



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO
MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES

TÍTULO DE LA TESIS:

IMPACTO TECNOLÓGICO DE LOS DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS
RUCKUS EN LA UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE MACHALA.

Previa la obtención del Grado Académico de Magíster en
Telecomunicaciones

ELABORADO POR:

Ing. Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio

Guayaquil, a los 25 días del mes octubre año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por el Magíster Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio como requerimiento parcial para la obtención del Grado Académico de Magíster en Telecomunicaciones.

Guayaquil, a los 25 días del mes octubre año 2016

DIRECTOR DE TESIS

MSc. Edwin Fernando Palacios Meléndez

REVISORES:

MSc. Néstor Armando Zamora Cedeño.

MSc. Luis Silvio Córdova Rivadeneira

DIRECTOR DEL PROGRAMA

MSc. Manuel Romero Paz



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio**

DECLARÓ QUE:

La tesis **“Impacto Tecnológico de los dispositivos inalámbricos Ruckus en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala”**, previo a la obtención del grado Académico de Magíster, ha sido desarrollada en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico de la tesis del Grado Académico en mención.

Guayaquil, a los 25 días del mes octubre año 2016

EL AUTOR

Ing. Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO

AUTORIZACIÓN

Yo, **Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución de la Tesis de Maestría titulada: “**Impacto Tecnológico de los dispositivos inalámbricos Ruckus en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 25 días del mes octubre año 2016

EL AUTOR

Ing. Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio

REPORTE DE URKUND

URKUND

Documento [Tesis UCSG OECV 2015.docx](#) (D20868157)

Presentado 2016-06-14 10:38 (-05:00)

Presentado por oscar90ago@gmail.com

Recibido edwin.palacios.ucsg@analysis.orkund.com

Mensaje TESIS CORRECCIONES [Mostrar el mensaje completo](#)

2% de esta aprox. 29 páginas de documentos largos se componen de texto presente en 4 fuentes.

Lista de fuentes	Bloques
Categoría	Enlace/nombre de archivo
	Tesis Maestria UCSG Cesar Y.docx
	http://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v15n3/art12...
	http://www.redtauros.com/Clases/Redes%20I/...
	WILD Puce.docx
	http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n71/n71a10...

0 Advertencias. Reiniciar Exportar Compartir

SISTEMA DE POSGRADO MAESTRÍA EN TELECOMUNICACIONES
TÍTULO DE LA TESIS: IMPACTO TECNOLÓGICO DE LOS
DISPOSITIVOS INALÁMBRICOS RUCKUS EN LA UNIDAD
ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS DE LA UNIVERSIDAD
TÉCNICA DE MACHALA.

Previa la obtención del Grado Académico de Magister en
Telecomunicaciones ELABORADO POR: Ing. Oscar Efrén Cárdenas
Villavicencio Guayaquil, a los 26 días del mes agosto año 2016
SISTEMA DE POSGRADO CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su
totalidad por el Magister Oscar Efrén Cárdenas Villavicencio
como requerimiento parcial para la obtención del

Grado Académico de Magister en Telecomunicaciones.
Guayaquil, a los 26 días del mes agosto año 2016 DIRECTOR DE

Dedicatoria

Dedico este grado de Tesis a mis padres, a mi esposa, a mi hijo y mis amigos. En especial a mi querido hijo, aunque el aun no sepa lo que signifique que es el esfuerzo, sé que algún día va estar orgulloso de su padre y yo de él, ya que cuando vino al mundo, siempre ha sido mi motivación de seguir progresando y superándome en la vida.

Agradecimientos

A Dios, por ser quien ilumina y guía mi vida.

A mis padres, a mi esposa y a mi hijo, por su apoyo y amor incondicional, que me han permitido esforzarme en los logros de mis proyectos de vida planteados.

A mi director de tesis MSc. Edwin Palacios Meléndez, por la motivación y orientación brindada en el desarrollo de mi trabajo de titulación.

A mis amigos, que siempre han estado alentándome y motivándome en el transcurso de la maestría.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

SISTEMA DE POSGRADO

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

M. Sc. PALACIOS MELÉNDEZ EDWIN FERNANDO

DIRECTOR DE TESIS

f. _____

ROMERO PAZ MANUEL DE JESÚS

DIRECTOR DEL PROGRAMA

f. _____

M. Sc. LUIS SILVIO CORDOVA RIVADENEIRA

REVISOR

f. _____

M. Sc. NESTOR ARMANDO ZAMORA CEDEÑO

REVISOR

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	XII
ÍNDICE DE TABLAS.....	XV
Resumen	XVI
Abstract.....	XVII
CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN	18
1.1. Introducción.....	18
1.2. Antecedentes.....	18
1.3. Justificación del Problema a Investigar.....	19
1.4. Definición del problema	20
1.5. Objetivos.....	20
1.5.1. Objetivo General:.....	20
1.5.2. Objetivos específicos:.....	20
1.6. Hipótesis.....	21
1.7. Metodología de investigación	21
CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. Red LAN inalámbrica.....	22
2.2. Historia de la Red de área local inalámbrica	23
2.3. Evolución de la Red de área local inalámbrica	24
2.3.1. Estándar 802.11.	25
2.3.2. Estándar 802.11a.	26
2.3.3. Estándar 802.11b.	26
2.3.4. Estándar 802.11c.	27
2.3.5. Estándar 802.11d.	28
2.3.6. Estándar 802.11e.	28
2.3.7. Estándar 802.11f.	28
2.3.8. Estándar 802.11g.	29
2.3.9. Estándar 802.11h.	30
2.3.10. Estándar 802.11i.	30

2.3.11.	Estándar 802.11j.	31
2.3.12.	Estándar 802.11k.	31
2.3.13.	Estándar 802.11n.	32
2.3.14.	Estándar 802.11p.	33
2.3.15.	Estándar 802.11r.	34
2.3.16.	Estándar 802.11s.	35
2.3.17.	Estándar 802.11ac.	36
2.4.	IEEE 802.11N.....	37
2.4.1.	Tecnología MIMO (Multiple-Input Multiple-Output).	37
2.4.2.	Compatibilidad.....	38
2.4.3.	Ancho de Banda.	38
2.4.4.	Usos Doméstico y de Hotspots.....	39
2.4.5.	Estructura del funcionamiento en la IEEE 802.11n.	40
2.4.6.	Beamforming.	41
2.4.7.	Throughput.	43
2.4.8.	Tiempo de transmisión exitosa.	43
2.4.9.	Tiempo ocioso.	44
2.5.	Topologías de las redes inalámbricas	44
2.5.1.	Modularidad.....	44
2.5.2.	Categorías de la red WLAN.....	45
2.5.3.	Redes de Área Local (LANs).	46
2.5.4.	Repetidores inalámbricos.	48
2.5.5.	Redundancia del sistema y equilibrio de la carga.....	49
2.5.6.	Roaming.	51
2.5.7.	Escalabilidad.	52
2.6.	Seguridades WLAN	52
2.6.1.	Vulnerabilidades de las WLANs.	52
2.6.2.	Amenazas a la WLAN.	53
CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA PROPUESTA		55
3.1.	Análisis de la situación actual de la red inalámbrica.....	55
3.1.1.	Infraestructura de la Unidad Académica.....	55
3.1.2.	Secciones de la Unidad Académica.	59
3.2.	Gestión de la red de datos.....	60

3.2.1.	Seguridades.	60
3.2.2.	Confiabilidad.	61
3.2.3.	Filtro de acceso web.	62
3.2.4.	Catalogación de Trafico de la red.	63
3.2.5.	Sistema Antivirus.	64
3.2.6.	Internet.	64
3.2.7.	Direccionamiento IP.	65
3.3.	Situación actual de la red inalámbrica	66
3.3.1.	Instalaciones de puntos de red actuales.	66
3.3.2.	Equipos.	70
3.3.3.	Topología de la Red.	71
3.3.4.	Disponibilidad.	72
3.3.5.	Confiabilidad.	73
3.3.6.	Cobertura de la red inalámbrica.	74
3.4.	Análisis del Diseño de la red Inalámbrica Ruckus	80
3.4.1.	Acceso de Usuarios a la WLAN.	80
3.4.2.	Dimensionamiento del Ancho de Banda.	83
3.4.3.	SITE SURVEY.	84
3.4.4.	Análisis comparativo de los dispositivos Ruckus y Router Domésticos.	91
CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		95
4.1.	Conclusiones	95
4.2.	Recomendaciones	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		96
GLOSARIO DE TÉRMINOS		101

ÍNDICE DE FIGURAS

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

Figura 2. 1: Estándar IEEE 802.11: Tecnología de una red WLAN. ...	22
Figura 2. 2: Rangos de velocidades del estándar 802.11b	27
Figura 2. 3: Enlace Bridge Inalámbrico	28
Figura 2. 4: Enlace inalámbrico con varios modelos de dispositivos ..	29
Figura 2. 5: Marco de seguridad 802.11i	31
Figura 2. 6: Comportamiento de velocidades del 802.11n.....	33
Figura 2. 7: La mejora de los protocolos de red ad hoc vehicular para soportar aplicaciones de seguridad en escenarios realistas	34
Figura 2. 8: Roaming de Dispositivo móvil autenticado	35
Figura 2. 9: Nodos en Malla Basados en 802.11s	36
Figura 2. 10: Comportamiento modelo MIMO en 802.11N.	38
Figura 2. 11: Canales de 20 y 40 MHz.....	39
Figura 2. 12: Estudio de aplicabilidad del estándar 802.11n para redes de larga distancia para entornos rurales en América Latina.	42
Figura 2. 13: Nivel Jerárquico de una red.	45
Figura 2. 14: Extensión de BSS mediante AP	47
Figura 2. 15: Overlapping entre celdas.....	48
Figura 2. 16: Repetidores AP inalámbricos en celdas	49
Figura 2. 17: Señal Redundante de una WLAN.....	50
Figura 2. 18 : Asociamiento de dispositivos mediante Roaming.	51
Figura 2. 19: Estructura compuesta de varias amenazas en una WLAN	54

