 MHz: 3	• 802.11a: <ul style="list-style-type: none">◦ 20 MHz: 24
	• 802.11n: <ul style="list-style-type: none">◦ 20 MHz: 3	• 802.11n: <ul style="list-style-type: none">◦ 20 MHz: 24◦ 40 MHz: 11

Note: This varies by regulatory domain. Refer to the product documentation for specific details for each regulatory domain.

Receive Sensitivity	2.4 GHz	2.4 GHz	5 GHz
	802.11b	802.11g	802.11a
	-101 dBm @ 1 Mb/s	-93 dBm @ 6 Mb/s	-92 dBm @ 6 Mb/s
	-99 dBm @ 2 Mb/s	-93 dBm @ 9 Mb/s	-91 dBm @ 9 Mb/s
	-92 dBm @ 5.5 Mb/s	-92 dBm @ 12 Mb/s	-91 dBm @ 12 Mb/s
	-89 dBm @ 11 Mb/s	-90 dBm @ 18 Mb/s	-89 dBm @ 18 Mb/s
		-87 dBm @ 24 Mb/s	-86 dBm @ 24 Mb/s
		-85 dBm @ 36 Mb/s	-83 dBm @ 36 Mb/s
		-80 dBm @ 48 Mb/s	-79 dBm @ 48 Mb/s
		-79 dBm @ 54 Mb/s	-78 dBm @ 54 Mb/s
	2.4 GHz	5 GHz	5 GHz

802.11n (HT20)	802.11n (HT20)	802.11n (HT40)
-93 dBm @ MCS0	-92 dBm @ MCS0	-88 dBm @ MCS0
-91 dBm @ MCS1	-89 dBm @ MCS1	-87 dBm @ MCS1
-89 dBm @ MCS2	-88 dBm @ MCS2	-85 dBm @ MCS2
-86 dBm @ MCS3	-85 dBm @ MCS3	-82 dBm @ MCS3
-83 dBm @ MCS4	-82 dBm @ MCS4	-79 dBm @ MCS4
-78 dBm @ MCS5	-77 dBm @ MCS5	-74 dBm @ MCS5
-77 dBm @ MCS6	-76 dBm @ MCS6	-73 dBm @ MCS6
-76 dBm @ MCS7	-75 dBm @ MCS7	-72 dBm @ MCS7
-93 dBm @ MCS8	-91 dBm @ MCS8	-88 dBm @ MCS8
-90 dBm @ MCS9	-88 dBm @ MCS9	-86 dBm @ MCS9
-88 dBm @ MCS10	-87 dBm @ MCS10	-84 dBm @ MCS10
-85 dBm @ MCS11	-84 dBm @ MCS11	-81 dBm @ MCS11
-81 dBm @ MCS12	-81 dBm @ MCS12	-78 dBm @ MCS12
-77 dBm @ MCS13	-76 dBm @ MCS13	-73 dBm @ MCS13
-76 dBm @ MCS14	-75 dBm @ MCS14	-72 dBm @ MCS14
-74 dBm @ MCS15	-73 dBm @ MCS15	-70 dBm @ MCS15

- Maximum Total Transmitted Power
- 2.4 GHz
 - 802.11b
 - 22 dBm (3 antennas enabled)
 - 802.11g
 - 22 dBm (3 antennas enabled)
 - 802.11n (HT20)
 - 22 dBm (3 antennas enabled)

- 5 GHz
 - 802.11a
 - 22 dBm (3 antennas enabled)
 - 802.11n non-HT duplicate mode
 - 22 dBm (3 antennas enabled)
 - 802.11n (HT20)
 - 22 dBm (3 antennas enabled)
 - 802.11n (HT40)
 - 22 dBm (3 antennas enabled)

Note: The maximum power setting will vary by channel and according to individual country regulations. Refer to the product documentation for specific details.