Capítulo 3: Desarrollo de la propuesta

Figura 3.1: Planta Baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala.	56
Figura 3.2: Primera planta Alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala	57
Figura 3.3: Segunda planta Alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala	58

Figura 3.4: Seguridad ASA de la Red LAN UTMACH.....	61
Figura 3.5: Filtro web de la red de datos de la UTMACH.....	62
Figura 3.6: Bloqueo web mediante appliance Fortigate	63
Figura 3.7: Distribución de Internet en la UTMACH	65
Figura 3. 8: Distribución de dispositivos domésticos en la planta baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias	67
Figura 3. 9: Distribución de dispositivos domésticos en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.....	68
Figura 3. 10: Distribución de dispositivos domésticos en la segunda planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias	69
Figura 3. 11: Topología de Estrella extendida de la UTMACH.....	71
Figura 3. 12: Ubicaciones estratégicas de AP Domésticos.....	74
Figura 3. 13: Análisis de cobertura en la planta baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.	75
Figura 3. 14: Análisis de cobertura en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.	76
Figura 3. 15: Análisis de cobertura en la segunda planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.	76
Figura 3. 16: Site Survey de dispositivos domésticos	77
Figura 3. 17: Estadísticas de coberturas de dispositivos domésticos .	78
Figura 3. 18: Análisis del espectro de frecuencia de dispositivos domésticos.....	79
Figura 3. 19: Distribución de la Unidad Académica por bloques.....	80
Figura 3. 20: Distribución de dispositivos inalámbricos Ruckus en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.	85
Figura 3. 21: Estadísticas de coberturas de dispositivos Ruckus	86
Figura 3. 22: Site Survey Dispositivos inalámbricos Ruckus	87
Figura 3. 23: Distribución de dispositivos inalámbricos Ruckus en la planta baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.	88
Figura 3. 24: Distribución de dispositivos inalámbricos Ruckus en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias	89

Figura 3. 25: Cantidad de AP respecto al Área de Cobertura	91
Figura 3. 26: Niveles de cobertura de ambos dispositivos analizados mediante site survey	92
Figura 3. 27: Cantidad de usuarios según dispositivos	93
Figura 3. 28: Cantidad Total de usuarios por dispositivos	94

ÍNDICE DE TABLAS

Capítulo 2: Fundamentación Teórica

Tabla 2. 1: Mecanismos de Mejora de Calidad de Experiencia sobre Redes 802.11.....	25
Tabla 2. 2: Comparativas de los estándares 802.11n y 802.11ac	37
Tabla 2. 3: Resumen de protocolo de IEEE 802.11 Wi-Fi.....	40

Capítulo 3: Desarrollo de la Propuesta

Tabla 3.1: Shaper de Ciencias Agropecuarias.....	63
Tabla 3.2: Subnetting de Ciencias Agropecuarias	65
Tabla 3.3: Cantidad de AP por número de Planta.....	70
Tabla 3.4: Características de AP Doméstico	70
Tabla 3.5: Cantidad de usuarios en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.....	80
Tabla 3.6: Calculo de estimación de usuarios concurrentes en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.	82
Tabla 3.7: Shaper inalámbrico Asignado	83
Tabla 3.8: Características de Dispositivos inalámbricos Ruckus	84
Tabla 3.9: Valores de Espectro de frecuencia de dispositivos Ruckus	90

Resumen

Las tecnologías inalámbricas se han ido desarrollando de una manera muy relevante, siendo así, parte fundamental en una infraestructura de red para accesos móviles, la cual establece una gran demanda de uso por parte de los usuarios y permitiendo que múltiples dispositivos se enlacen en una misma área de cobertura, dependiendo además de la seguridad y limitaciones que genere el acceso a la red.

En el presente trabajo se centra en un estudio de las tecnologías que forman parte de la red inalámbrica que abastecen de internet a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, permitiendo realizar un análisis comparativo del impacto generado de los dispositivos Ruckus y los Routers domésticos, con el objetivo de determinar, cuales son los factores que resaltan en el cambio de arquitectura tecnológica y sus características como en el ámbito de accesos, dimensionamientos, cobertura, frecuencia, disponibilidad, factibilidad y confiabilidad de los AP que trabajan en la red inalámbrica.

Abstract

Wireless technologies have been developed in a very significant way, being so fundamental part of a network infrastructure for mobile access, which establishes a high demand for use by users and allowing multiple devices to be linked in the same coverage area, in addition to security and limitations generated by the network access depending.

In this paper we focus on a study of the technologies that are part of the wireless network that supply internet to the Academic Unit of Agricultural Sciences at the Technical University of Machala, allowing a comparative analysis of the generated impact of Ruckus devices and home routers, in order to determine what are the factors that stand in changing technological architecture and its characteristics as in the area of access, sizings, coverage, frequency, availability, feasibility and reliability of the AP working in the wireless network.

CAPÍTULO 1: DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE INTERVENCIÓN.

1.1. Introducción.

En la época actual, los diferentes sistemas de comunicaciones han permitido cambiar la manera en que opera nuestra sociedad, mejorando la forma de compartimiento de información de una manera rápida y eficaz, lo que se entiende como una evolución muy importante e impactante en el mundo de las Tecnologías de la Información y comunicación.

Generando así, grandes mejoras en una de las áreas más explotadas como las redes inalámbricas y creando un enfoque práctico en lo que trata las redes sin cable, por ende, las empresas tanto públicas como privadas utilizan este tipo de tecnología no solo por las facilidades que ofrece, sino por la reducción del costo evitando múltiples gastos y además logrando que los usuarios utilicen una calidad de servicios de fácil acceso de una manera eficiente y eficaz.

1.2. Antecedentes.

Según Andreu, F.; Pellejero, I.; & Lesta, A. (2006) manifiestan que las primeras implementaciones de redes de área local inalámbrica (WLAN) se realizaron en 1979 por IBM, que creó una LAN en una fábrica utilizando enlaces infrarrojos. En marzo de 1985 la Comisión Federal de Comunicaciones en Estados Unidos o conocido como FCC, asignó a las tecnologías WLAN las bandas de frecuencia 902-928 MHz, 2.400-2.4835 GHz y 5.725-5.850 GHz, así las redes inalámbricas se introdujeron en el mercado, y en mayo de 1991 se habló de redes inalámbricas que superaban velocidades de transferencia de 1 Mbps, velocidad mínima para que la IEEE la considere una red LAN.

Finalmente, la norma IEEE 802.11 se define como un estándar para las redes WLAN a partir de junio de 1997. No obstante las tasas de datos que propone este estándar son demasiados bajos para abastecer los requerimientos generales de los negocios afectando la demanda de las redes inalámbricas, generando así la necesidad de aumentar las tasas de

transferencia de datos, el IEEE implemento en abril de 2000 la primera norma: Wi-fi 802.11b, con una banda de 2.4Ghz y una velocidad de 11Mbps.

Con el estándar 802.11b, las WLAN son capaces de alcanzar funcionamiento inalámbrico y throughput comparable a las redes Ethernet, pero según la evolución de dichos estándares se aprobó una nueva especificación, 802.11g, que al igual que la “b” utiliza la banda de los 2,4GHz pero con una velocidad de hasta 54Mbps, en la actualidad las empresas tanto públicas como privadas optan por los últimos estándares por motivo de aplicación como lo es el 802.11n que se compactan con las nuevas tecnologías y dispositivos además de trabajar a 2,4GHz y con una velocidad de 108 Mbps.

Armenta, A. & Serrano, A. (2014) manifiestan que a pesar de los avances tanto en dotación como aprovechamiento de los diferentes tipos de servicios de telecomunicaciones, existen aún comunidades rurales remotas que cuentan con una baja o nula infraestructura de telecomunicaciones, contando con muy pocos recursos tecnológicos, como son las casetas telefónicas públicas permitiendo un acceso satelital limitando.

1.3. Justificación del Problema a Investigar.

La red WLAN es una tecnología que propone la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física o cables, permitiendo así la utilización de ondas electromagnéticas que a su vez transmiten y reciben datos a través de puertos.

Ruckus wireless es una tecnología de infraestructura inalámbrica que utiliza una arquitectura patentada denominada Smart Wi-Fi que posee características de mayor confiabilidad, estabilidad, alcance, etc., cabe indicar que la tecnología la va a implementar la Universidad Técnica de Machala en sus diferentes unidades académicas por sus diferentes

características que oferta, dejando a un lado infraestructuras con dispositivos inalámbricos de uso doméstico.

Mediante lo planteado el proyecto propuesto estudiara la tecnología inalámbrica ruckus y se analizaran las características que ofrece, para sugerencias de su correcto funcionamiento y potencialidad de la misma para la comunidad universitaria de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la de la Universidad Técnica de Machala.

1.4. Definición del problema

La UTMACH (Universidad Técnica de Machala) posee un gran campus universitario en donde se ha venido utilizando diferentes tipos de tecnologías incluyendo las redes inalámbricas, que poseen equipos de uso doméstico ubicadas por secciones departamentales presentando inconvenientes en el acceso e impidiendo que se pueda ingresar a dicha red, creando un problema de conectividad que no permite la estabilidad de la señal en los dispositivos y equipos móviles, generando así, la necesidad de estudiar el impacto de la nueva tecnología ruckus en la UACA (Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General:

Evaluar el impacto tecnológico de los dispositivos inalámbricos ruckus para evidenciar la conectividad que genera a la comunidad universitaria de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala.

1.5.2. Objetivos específicos:

- ✓ Comprobar el rendimiento de los dispositivos inalámbricos ruckus y los de uso doméstico, mediante el análisis de sus especificaciones técnicas de los equipos de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala.