Available Total Transmitt Power Settings	2.4 GHz			5 GHz		
	Enabled antennas:					
	1	2	3	1	2	3
	17 dBm	20 dBm	22 dBm	17 dBm	20 dBm	22 dBm
	14 dBm	17 dBm	19 dBm	14 dBm	17 dBm	19 dBm
	11 dBm	14 dBm	16 dBm	11 dBm	14 dBm	16 dBm
	8 dBm	11 dBm	13 dBm	8 dBm	11 dBm	13 dBm
	5 dBm	8 dBm	10 dBm	5 dBm	8 dBm	10 dBm
	2 dBm	5 dBm	7 dBm	2 dBm	5 dBm	7 dBm

Note: The maximum power setting will vary by channel and according to individual country regulations. Refer to the product documentation for specific details.

- Integrated Antenna
- 2.4 GHz, gain 4.0 dBi, horizontal beamwidth 360°
 - 5 GHz, gain 4.0 dBi, horizontal beamwidth 360°

- External Antenna (Sold Separately)
- Certified for use with antenna gains up to 6 dBi (2.4 GHz and 5 GHz)

- Cisco offers the industry's broadest selection of 802.11n antennas delivering optimal coverage for a variety of deployment scenarios

- Interfaces
- 10/100/1000BASE-T autosensing (RJ-45)
 - Management console port (RJ-45)

- Indicators
- Status LED indicates boot loader status, association status, operating status, boot loader warnings, boot loader errors

- Dimensions
- Access point (without mounting bracket): 8.7 x 8.7 x 1.84 in. (22.1 x 22.1 x 4.7 cm)

(W x L x H)

- Weight
- 1.9 lbs. (0.86 kg)

Cisco Aironet 1600i

- Environmental
- Nonoperating (storage) temperature: -22 to 158°F (-30 to 70°C)
 - Nonoperating (storage) Altitude Test -25°C, 15,000 ft.
 - Operating temperature: 32 to 104°F (0 to 40°C)
 - Operating humidity: 10 to 90% percent (noncondensing)
 - Operating Altitude Test -40°C, 9843 ft.

Cisco Aironet 1600e

- Nonoperating (storage) temperature: -22 to 158°F (-30 to 70°C)
- Nonoperating (storage) Altitude Test - 25°C, 15,000 ft.
- Operating temperature: -4 to 122°F (-20 to 50°C)
- Operating humidity: 10 to 90 percent (noncondensing)
- Operating Altitude Test -40°C, 9843 ft

- System Memory
- 256 MB DRAM
 - 32 MB flash

Network Planning Report

Generation Time: 2016-07-27
 Location View Name: Colón PB reporte antenas nuevas

Device Information

AP Name	Model	Vendor	Coordinate	Radio ID	Radio Type	Channel	Power (dBm)	Antenna	Angle
1141_4	9550	H3C	132 - 216	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141-5	9550	H3C	126 - 84	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141-7	9550	H3C	467 - 196	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	180
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141-6	9550	H3C	1016 - 213	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	180
1141-8	9550	H3C	667 - 191	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	180
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	180
9550_2	9550	H3C	981 - 49	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
9550_1	9550	H3C	996 - 122	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141_1	9550	H3C	713 - 306	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141_3	9550	H3C	664 - 419	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0
1141_2	9550	H3C	774 - 415	1	802.11an	149	21	ANT-2503C	0
				2	802.11gn	1	22	ANT-2503C	0