- ✓ Evaluar las ventajas y desventajas de las tecnologías analizadas.

1.6. Hipótesis

El presente estudio demostrara el impacto que genera la utilización de los dispositivos inalámbricos ruckus en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala.

1.7. Metodología de investigación

La metodología a utilizar de la presente tesis es No experimental Transversal por motivo que no se manipularán gran cantidad de variables de estudio y se derivará a la observación directa del fenómeno actual, permitiendo proceder al análisis respectivo, además se aplicara un desarrollo de método analítico y explicativo que evaluara elementos de una forma desglosada para poder observar semejanzas y diferencias entre las tecnologías inalámbricas mencionadas.

CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. Red LAN inalámbrica

Según Radvan, S. (2010) manifiesta que una LAN inalámbrica (denominada WLAN), es una red local de acceso inalámbrico basados en el estándar 802.11, permite a las computadoras de escritorio o móviles y a otros dispositivos, enlazarse entre sí a través de radio frecuencias, permitiendo al usuario poder movilizarse de un lugar a otro y seguir conectado a su red evitando la utilización de cables, como generalmente lo haría una infraestructura Ethernet tradicional, (Véase la figura 2.1).

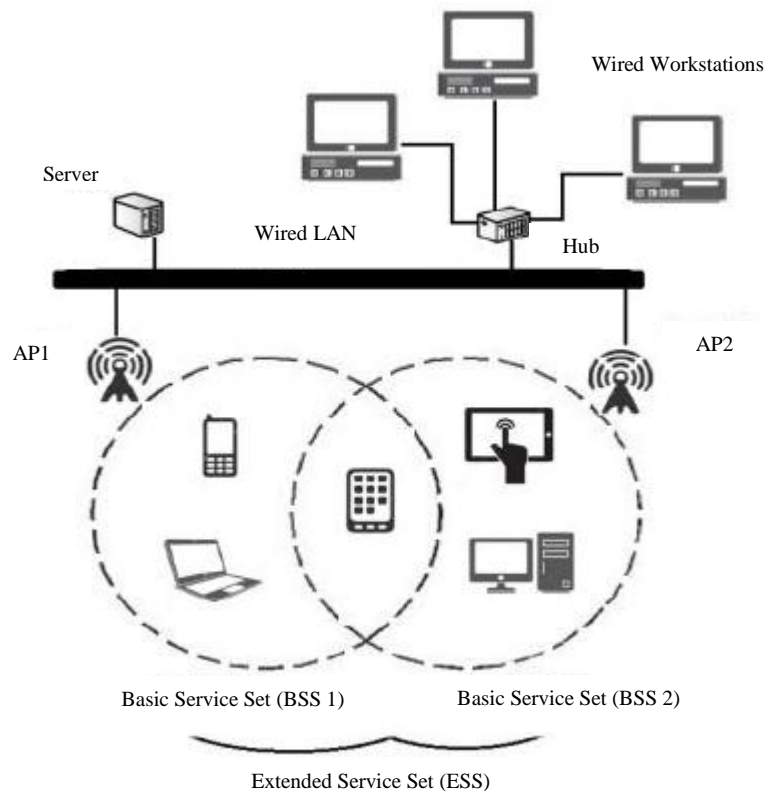


Figura 2. 1: Estándar IEEE 802.11: Tecnología de una red WLAN.
Fuente: Banerji, S. & Singha, R. (2013).

Según IEEE Computer Society (2012) manifiesta que un sistema WLAN incluye: el DS (Sistemas de Distribución), los AP (Puntos de Acceso) y portal de entidades. También es la ubicación lógica de servicios de distribución y la integración de funciones de un ESS (Conjunto de Servicios

Extendidos), permitiendo que las WLAN contengan uno o varios puntos de acceso.

Las redes inalámbricas de acceso local buscan ofrecer flexibilidad en el uso y conexión, que permite una gran movilidad gracias a las instalaciones e infraestructura, sin embargo, las redes cableadas no ofrecen dicha facilidad de conexión, pero poseen mayor velocidad y son más seguras, aunque en la actualidad han existido mejoras de velocidad en las redes WLAN.

2.2. Historia de la Red de área local inalámbrica

Las redes inalámbricas se remontan desde 1880, en el que Graham Bell y Summer Tainter crearon el fonógrafo que era el primer aparato de comunicación que no poseía cables y que permitía la transmisión de sonido por medio de una emisión de luz, sin embargo no tuvo éxito debido a la falta de distribución de electricidad.

Luego de varias pruebas a distancias de 200 metros, fue patentada el 18 de diciembre de 1880, aunque Bell no continuó con las investigaciones, sirvió como base para las comunicaciones con Fibra Óptica y Láser.

En 1888 se realizó la primera transmisión con ondas electromagnéticas sin la necesidad de cables que lo realizó el físico alemán Rudolf Hertz, generando un enlace mediante un oscilador como emisor y un resonador como receptor. En 1899 Guillermo Marconi estableció comunicaciones inalámbricas a través del canal de La Mancha.

Según Romero, W. & Vallada, E. (2012) manifiestan que ALOHAnet (o simplemente ALOHA) creada en 1971 fue un sistema de redes de ordenadores desarrollado en la universidad de Hawái. Estaba formada por 7 ordenadores situadas en distintas islas que podían comunicar con un ordenador central al cual pedían que realizara cálculos. ALOHAnet era una

auténtica red, todos los ordenadores podían enviar datos en cualquier momento sin necesidad de intervención por parte de un operador, y podía haber cualquier número de ordenadores, al ser una transmisión por radio, no había costes fijos, por lo que el canal se dejaba abierto y se podía usar en cualquier momento. Se presentaba la problemática producida si dos sistemas en la red enviaban al mismo tiempo, ambas señales se estropearían, para solventarlo se usó una nueva solución, que más tarde se convertiría en el estándar, el CSMA (Acceso múltiple por escucha de portadora). Un año después ALOHA se conectó mediante ARPANET al continente americano.

Luego de varios avances la IEEE creó un estándar denominado 802.11 permitiendo expandir las redes inalámbricas sin problemas de compatibilidad.

2.3. Evolución de la Red de área local inalámbrica

A inicios, las redes LAN (Local Area Networks) fueron desarrolladas para la transmisión de datos a pequeñas distancias, generando limitaciones y a su vez planteando soluciones, además las redes WLAN (Wireless Local Area Networks) emplea el mismo concepto a diferencia que la comunicación no utiliza cableado pero a su vez siendo muy restrictivas en zonas de disponibilidad, por tal motivo las WLAN se consideraban soluciones pero con costos demasiado altos para secciones pequeñas.

Lee, Y. (2013) manifiesta que las WLAN han sido ampliamente utilizados acorde su evolución, permitiendo abastecer con grandes velocidades de acceso inalámbrico a internet, sin embargo, han aparecido limitaciones en el IEEE originales 802,11 como lo es QoS (calidad de servicio), por tal razón se procedieron a crear varios estándares para el acceso inalámbrico según la necesidad, (Véase la tabla 2.1).

Tabla 2. 1: Mecanismos de Mejora de Calidad de Experiencia sobre Redes 802.11

Estándares	Descripción
IEEE 802.11	Tasas físicas de 1 y 2Mbps, en la banda RF de 2.4GHz (FHSS y DSSS) e infrarrojo (IR) (1997).
IEEE 802.11a	54Mbps, 5 GHz (1999)
IEEE 802.11b	Mejoras a 802.11 para proporcionar 5.5 y 11Mbps (1999)
IEEE 802.11c	Operación como puente (bridging).
IEEE 802.11d	Extensiones para transición internacional (2001)
IEEE 802.11e	Mejoras de Calidad de Servicio (QoS) (2005)
IEEE 802.11f	Protocolo entre Puntos de Acceso (2003, retirado en 2006)
IEEE 802.11g	54Mbps, 2.4 GHz (compatible con 802.11b) (2003)
IEEE 802.11h	Gestión de espectro 802.11 ^a (5GHz) para compatibilidad europea (2004)
IEEE 802.11i	Mejoras de seguridad (2004)
IEEE 802.11j	Extensiones para Japón (2004)
IEEE 802.11k	Mejoras en la gestión de recursos radio (2008)
IEEE 802.11n	Aumento de la tasa binaria utilizando antenas MIMO (2009)
IEEE 802.11p	Acceso inalámbrico para entornos vehiculares (WAVE – Wireless Access for the Vehicular Environment) (previsto para Junio de 2010)
IEEE 802.11r	Transición rápida (2008)
IEEE 802.11s	Redes malladas (mesh networking), conjunto de servicios extendidos (ESS, Extended Service Set) (previsto para Septiembre de 2010)
IEEE 802.11ac	Tasa binaria muy alta (< 6GHz); mejoras sobre 802.11n: mejor esquema de modulación; canales de 80 - 160 MHz, MIMO multiusuario (Septiembre de 2008 – Diciembre de 2012)

Fuente: Navarro, J. (2010).

Elaborado por: El Autor.

Según Serrano, P. (2006) menciona, el hecho de que una tecnología esté preparada para ser una solución de comunicaciones que viene dado por una mejora en cinco áreas clave, que son: el estándar, la regulación, la tecnología, los servicios y las posibilidades económicas.

Actualmente la infraestructura que implementa WLAN, se la considera hoy en día como una solución tecnológica adoptada tanto en empresas privadas como públicas a nivel mundial e inclusive usuarios que implementan en sus hogares.

2.3.1. Estándar 802.11.

Las velocidades que disponía el estándar inicial de 802.11 era de 1 y 2 Mbps, y con una banda de 2.4 GHz, la misma que generaba problemas

de interoperabilidad y accesibilidad, conforme a las limitaciones que existían, las empresas desarrolladoras de tecnología demostraron un gran interés, pero la interoperabilidad seguía siendo un obstáculo, luego de varias investigaciones la WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), crea la marca Wi-Fi, implementada en el 2001 para que el enlace entre dos puntos no presente problemas.

2.3.2. Estándar 802.11a.

Según Ariganello, E. & Barrientos, E. (2010) manifiestan que el estándar 802.11a define el uso de WLAN en la banda de 5 GHz que puede dividirse en tres grupos:

- **Banda baja:** Implementaciones en interiores con un manejo de frecuencia de 5,15 a 5,25 GHz.
- **Banda media:** Implementaciones en interiores y exteriores con un manejo de frecuencia de 5,25 a 5,35 GHz.
- **Banda alta:** Implementaciones en exteriores con un manejo de frecuencia de 5,725 a 5,825 GHz.

Además, el estándar 802.11a permite que los valores de transferencia sean desde 6, 9, 12, 18, 24, 36, 48 y 54 Mbps, interpretando un intervalo de rendimiento máximo de 28 Mbps, y dependiendo del acercamiento a los AP, su velocidad podría aumentar como también disminuir.

2.3.3. Estándar 802.11b.

Según Radvan, S. (2010) manifiesta que es una expansión del estándar original, el estándar 802.11b se caracteriza por alcanzar una velocidad máxima de hasta 11 Mbps, prácticamente fue publicado como IEEE Std. 802.11b, el mismo que define la utilización con una banda de 2.4 GHz, cabe destacar que una de las principales motivaciones era el aumento del valor de las tasas de datos.

Además permite que las redes WLAN sean utilizadas por la gran mayoría de usuarios, considerándose como uno de los estándares definitivos en las redes inalámbricas, (Véase la figura 2.2).

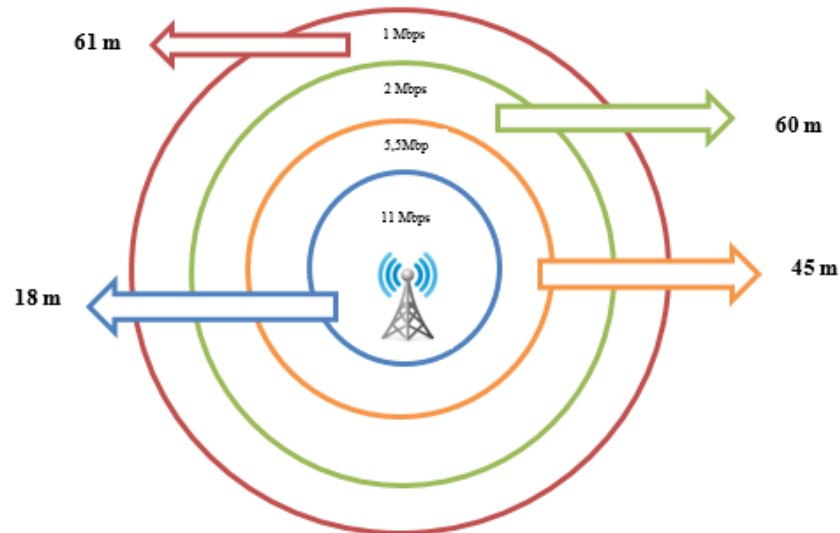


Figura 2. 2: Rangos de velocidades del estándar 802.11b
Elaborado por: El Autor.

2.3.4. Estándar 802.11c.

Banerji, S. & Singha, R. (2013) mencionan que el estándar IEEE 802.11c son características que utilizan los AP (puntos de accesos), formalmente denominados bridge (puentes) que enlazan dispositivos mediante las topologías de las redes de área local dotando a las capas MAC (Control de Acceso al Medio) de otras normas de conectividad y cabe destacar que dicha norma es compatible con la 802.11a, 802.11b y a su vez siendo un complemento del estándar 802.11d.

El estándar mencionado es utilizado generalmente en el ámbito estudiantil universitario para el desarrollo de prácticas de telecomunicaciones y utilización de un alto despliegue de cobertura para las implementaciones de bridging, (Véase la figura 2.3).

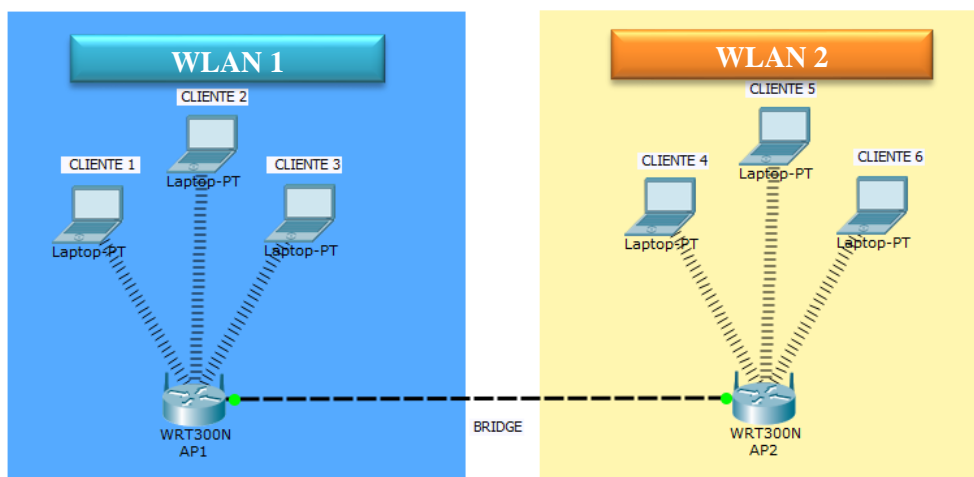


Figura 2. 3: Enlace Bridge Inalámbrico
Elaborado por: El Autor.

2.3.5. Estándar 802.11d.

El estándar 802.11 posee varios complementos y uno de ellos es el estándar 802.11d que fue desarrollado para interactuar con redes 802.11 locales. Además, permite que la información de los dispositivos sea transmitida en frecuencias según la región de origen de dicho dispositivo a implementar.

2.3.6. Estándar 802.11e.

Kim, S. & Cho, Y. (2013) manifiestan que el uso generalizado de las aplicaciones multimedia requería características importantes como por ejemplo: ancho de banda y pequeños retrasos al medio en redes WLAN.

Además, el 802.11 no podía soportar QoS, generando una necesidad, de transmitir aplicaciones multimedia, que permite el desarrollo y estandarización de la IEEE 802.11e.

2.3.7. Estándar 802.11f.

El estándar 802.11f, establece la intercomunicación e intercambio de información mediante los AP, permitiendo la interoperabilidad. Además, el presente estándar adopta la característica del roaming o itinerancia entre los clientes de varias redes

2.3.8. Estándar 802.11g.

Galache, J. (2013) manifiesta que el estándar 802.11g extensión de 802.11 proporciona tasas de 20 a 54Mbps usando DSSS (Espectro Ensanchado por Secuencia Directa) y OFDM (Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales), además trabaja en la banda de 2.4GHz, siendo a la vez compatible hacia atrás con 802.11b, y como efecto genera un mayor alcance con un bajo consumo de potencia que 802.11a.

El 802.11g es uno de los estándares más utilizados en las redes inalámbricas permitiendo generar conexiones a varios dispositivos, laptops e inclusive dispositivos handheld. El rango ISM que es utilizado por el 802.11b también es implementado por el 802.11g, pero con la característica de modulación denominado OFDM, (Véase la figura 2.4).

Cabe destacar que la velocidad máxima de transmisión es de 54Mbps como fue mencionada anteriormente por Galache, J.; pero es necesario mencionar que posee un rendimiento real de 25 Mbps, y gracias al soporte de las velocidades inferiores es que existe la compatibilidad con el estándar 802.11b.

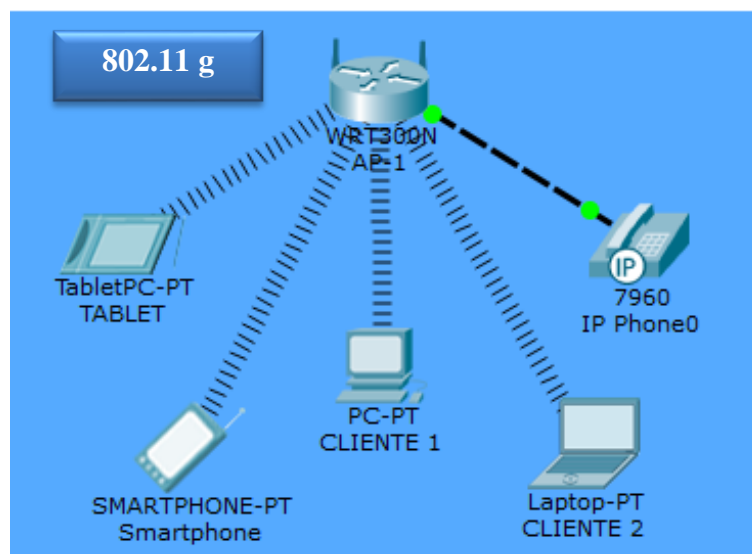


Figura 2. 4: Enlace inalámbrico con varios modelos de dispositivos
Elaborado por: El Autor.

2.3.9. Estándar 802.11h.

García, E. (2010) manifiesta que el estándar 802.11h o espectro gestionado fue publicado en octubre de 2003, generalmente el estándar fue desarrollado para resolver problemas referentes o relacionados con las redes 802.11 en el área de sistemas de radar y de satélite, utilizando la banda de 5 GHz igual que la 802.11a. Uno de sus enfoques de diseño fue para hacer frente a normas europeas, actualmente utilizado en varios países. La norma ofrece DFS (Selección Dinámica de Frecuencia) y TPC (Control de Potencia de Transmisor).

DFS: Funcionalidad que requieren las redes WLAN para operar en bandas de 5 GHz con el propósito de que no existan interferencias con sistemas de radar y además poder asegurar un igual manejo de los canales existentes disponibles.