Device List

Device List

Model	Vendor	Quantity
9550	H3C	10

Antenna List

Model	Vendor	Quantity
ANT-2503C	H3C	20

Virtual AP Location

5GHz Signal Coverage by Signal Strength

2.4GHz Signal Coverage by Signal Strength

5GHz Signal Coverage by Rate

2.4GHz Signal Coverage by Rate

5GHz Signal Coverage by Channel



2.4GHz Signal Coverage by Channel



Anexo 6 Características RUCKUS 7372

ZoneFlex™ 7372

ACCESS POINTS WI-FI INTELIGENTE 802.11N DE BANDA DUAL

Especificaciones

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Entrada de CC: 12 V CC – 1,0A Alimentación a través de Ethernet 802.3.3af
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> 15,8 cm x 15,8 cm x 4 cm (6,2 in x 6,2 in x 1,57 in)
PESO	<ul style="list-style-type: none"> 350 g (0,77 lb)
PUERTOS ETHERNET	<ul style="list-style-type: none"> 1 puerto-MDX, detección automática 10/100/1000 Mbps, RJ-45, puerto PoE 1 puerto, auto MDX, detección automática 10/100 Mbps, RJ-45
OPCIONES DE BLOQUEO	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismo de cerrojo oculto Bloqueo Kensington Barras en T Torx Soporta (902-0108-0000) Tornillo y candado Torx
CONDICIONES DEL ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de funcionamiento: 0 °C - 50 °C Humedad de funcionamiento: 10% – 95 % sin condensación
CONSUMO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Entrada de CC <ul style="list-style-type: none"> Inactividad: 1,5W Típico: 3,5W Pico: 6W Alimentación a través de la entrada de Ethernet <ul style="list-style-type: none"> Inactividad: 1,5W Típico: 3,5W Pico: 6W

RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
EMISIONES UDP	<ul style="list-style-type: none"> 225 Mbps (HT40) / 120Mbps (HT20)
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 500 clientes por AP
CLIENTES DE VOIP SIMULTÁNEOS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 30

RF	
ANTENA	<ul style="list-style-type: none"> Antena adaptativa que proporciona hasta 128 patrones de antenas únicos Diversidad completa de polarización omnidireccional
GANANCIA DE ANTENA FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 3 dBi (2,4 y 5 GHz)
GANANCIA TX SINR BEAMFLEX*	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 4 dBi
GANANCIA BEAMFLEX* SINR RX	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 4 dBi (FD-MRC)
REDUCCIÓN DE INTERFERENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 10 dBi
SENSIBILIDAD RX MÍNIMA	<ul style="list-style-type: none"> Hasta -101 dBiM

*Las ganancias de BeamFlex con respecto al nivel de sistema estadístico que se traducen a SINR mejorado sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes.

ADMINISTRACIÓN	
OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Independiente (administrado de forma individual) Administrado por ZoneDirector Administrado por FlexMaster Administrado por el SmartCell™ Gateway 200
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz de usuario web (HTTP/S) CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3 TR-069 a través de FlexMaster
ACTUALIZACIONES AUTOMÁTICAS DE SOFTWARE DEAP	<ul style="list-style-type: none"> FTP o TFTP; automatización remota disponible

Copyright © 2014, Ruckus Wireless, Inc. Todos los derechos reservados. Ruckus Wireless y el diseño de Ruckus Wireless están registrados en la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos. Ruckus Wireless, el logotipo de Ruckus Wireless, BeamFlex, ZoneFlex, FlexMaster, ZoneDirector, SpaceFlex, SmartCell y DynamicFSK son marcas comerciales de Ruckus Wireless, Inc. en Estados Unidos y otros países. Todos los demás nombres comerciales mencionados en este documento o este sitio web son propiedad de sus respectivos dueños. Folio 6

WI-FI	
ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11a/b/g/n 2,4 GHz y 5 GHz
VELOCIDADES DE DATOS ADMITIDAS	<ul style="list-style-type: none"> 802.11n: 6,5 Mbps – 130 Mbps (20 MHz) 6,5 Mbps – 300 Mbps (40 MHz) 802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6Mbps* 802.11b: 11; 5,5; 2 y 1 Mbps 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps
CADENAS DE RADIO	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 2
FLUJOS ESPACIALES	<ul style="list-style-type: none"> 2
POTENCIA DE SALIDA RF (Agregado)	<ul style="list-style-type: none"> 26 dBm para 2,4 GHz† 24 dBm para 5 GHz†
CANALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 20MHz y/o 40MHz
BANDA DE FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11 a/b/g/n: 2,4 – 2,484 GHz I IEEE 802.11a/n: 5,15 – 5,25 GHz; 5,25 – 5,35 GHz; 5,47 – 5,725 GHz; 5,725 – 5,85 GHz
CANALES OPERATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> EE. UU./Canadá: 1-11, Europa (ETSI): X30; 1-13, Japón: X41: 1-13 Canales de 5 GHz: Según el país
BSSID	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 27 por radio
AHORRO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Soportado
SEGURIDAD INALÁMBRICA	<ul style="list-style-type: none"> WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i Autenticación a través de 802.1X con ZoneDirector, base de datos de autenticación local, soporta RADIUS y Active Directory
CERTIFICACIONES*	<ul style="list-style-type: none"> EE. UU., Europa, Australia, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Perú, Filipinas, Arabia Saudita, Singapur, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam Cumple con WEEE/RoHS EN-60601-1-2 (para aplicaciones médicas) Certificación Wi-Fi Alliance EN50121-1 EMC para aplicaciones ferroviarias EN50121-4 Inmunidad para aplicaciones ferroviarias IEC 61373 Choque y vibración para aplicaciones ferroviarias

†La potencia máxima varía según el país

*Consulta la lista de países para obtener las listas de certificaciones más reciente del país

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
Access Point 802.11n Wi-Fi inteligente ZoneFlex 7372	
801-7372-XX00	Banda dual concurrente 802.11n AP, sin fuente de administración
801-7372-XX50	7372-E, Banda dual concurrente 802.11n AP, sin fuente de administración
Accesorios opcionales	
802-0108-0000	Soporta de montaje de repuesto
802-0173-XXYY	Fuente de alimentación, enchufe de pared AC/DC, 100-240Vac 50/60Hz
802-0182-XXYY	Inyector PoE (vendido en cantidades de 10 o 100)
811-0803-VPO2	Par de antena de banda dual para Interiores, 3 dBi omnidireccional
811-0605-OP-01	Antena polarizada cruzada de banda dual para Interiores, sector 5 dBi

TENGA EN CUENTA: Cuando haga el pedido de los AP Interiores de Ruckus, debe especificar la región de destino indicando -US, -L o -WW en lugar de XX. Cuando pida Inyectores PoE o fuentes de alimentación, debe especificar la región de destino con -US, -EU, -AU, -BR, -CN, -IN, -JP, -KR, -SA, -UK o -LN en lugar de XX.



Ruckus Wireless, Inc.
260 West Java Drive
Sunnyvale, CA 94089 USA
Tel +1 (855) 265-4200 / Fax +1 (408) 728-2065

www.ruckuswireless.com

Anexo 7 Características Ruckus 7982

ZoneFlex™ 7982

AP SMART WI-FI 802.11N

DOBLE BANDA 3X3:3

Especificaciones

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Entrada de CC: 12 V CC – 1,5 A PoE: Compatible con 802.3af/at
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> 20,3 cm (L), 20,3 cm (A), 5 cm (H)
PESO	<ul style="list-style-type: none"> 1 kg (2,25 lb)
RF	<ul style="list-style-type: none"> Conjunto de antenas adaptables que proporcionan más de 3000 patrones de antena únicos Ganancia de antena física: 3 dBi (2,4 y 5 GHz) Ganancia Tx SINR BeamFlex+: hasta 6dB Ganancia Rx SINR BeamFlex+: Hasta 4 dB Mitigación de interferencia: hasta 15 dB Sensibilidad Rx mínima: -101 dBm
PUERTOS ETHERNET	<ul style="list-style-type: none"> 2 puertos, auto MDX, detección automática 10/100/1000 Mbps, RJ-45 Alimentación a través de Ethernet (802.3af/at) con cable de categoría 5/5e/6
CONDICIONES DEL ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de funcionamiento: 32 °F (0 °C) - 122 °F (50 °C) Humedad de funcionamiento: hasta 95 % sin condensación
CONSUMO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> 5 W (mínimo) 7 W (típico) 13 W (máximo)
RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
VELOCIDADES DE DATOS FÍSICOS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 450 Mbps por radio
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 500 clientes por AP
CLIENTES DE VoIP SIMULTÁNEOS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 60 (soporte 802.11e/WMM), 30 por radio
ARQUITECTURA DE RED	
IP	<ul style="list-style-type: none"> IPv4, IPv6, doble pila
VLAN	<ul style="list-style-type: none"> 802.1Q (1 por BSSID o dinámica, por usuario basado en RADIUS) Estática
802.1X PARA PUERTOS CON CABLE	<ul style="list-style-type: none"> Verificador Solicitante
TUNELIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> L2TP, PPPoE
MULTIMEDIA Y CALIDAD DE SERVICIO	
802.11e/WMM	<ul style="list-style-type: none"> Admitido
COLAS DE SOFTWARE	<ul style="list-style-type: none"> Por prioridad de WLAN (2), por tipo de tráfico (4), por cliente
CLASIFICACIÓN DE TRÁFICO	<ul style="list-style-type: none"> Automático, heurístico y basado en TOS o definido según VLAN
LIMITACIÓN DE VELOCIDAD	<ul style="list-style-type: none"> Dinámica por usuario o por WLAN
ADMINISTRACIÓN	
OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Independiente (administrado de forma individual) Administrado por ZoneDirector Administrado por FlexMaster
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz de usuario web (HTTP/S) CLI (Telnet/SSH-), SNMP v1, 2, 3 TR-069 a través de FlexMaster
ACTUALIZACIONES DE SOFTWARE AUTOMÁTICAS	<ul style="list-style-type: none"> FTP o TFTP, automatización remota disponible