TPC: Funcionalidad que requieren las redes WLAN para operar en bandas de 5 GHz con el propósito de respetar las limitaciones de transmisión de potencia que pueden existir para varios canales en una determinada sección o región, de manera que se reduzcan las interferencias con los sistemas satelitales.

2.3.10. Estándar 802.11i.

Monsalve, J.; Aponte, F. & Chaparro, F. (2014) manifiestan que la IEEE desarrollo una arquitectura de seguridad, especificada bajo el estándar IEEE 802.1x, particularmente el estándar IEEE 802.11i que describe cómo se implementa la seguridad en redes inalámbricas.

Además, fue desarrollado para evitar las vulnerabilidades de seguridad al momento de la autenticación, creando sistemas como WPA (mejora del sistema WEP) actualmente mejorada a WPA2, TKIP (Protocolo de Claves Integra – Temporales), y AES (Estándar de Cifrado Avanzado), (Véase la figura 2.5).

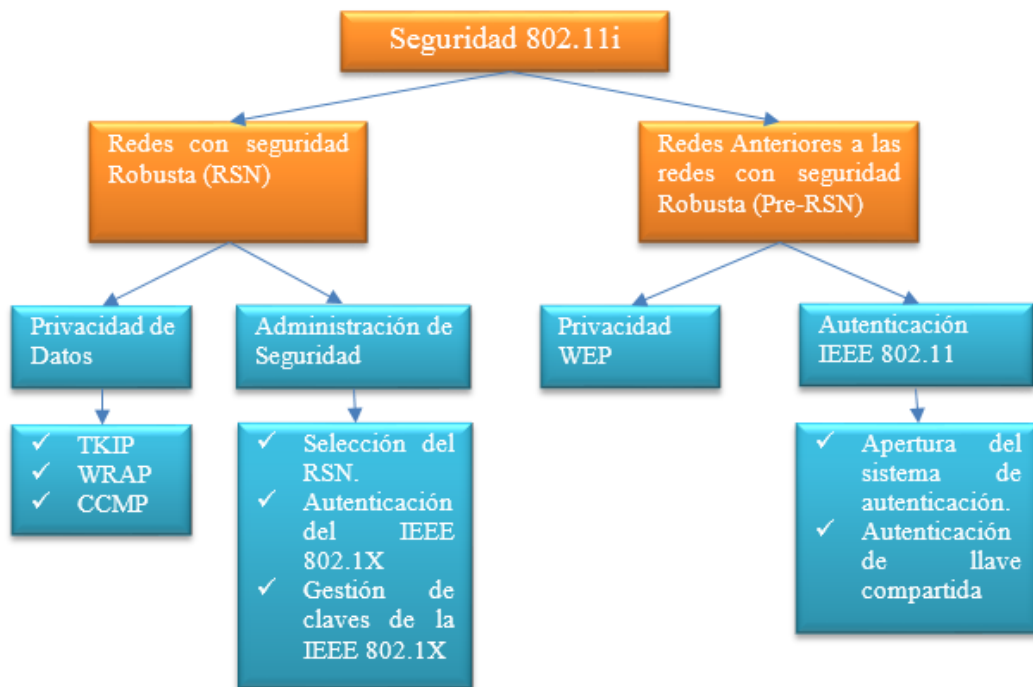


Figura 2. 5: Marco de seguridad 802.11i
 Fuente: Sithirasenan, E. & Colegas (2005)
 Elaborado por: El Autor.

2.3.11. Estándar 802.11j.

González, F. (2011) manifiesta que se refiere a la convergencia de los estándares existentes en Japón y América.

Permitiendo operar en las redes WLAN en bandas de 4,9-5 GHz como lo establecen las normas japonesas para aplicaciones enfocadas en áreas interiores, exteriores y móviles, la misma que se maneja mediante una operación por radio.

2.3.12. Estándar 802.11k.

Bezerra, P. & Colegas (2012) Manifiestan que el estándar 802.11k se enfoca en la normalización de varias características del 802.11 como, por ejemplo, los mensajes utilizados, y las transiciones del denominado BSS (Conjunto de Servicios Básicos), cabe mencionar que la presente norma implementa QoS, y según el estándar, sus principales objetivos son:

- Acceso a parámetros específicos del estándar 802.11.
- Estandarizar requisiciones y además reportar mensajes con resultados de estas medidas; y para que la información este a disposición de todas las capas superiores referentes a las pilas de protocolo.

2.3.13. Estándar 802.11n.

Kartsakli, E. (2012) menciona que el estándar IEEE 802.11n emerge del IEEE 802.11 que aporta mejoras tanto en la PHY (Capa Física) y MAC, para poseer un alto rendimiento. Esta norma define nuevas características obligatorias y opcionales para las dos subcapas PLCP, PMD de PHY y MAC, pero cabe destacar que mantiene compatibilidad con estándares anteriores como el estándar IEEE 802.11 y sus versiones a / b / d / e / g / h / j, (Véase la figura 2.6).

El estándar mencionado puede utilizar una tecnología denominada MIMO (Múltiple entrada múltiple salida) que permite lograr velocidades aproximadas o iguales a 600 Mbit/s, actualmente la capa física soporta una velocidad máxima de 300Mbps, y se acopla a un canal de 40 MHz, además cabe mencionar que dicho estándar posee un valor mucho más alto comparado con otros estándares como por ejemplo 802.11g, una de las arquitecturas más utilizadas en el siglo XXI.

Sin embargo, para los sistemas MIMO se ha utilizado como punto de partida y se han realizado algunas modificaciones que se han incorporado para accesos punto a multipunto y generando enlaces, tanto el receptor como el transmisor utiliza múltiples antenas.

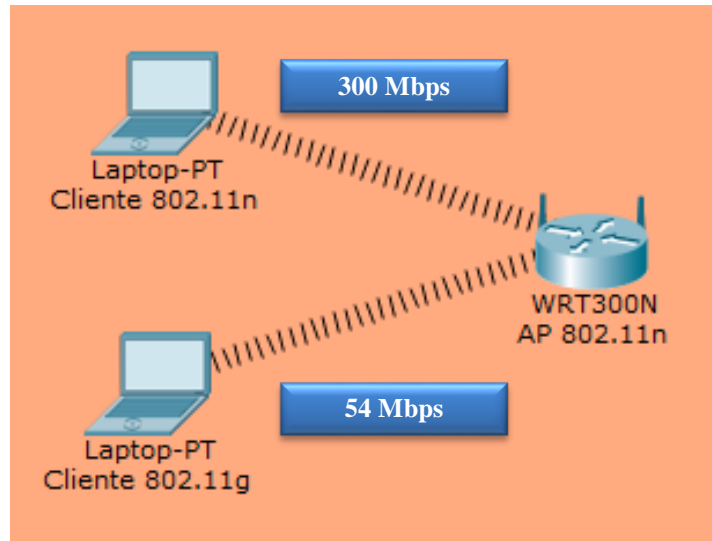


Figura 2. 6: Comportamiento de velocidades del 802.11n
Elaborado por: El Autor.

2.3.14. Estándar 802.11p.

Martínez, F. (2010) manifiesta que IEEE 802.11p es un proyecto basado en la norma IEEE 802.11 para incorporar el WAVE (Acceso Inalámbrico en Entornos Vehiculares), la presente tecnología define mejoras de la 802,11 los mismos que son necesarios para apoyar las Aplicaciones de ITS (Sistemas de Transportes Inteligentes).

Serna, J. (2012) manifiesta que las normas WAVE definen una arquitectura y una complementaria, estandarizando un conjunto de servicios e interfaces que permiten colectivamente comunicaciones inalámbricas seguras. Esto incluye el traspaso de datos entre las comunicaciones V2V (Vehículo a Vehículo) y V2I (Vehículo a Infraestructura) de alta velocidad en la banda de 5,9 GHz (5.855.925 GHz).

Además, IEEE 1609 es una mejora que se basa IEEE 802.11p y que permite una interfaz de comunicación homogéneos entre varios fabricantes de vehículos, permitiendo enlaces de comunicaciones de velocidades de hasta 200 km/h, y un rango de 1 km, (Véase la figura 2.7).

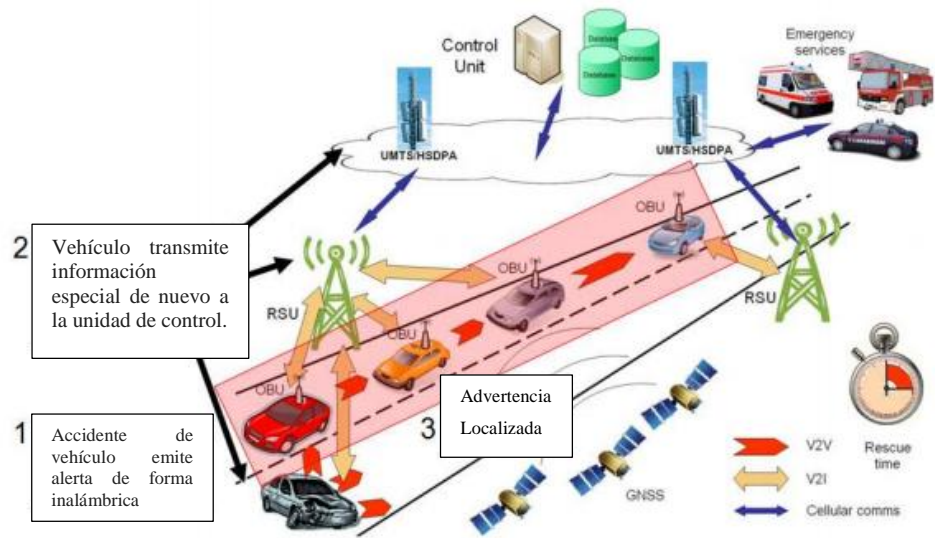


Figura 2. 7: La mejora de los protocolos de red ad hoc vehicular para soportar aplicaciones de seguridad en escenarios realistas

Fuente: Martínez, F. (2010).
Elaborado por: El Autor.