WI-FI	
ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11a/b/g/n Funcionamiento en simultáneo de 2,4 GHz y 5 GHz
VELOCIDADES DE DATOS ADMITIDAS	<ul style="list-style-type: none"> 802.11n: 6,5 Mbps – 216,7 Mbps (20 MHz) 13,5 Mbps – 450 Mbps (40 MHz) 802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps 802.11b: 11; 5,5; 2 y 1 Mbps 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps
CADENAS DE RADIO/ FLUJOS	<ul style="list-style-type: none"> 3 x 3:3
POTENCIA DE RF	<ul style="list-style-type: none"> Potencia de transmisión máxima (1) de 28 dBm en 2,4 GHz; 28 dBm en 5 GHz
CANALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 20 MHz y/o 40 MHz
BANDA DE FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11n: 2,4 – 2,484 GHz y 5,15 – 5,85 GHz IEEE 802.11a: 5,15 – 5,85 GHz IEEE 802.11b: 2,4 – 2,484 GHz
CANALES OPERATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> EE, UU./Canadá 1-11, Europa (ETSI X30): 1-13, Japón X41: 1-13 Canales de 5 GHz: Según el país
BSSID	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 32 por radio (64 en total)
AHORRO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Admitido
SEGURIDAD INALÁMBRICA	<ul style="list-style-type: none"> WEP, WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i Verificación a través de 802.1X, base de datos de autenticación local, admite RADIUS, LDAP y Active Directory
CERTIFICACIONES ⁴	<ul style="list-style-type: none"> EE, UU., Europa, Canadá Cumple con WEEE/RoHS EN 60601-1-2 Certificación Wi-Fi Alliance Certificación Plenum UL 2043
CERTIFICACIONES PARA RED SUBTERRÁNEA Y FERROVIARIA	<ul style="list-style-type: none"> EN50121-1 EMC EN50121-4 Inmunidad Choque y vibración IEC 61373

¹ La energía máxima varía según la configuración, banda y velocidad MCS de cada país

² Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estadísticos (incluida la Tx/Rx), que se traducen a SINR mejorado aquí y sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes

³ La sensibilidad de Rx varía según la banda, el ancho del canal y la velocidad de MCS

⁴ Consulte la lista de precios para conocer el estado actual de las certificaciones detalladas del país

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
Access Point 802.11n de doble banda ZoneFlex 7982	
901-7982-XX00	Access Point inalámbrico 802.11n de doble banda (5 GHz y 2,4 GHz simultáneos) ZoneFlex, flujos 3x3:3, conjunto de antenas adaptables, puertos dobles, admite PoE. No incluye adaptador de alimentación.
Accesorios opcionales	
902-0162-XXYY	Inyector PoE (90 - 264 V CA 47-63 Hz)
902-0169-XX10, XX11	Fuente de alimentación (90 - 264 V CA 47-63 Hz)

PAR FAVOR, TENGA EN CUENTA: Cuando pida AP interiores de ZoneFlex, debe especificar la región de destino con -US o -WW en lugar de XX. Cuando pida Inyectores PoE o fuentes de alimentación, debe especificar la región de destino con -US, -EU, -AU, -BR, -CN, -IN, -JP, -KR, -SA, -UK o -UN en lugar de -XX.



www.ruckuswireless.com

Copyright © 2013, Ruckus Wireless, Inc. Todos los derechos reservados. Ruckus Wireless y el diseño de Ruckus Wireless están registrados en la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos. Ruckus Wireless, el logotipo de Ruckus Wireless, BeamFlex, ZoneFlex, MediaFlex, FlexMaster, ZoneDirector, SpeedFlex, SmartCast, SmartCall, CharmalFly y Dynamic PSK son marcas comerciales de Ruckus Wireless, Inc. en Estados Unidos y otros países. Todas las demás marcas comerciales mencionadas en este documento o esta página web son propiedad de sus respectivos dueños. 801-70701-001 rev 04

Ruckus Wireless, Inc.
350 West Java Drive
Sunnyvale, CA 94089 USA
Tel +1 (650) 265-4200 \ Fax +1 (408) 738-2065

ZoneFlex™ R300

ACCESS POINTS WI-FI INTELIGENTE
802.11N DE BANDA DUAL

Especificaciones

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS	
ALIMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Entrada de CC: 12 V CC – 1,0A Alimentación a través de Ethernet 802.3.3af
TAMAÑO FÍSICO	<ul style="list-style-type: none"> 13cm (L), 13cm (A), 2,8cm (H) 5,1 in (L), 5,1 in (A), 1,1 in (H)
PESO	<ul style="list-style-type: none"> 215 gramos (0,474 lbs.)
PUERTOS ETHERNET	<ul style="list-style-type: none"> 1 auto-MDX, detección automática 10/100/1000 Mbps, RJ-45, puerto PoE
OPCIONES DE BLOQUEO	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismo de cerrojo oculto Bloqueo Kensington Barra en T Torx
CONDICIONES DEL ENTORNO	<ul style="list-style-type: none"> Temperatura de funcionamiento: 0°C - 40°C Humedad de funcionamiento: 10% – 95 % sin condensación
CONSUMO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Entrada de CC <ul style="list-style-type: none"> Inactividad: 1,6W Típico: 3,6W Pico: 8,4W Alimentación a través de la entrada de Ethernet <ul style="list-style-type: none"> Inactividad: 3,4W Típico: 5,3W Pico: 9,7W

RENDIMIENTO Y CAPACIDAD	
VELOCIDAD MÁXIMA DE CAPA FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> 300 Mbps por radio
ESTACIONES SIMULTÁNEAS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 256 clientes por AP
CLIENTES DE VoIP SIMULTÁNEOS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 30

RF	
ANTENA	<ul style="list-style-type: none"> Antena adaptativa que proporciona hasta 128 patrones de antenas únicos 64 patrones por banda
POTENCIA DE SALIDA RF (Agregado)	<ul style="list-style-type: none"> 26 dBm para 2.4 GHz† 24 dBm para 5GHz†
GANANCIA DE ANTENA FÍSICA	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 3 dBi por flujo espacial
GANANCIA TX SINR BEAMFLEX*	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 4 dB
REDUCCIÓN DE INTERFERENCIAS	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 10 dB
SENSIBILIDAD RX MÍNIMA	<ul style="list-style-type: none"> Hasta -101 dBm

*Las ganancias de BeamFlex son efectos de nivel de sistema estadísticos que se traducen a SINR mejorado sobre la base de las observaciones en el tiempo en condiciones del mundo real con varios AP y muchos clientes

ADMINISTRACIÓN	
OPCIONES DE IMPLEMENTACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Independiente (administrado de forma individual) Administrado por ZoneDirector 5000 (9.8.1 y superior) Administrado por FlexMaster Administrado por el SmartCell™ Gateway 200 (2.5.1 y superior)
CONFIGURACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> Interfaz de usuario web (HTTP/S) CLI (Telnet/SSH), SNMP v1, 2, 3 TR-069 a través de FlexMaster
ACTUALIZACIONES AUTOMÁTICAS DE SOFTWARE DE AP	<ul style="list-style-type: none"> FTP o TFTP, automatización remota disponible