2.3.15. Estándar 802.11r.

Cisco (2014) manifiesta que, el estándar IEEE 802.11r permite un roaming rápido, enfocado en la itinerancia de los AP en movimiento, además la jerarquía de claves FT (Transición Rápida) está diseñado para permitir transiciones rápidas mediante los AP sin necesidad de re-autenticación en cada dispositivo.

El estándar 802.11r elimina gran parte de la sobrecarga en la itinerancia, lo que permite reducir entre los puntos de acceso los tiempos de transferencia que implementa la seguridad y QoS.

Generalmente para los dispositivos es un complemento muy importante, que permite al cliente, que posee aplicaciones sensibles al retardo, como por ejemplo voz y video, se administre de una estación base a otra, de manera que el enfoque del presente estándar permita la conexión continua a dispositivos finales que estén en constante movimiento, más que

todo cuando se refieren a aplicaciones que trabajen con VoIP (Voz sobre IP), (Véase la figura 2.8).

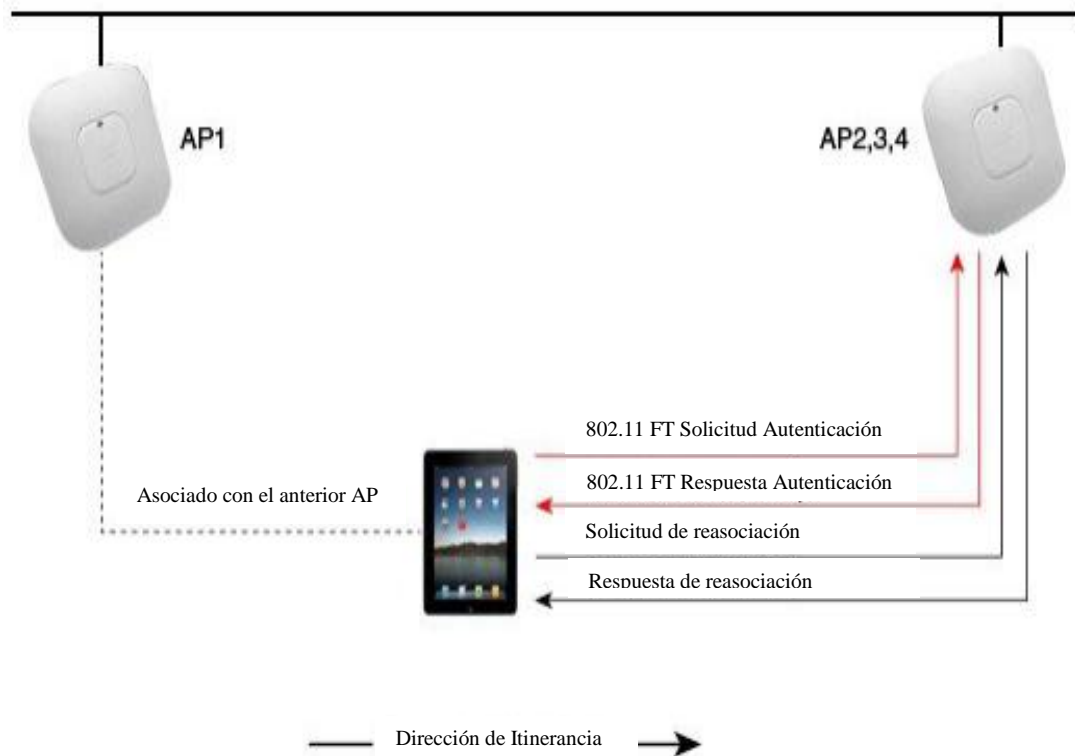


Figura 2. 8: Roaming de Dispositivo móvil autenticado

Fuente: Cisco Systems (2014).

Elaborado por: El Autor.

2.3.16. Estándar 802.11s.

Amiri, M. (2013) manifiesta que la estructura del 802.11s, es establecer a nivel mundial una malla inalámbrica, enfocándose en herramientas como: el hardware de bajo costo y el software libre, generando un beneficio global a los usuarios.

Andreev, K. & Boyko, P. (2010) mencionan que el proyecto Open80211s se basa en el estándar IEEE 802.11s y además utiliza varios protocolos mediante el cual permiten implementar redes inalámbricas en malla y que puedan ser autogestionables.

La tecnología de los diferentes dispositivos que utilizan la arquitectura, son capaces de desarrollar algoritmos de secuencias inteligentes, que permiten trazar rutas de manera dinámica mejorando el tráfico de la transferencia de la información y evitando posibles fallos de conexión, en caso de que los dispositivos enlazados en determinados nodos de la red se llegaran a desconectar, (Véase la figura 2.9).

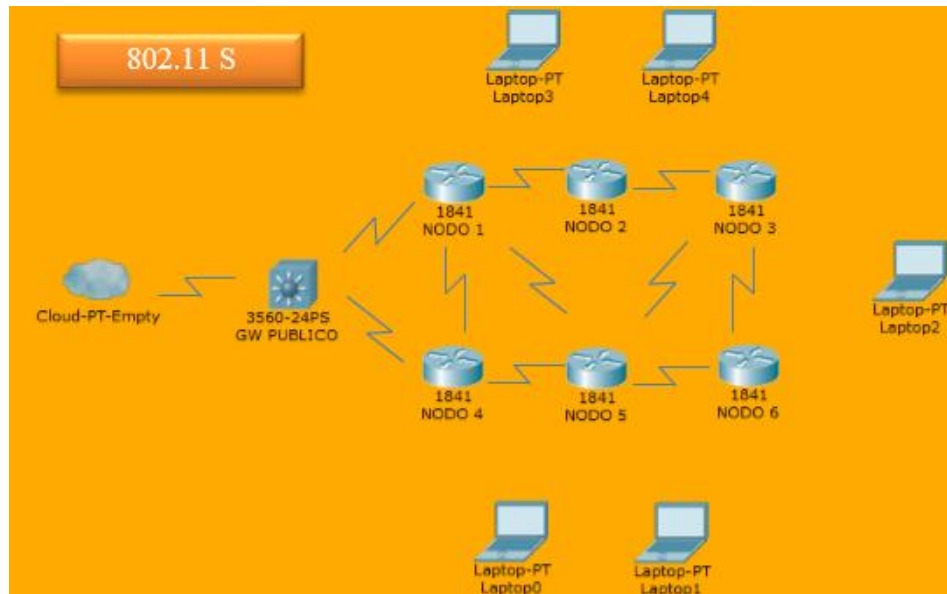


Figura 2. 9: Nodos en Malla Basados en 802.11s
Elaborado por: El Autor.

2.3.17. Estándar 802.11ac.

Motorola (2013) menciona que 802.11ac posee varias ventajas referentes al 802.11n, una de ellas es su incremento de velocidad alcanzando una rapidez muy alta, inclusive pasando los niveles del gigabit, las antenas en los AP poseen un rol muy importante que establece que mientras más antenas tiene un AP, mayor velocidad va a poseer.

Según las velocidades de datos que manifiesta el estándar 802.11n podría alcanzar velocidades de hasta 150 Mbps con una antena, 300 Mbps con dos y 450 Mbps con tres, ahora enfocándonos en el 802.11ac puede alcanzar velocidades de hasta 433Mbps con una antena, 867 Mbps con dos y 1.3 Gbps con tres, prácticamente triplicándolo al estándar 802.11n, (Véase la tabla 2.2).

Tabla 2. 2: Comparativas de los estándares 802.11n y 802.11ac

Características	802.11 n	802.11 ac
Ancho de Banda	20 o 40 MHz	20, 40, 80, 160 MHz
Banda	2.4GHz & 5.0GHz	5.0GHz
Corrientes Espaciales	4	8
Modulación	64 QAM	256 QAM
PHY Rate	65 Mbps – 600 Mbps	290 Mbps – 6.9 Gbps.
MAC Throughput	45 Mbps – 420 Mbps	194 Mbps – 4.8 Gbps.

Fuente: Cisco Systems (2015).
Elaborado por: El Autor.

2.4. IEEE 802.11N

2.4.1. Tecnología MIMO (Multiple-Input Multiple-Output).

El 802.11n trabaja con una combinación muy novedosa como lo es MIMO con SDM (Spatial Division Multiplexing) ya que permite aumentar la capacidad de los puntos de accesos inalámbricos implementando varias antenas que transmiten y reciben flujos de datos (data streams) de manera simultánea.

De esta manera, se pueden dar uso a velocidades de transferencia, por encima de las que otorga la 802.11g, uno de los puntos importantes es, el flujo de datos, por medio del cual se puede llegar a velocidades de 300 Mbps, 450 Mbps o hasta 600 Mbps, claro está que dicha velocidad se puede alcanzar según la cantidad de flujos simultáneos que este obtenga ya sea 2.3 o 4, (Ver figura 2.10).

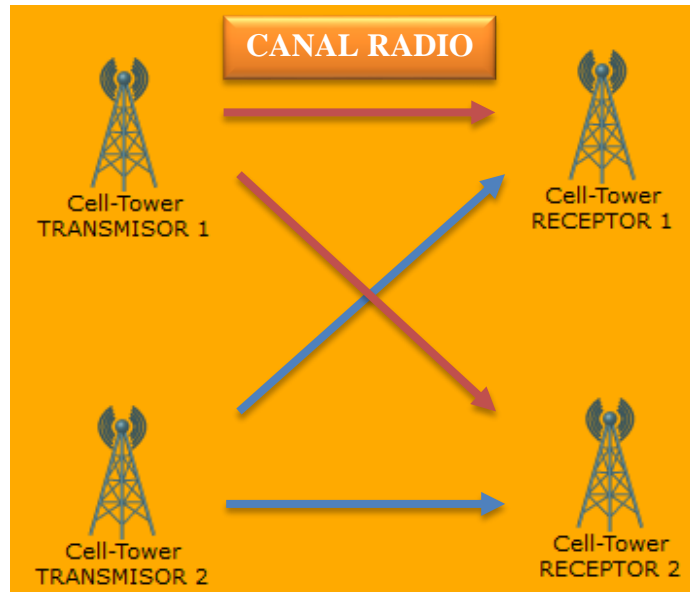


Figura 2. 10: Comportamiento modelo MIMO en 802.11N.
Elaborado por: El Autor.

2.4.2. Compatibilidad.

El estándar 802.11n puede ejercer su función tanto en la banda de 2.4 GHz y 5GHz, ejecutando técnicas que se implementan en el estándar 802.11a/g como la modulación OFDM y para el estándar 802.11b se emplea la DSSS. Lo que permite que la nueva arquitectura del 802.11n sea compatible con varios estándares de versiones anteriores: 802.11 b/a/g.

2.4.3. Ancho de Banda.

El ancho de banda utilizado por el 802.11n puede utilizar 20 MHz (802.11g) como 40MHz, por motivo de que el presente estándar puede usar simultáneamente dos canales para transmitir datos, utilizando una característica denominada Channel Bonding (Conocido como 40 MHz o unión de interfaces de red). Las redes WLAN de 40 MHz utilizan dos bandas adyacentes de 20 MHz, permitiendo, utilizar dos canales separados, no solapados, (Véase la figura 2.11)

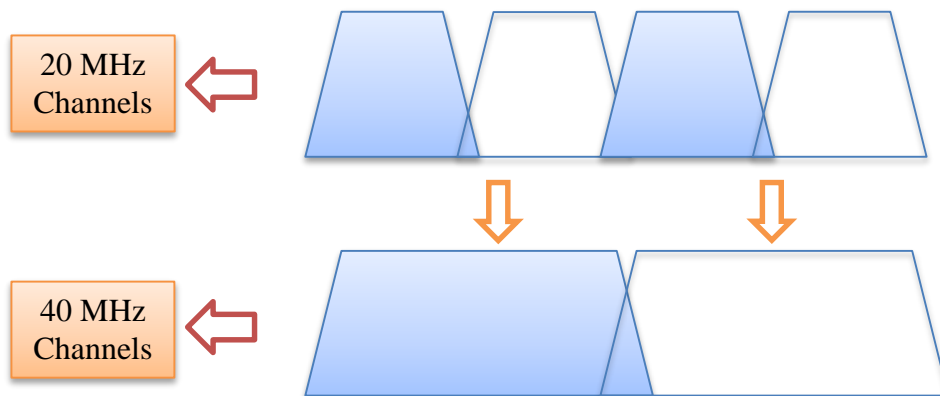


Figura 2. 11: Canales de 20 y 40 MHz.

Fuente: Facchini, H. (2010).

Elaborado por: El Autor.

2.4.4. Usos Doméstico y de Hotspots.

- La **Red Inalámbrica** posee una gran capacidad, como una de las ventajas que perciben los usuarios que utilizan dicha tecnología. Las aplicaciones que consumen una gran cantidad de ancho de banda, como el uso de videos de alta definición (streaming), ya podrán ser transmitidas mediante redes inalámbricas.

El estándar 802.11n podrá utilizar el máximo de su capacidad, siempre y cuando el ancho de banda este en modo de 40 MHz (channel bonding), y el punto de acceso tendrá que permitir el dual radio, de tal manera que soporte bandas de 2.4 GHz y de 5 GHz.

Uno de los puntos importantes es sobre el flujo de datos (data streams), que al momento de transmitirse, empleen la técnica "MIMO + SDM (Spatial Division Multiplexing)", la red WLAN tendrá una capacidad muy alta.

- La **Disponibilidad de Canales** en las bandas de 2,4 GHz sólo pueden abastecer a tres canales sin solapamiento, lo cual en algunas planificaciones de radio, resulta insuficiente, y acotando que el trabajo en la banda de 5 GHz dispone de un ancho de banda superior al anterior mencionado.

2.4.5. Estructura del funcionamiento en la IEEE 802.11n.

Ludeña, P. (2011) menciona que el estándar 802.11n se estableció para operar con el estándar 802.11, por medio del cual permite identificar las estaciones HT-STA (High Throughput Station) y non-HTSTA, además de establecer conexión a puntos elevados y coexistir su relación con el estándar original.

El HT-STA establece técnicas implementadas como:

- **Capa MAC:** permite la agregación de tramas, acuses de recibo de bloque (ACK), disminución de los tiempos de espera y de los mecanismos de protección que utiliza non-HTSTA.
- **Capa PHY:** permite incorporar técnicas MIMO, con una mayor ampliación en el ancho de banda y la selectividad acertada de antenas.

Tabla 2. 3: Resumen de protocolo de IEEE 802.11 Wi-Fi

Protocolo	Año	Frecuencia	Señal	Velocidad máxima de Datos	Tecnologías de la antena
802.11	1997	2.4 GHz	FHSS o DSSS	2 Mbps	No
802.11a	1999	5 GHz	OFDM	54 Mbps	No
802.11b	1999	2.4 GHz	DSSS DE RECURSOS HUMANOS	11 Mbps	No
802.11g	2003	2.4 GHz	OFDM	54 Mbps	No
802.11n	2009	2.4 o 5 GHz	OFDM	600 Mbps (Teóricos)	MIMO
802.11ac	2013	5 GHz	256 QAM	1.3 Gbps	MU-MIMO

Fuente: Intel Corporation (2016).

Elaborado por: El Autor.

Martorell, G. (2013) manifiesta que el alto rendimiento (HT – High Throughput) de la capa física del estándar 802.11n posee configuraciones compatibles con tecnologías OFDM y MIMO. Cabe indicar que las

configuraciones MIMO pueden incorporar hasta cuatro antenas en cada punto final de acceso. La Arquitectura MIMO implementa tecnologías compatibles como por ejemplo SDM, STBC y beamforming, (Véase la tabla 2.3).

El estándar 802.11n establece tres tipos de formatos para PPDU (PLCP Protocol Data Unit) dependiendo de las estaciones que conformen la red WLAN, así:

- **Non-HT:** Realiza una presentación de paquetes estructurados según OFDM y ERP. Además, permite asegurar la convivencia de estándares.
- **HT-mixed (HT-MF):** permiten disponer de paquetes compatibles que contiene una inicialización con los receptores estándares, sin embargo, esta tecnología permitirá asegurar la compatibilidad con los predecesores.
- **HT-greenfield (HT-GF):** Es un esquema opcional que permite transmitir únicamente paquetes preparados para HT, y además no posee ninguna parte compatible con non-HT.

2.4.6. Beamforming.

La técnica mencionada es usada por una STA o mecanismo de filtrado espacial que permite mejorar el rango de potencia de señales recibidas. Una de las características que posee, es la preparación de señales en fase, para que lleguen al receptor STA para que permita suministrar la información del canal, incrementando la relación señal/ruido, generando una ampliación de cobertura, (Véase la figura 2.12).

Cabe indicar que dicha técnica requiere un conocimiento previo sobre las características que implementa el canal de transmisión, que además

requiere un feedback del receptor, basándose en parámetros como: SNR (Relación Señal/Ruido) con valores de -10dB a 53.75dB y ángulos de incidencia enfocados en el enlace.

Para realizar una estimación de transmisión de los canales se procederá a detallar dos métodos de cálculo, como son:

- **Feedback implícito (beamformer):** permite estimar el canal MIMO mediante previas calibraciones. Ahora para la reciprocidad del canal, el beamformer puede calcular la matriz adecuada de transmisión. Este método puede enfocarse de manera unidireccional o su vez bidireccional, dependiendo quien solicita la ejecución de feedback.
- **Feedback explícito (beamformee):** Estima de manera directa el canal desde los símbolos correspondientes que le envía el beamformer, poder realizar una cuantificación y continuamente el feedback.

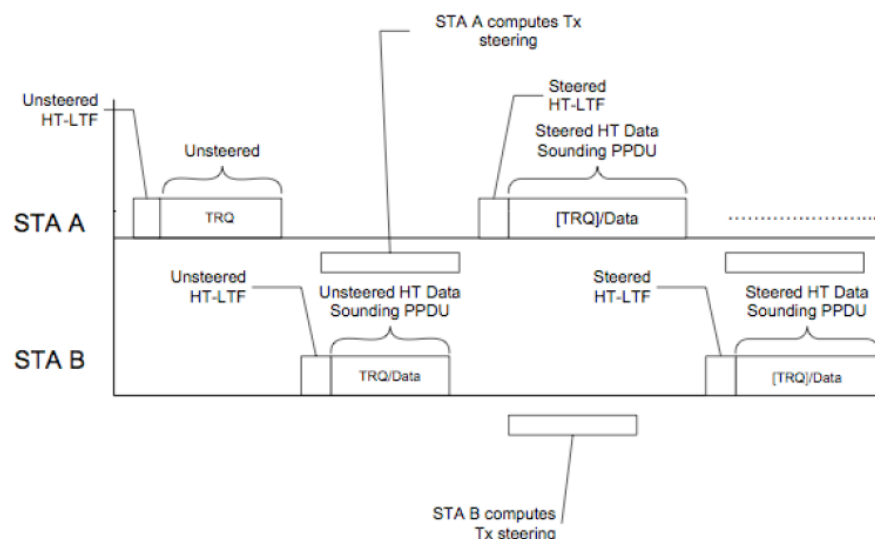


Figura 2. 12: Estudio de aplicabilidad del estándar 802.11n para redes de larga distancia para entornos rurales en América Latina.

Fuente: Ludeña, P. (2011).