WI-FI	
ESTÁNDARES	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11a/b/g/n 2,4 GHz y 5 GHz
VELOCIDADES DE DATOS ADMITIDAS	<ul style="list-style-type: none"> 802.11n: 6,5 Mbps – 130 Mbps (20 MHz) 6,5 Mbps – 300 Mbps (40 MHz) 802.11a: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6Mbps* 802.11b: 11; 5,5; 2 y 1 Mbps 802.11g: 54, 48, 36, 24, 18, 12, 9 y 6 Mbps
CADENAS DE RADIO	<ul style="list-style-type: none"> 2 x 2
FLUJOS ESPACIALES	<ul style="list-style-type: none"> 2
CANALIZACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> 20MHz y/o 40MHz
BANDA DE FRECUENCIA	<ul style="list-style-type: none"> IEEE 802.11 b/g/n: 2,4 – 2,484 GHz IEEE 802.11a/n: 5,15 – 5,25 GHz; 5,25 – 5,35 GHz; 5,47 – 5,725 GHz; 5,725 – 5,85 GHz
CANALES OPERATIVOS	<ul style="list-style-type: none"> EE. UU./Canadá 1-11, Europa (ETSI X30): 1-13, Japón X41: 1-13 Canales de 5 GHz: Según el país
BSSID	<ul style="list-style-type: none"> Hasta 27 configurables por el usuario
AHORRO DE ENERGÍA	<ul style="list-style-type: none"> Soportado
SEGURIDAD INALÁMBRICA	<ul style="list-style-type: none"> WPA-PSK, WPA-TKIP, WPA2 AES, 802.11i Autenticación a través de 802.1X con ZoneDirector, base de datos de autenticación local, soporta RADIUS y Active Directory
CERTIFICACIONES**	<ul style="list-style-type: none"> EE. UU., Europa, Australia, Brasil, Canadá, Chile, China, Colombia, Costa Rica, Hong Kong, India, Indonesia, Israel, Japón, Corea, Malasia, México, Nueva Zelanda, Perú, Filipinas, Arabia Saudita, Singapur, Sudáfrica, Taiwán, Tailandia, Emiratos Árabes Unidos, Vietnam Cumple con WEEE/RoHS EN-60601-1-2 (Médico) Certificación Wi-Fi Alliance WFA programada

†La potencia máxima varía según el país

** Para conocer el estado de certificación actual consulte la lista de precios

Información de pedido del producto

MODELO	DESCRIPCIÓN
Access Point 802.11n Wi-Fi inteligente ZoneFlex R300	
901-R300-XXXX	Banda dual concurrente 802.11n AP, sin fuente de administración
Accesorios opcionales	
902-0173-XXXX	Adaptador de corriente, tomacorriente de pared CA/CC, 100-240 VAC 50/60Hz (XX puede ser US, EU, AR, AU, BR, CN, IN, KR, SA, UK, UN)
902-0162-XXXX	inyector PoE (se venden en cantidades de 10 o 100); (XX puede ser US, EU, UK, AU, CH o IN)

TENGA EN CUENTA: Cuando pida AP interiores de ZoneFlex, debe especificar la región de destino con -US o -WW en lugar de XX.



www.ruckuswireless.com

Copyright © 2015, Ruckus Wireless, Inc. Todos los derechos reservados. Ruckus Wireless y el diseño de Ruckus Wireless están registrados en la Oficina de patentes y marcas de Estados Unidos. Ruckus Wireless, el logotipo de Ruckus Wireless, BeamFlex, ZoneFlex, MediaFlex, FlexMaster, ZoneDirector, SpeedFlex, SmartCast y Dynamic PSK son marcas comerciales de Ruckus Wireless, Inc. en Estados Unidos y otros países. Todas las demás marcas comerciales mencionadas en este documento o este sitio web son propiedad de sus respectivos dueños. Rev 012

Ruckus Wireless, Inc.
350 West Java Drive
Sunnyvale, CA 94089 USA
Tel +1 (650) 265-4200 \ Fax +1 (408) 738-2065