2.4.7. Throughput.

Se denomina throughput al volumen de trabajo o de información que se genera mediante un sistema, como ejemplo una red de equipos de cómputo, cabe mencionar que el almacenamiento de la información y los sistemas de recuperación, se basan en un rendimiento que es medido acorde al acceso que se realizan en tiempos.

Ante lo expuesto se puede medir la tasa efectiva de acuerdo a la siguiente ecuación:

(1)

$$S = \frac{\text{Paquete IP}}{\text{Tiempo Colisiones} + \text{Tiempo Exitosa} + \text{Tiempo oceso}}$$

Para el cálculo de cotas máximas obviamos las colisiones de la referencia (1), obteniendo la siguiente ecuación:

(2)

$$S = \frac{\text{Paquete IP}}{\text{Tiempo Exitosa} + \text{Tiempo oceso}}$$

El throughput estará dado por la siguiente ecuación, dando como variables PL que corresponde al tamaño del paquete tanto para IP, TTE y TO, los mismo que están definidos en la ecuación (3) a (5).

2.4.8. Tiempo de transmisión exitosa.

Grote, W. & Colegas (2007) mencionan que el tiempo de transmisión exitosa (TTE), ya sea de un TM o del AP, debe considerar todos los tiempos involucrados desde que se inicia y hasta que termina una transmisión. Esto incluye el tiempo de transmisión del encabezado y de los datos, los tiempos de propagación de la onda electromagnética, los distintos espacios entre tramas (IFS: InterFrame Space), como también la respuesta correspondiente de acuse de recibo. Nótese que los bits del encabezado y

de la carga útil se transmiten a distinta tasa, siendo RD la tasa de transmisión de los datos, mientras que los encabezados se transmiten a la tasa de transmisión RH.

El tiempo asociado operando en modo básico mediante una transmisión exitosa, que se demuestra en la siguiente ecuación:

(3)

$$TTE = 2(T_{PHY} + \delta) + \frac{MAC + ACK}{R_H} + \frac{PL}{RD} + T_{SIFS} + T_{DIFS}$$

Si se opera bajo el protocolo RTS/CTS, cabe destacar que el tiempo asociado de dicha transmisión exitosa está dado mediante la siguiente ecuación que se basa en el análisis de la ecuación (3).

(4)

$$TTE = 4(T_{PHY} + \delta) + \frac{RTS + CTS + MAC + ACK}{R_H} + \frac{PL}{R_D} + 3 \cdot T_{SIFS} + T_{DIFS}$$

2.4.9. Tiempo ocioso.

Grote, W. & Colegas (2007) mencionan que el referente corresponde al tiempo en promedio que permanece el equipo transmisor, ya sea AP o TM, en un algoritmo de backoff, la misma que aplica la siguiente ecuación:

(5)

$$TO = \frac{CW_{min}^{\sigma}}{2}$$

2.5. Topologías de las redes inalámbricas

2.5.1. Modularidad.

La estructura principal de toda organización es la capa de internetwork la misma que puede incorporar backbones de redes LAN y redes WAN, que

a su vez se enfoca en estructurar una vía de transporte de datos optimizada y confiable, que permita emitir tráfico a velocidades altas, siendo la conmutación de paquetes uno de los principales procesos de la capa de red.

Además, otro proceso importante es el modularidad, que permite utilizar y evaluar un diseño jerárquico, y que a su vez el usuario podrá crear elementos de una estructura red, según la ampliación y replicación, permitiendo analizar cambios, ya sea en costos, complejidad o infraestructura de un diseño de red implementado, (Véase la figura 2.13).

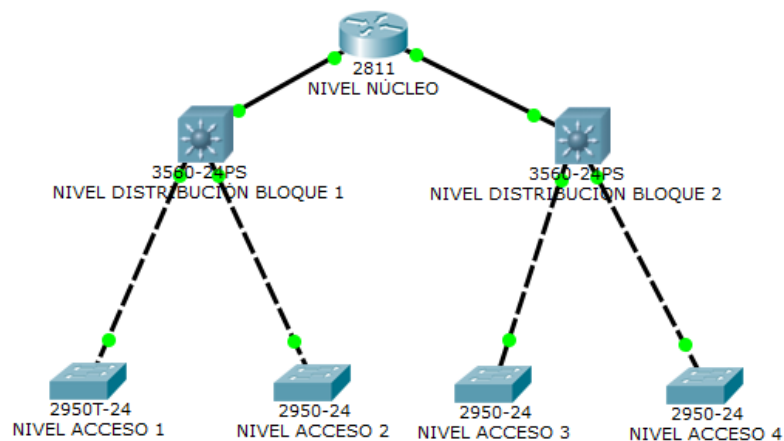


Figura 2. 13: Nivel Jerárquico de una red.
Elaborado por: El Autor.

En el internetworking la jerarquía de tres capas permite garantizar la optimización y funcionalidad de los recursos de la red de una manera exitosa, en el nivel jerárquico existen dispositivos como router o switches que son distribuidos según las necesidades de la red que se esté implementando.

2.5.2. Categorías de la red WLAN.

Un elemento principal de la capa de acceso son las WLAN, que permite dividirse en dos secciones fundamentales:

- Infraestructuras de Redes WLAN en el interior de un edificio.
- Enlaces de Puentes inalámbrico de punto a punto.

Las redes WLAN son tecnologías que han permitido realizar cambios en la estructura física, como en la capa 1 que generalmente es un cableado estructurado con cable cat. 6e, ahora dicha transmisión de datos se realiza mediante radio por aire. Además, las funcionalidades de la capa 2 también son remplazadas por controladores inalámbricos.

Un enfoque que se puede dar, es la implementación en edificios de distancias de hasta 1000pies, permitiendo proporcionar un acceso instantáneo desde cualquier sección de la instalación, favoreciendo a los usuarios mediante conexiones roamming en la red y proporcionando en si una completa flexibilidad.

Una de las conexiones inalámbricas más relevantes son los bridges inalámbricos que permiten a dos o más puntos de red que se encuentren físicamente separadas, poderse conectar en una LAN.

2.5.3. Redes de Área Local (LANs).

Las Redes LAN cableadas se estructuran mediante puntos de accesos, que se encuentran en una sola ubicación (estáticos), y mediante dicha necesidad de una libre movilidad, se desarrolló una extensión de red denominada WLAN, que permite sustituir a las redes de área local tradicionales que se basan en cableados estructurados.

Las redes WLAN permiten a los usuarios utilizar la tecnología de la siguiente manera:

- Libre Movilidad por las instalaciones.
- Aprovechamiento máximo del acceso a tiempo real de las redes Ethernet Cableados.

- Acceso a los recursos de las redes LAN.

El AP se basa a la proporción que le distribuye el área de cobertura de RF (Radio Frecuencia) mediante un BSS o también denominado microcelda, según una característica del BSS es que puede extenderse agregando otro AP, denominándose ESS.

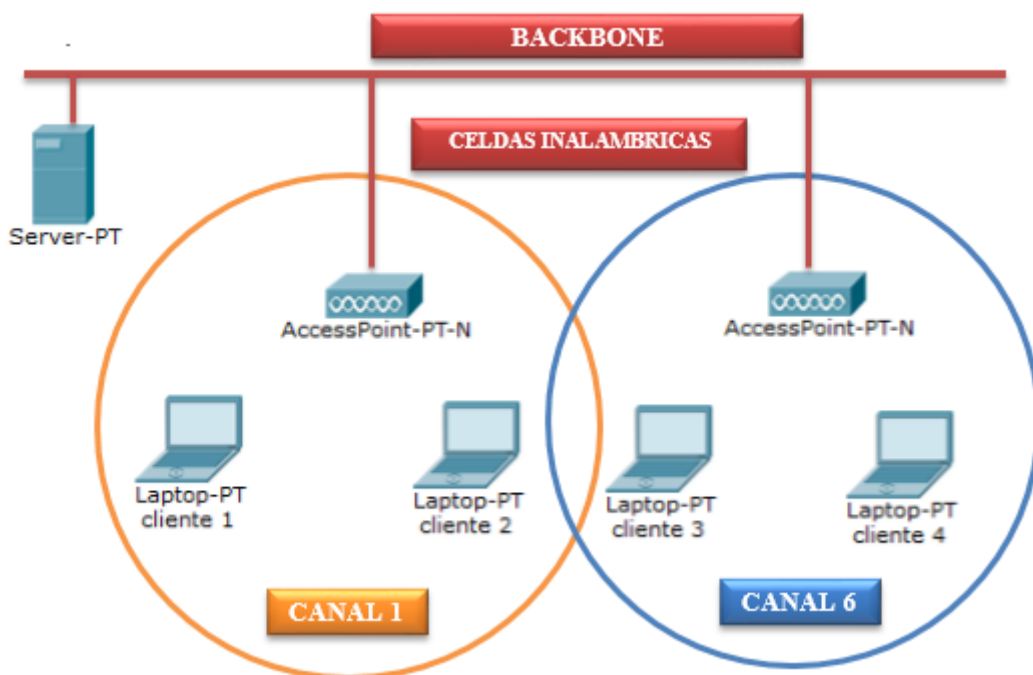


Figura 2. 14: Extensión de BSS mediante AP

Fuente: Cisco Systems (2004).

Elaborado por: El Autor.

Como se puede observar en la figura 2.14 los AP se conectan mediante una Ethernet para poder poseer acceso a la red y a su vez distribuir los datos de manera inalámbrica en el área de la celda, en efecto el AP es el master de la misma, permitiendo controlar de una manera distribuida el tráfico en la red, estableciendo la comunicación de los dispositivos mediante el AP.

Refiriendo a la cobertura, si una única celda no abastece, se podría ampliar la cantidad de celda para extender el alcance de la red,

recomendando que las células BSS adyacentes posean una superposición de 10 a 15 por ciento, esto permite ejecutar un roaming con una pérdida muy baja de conectividad de radio frecuencia, favoreciendo a los usuarios remotos, (Véase la figura 2.15).

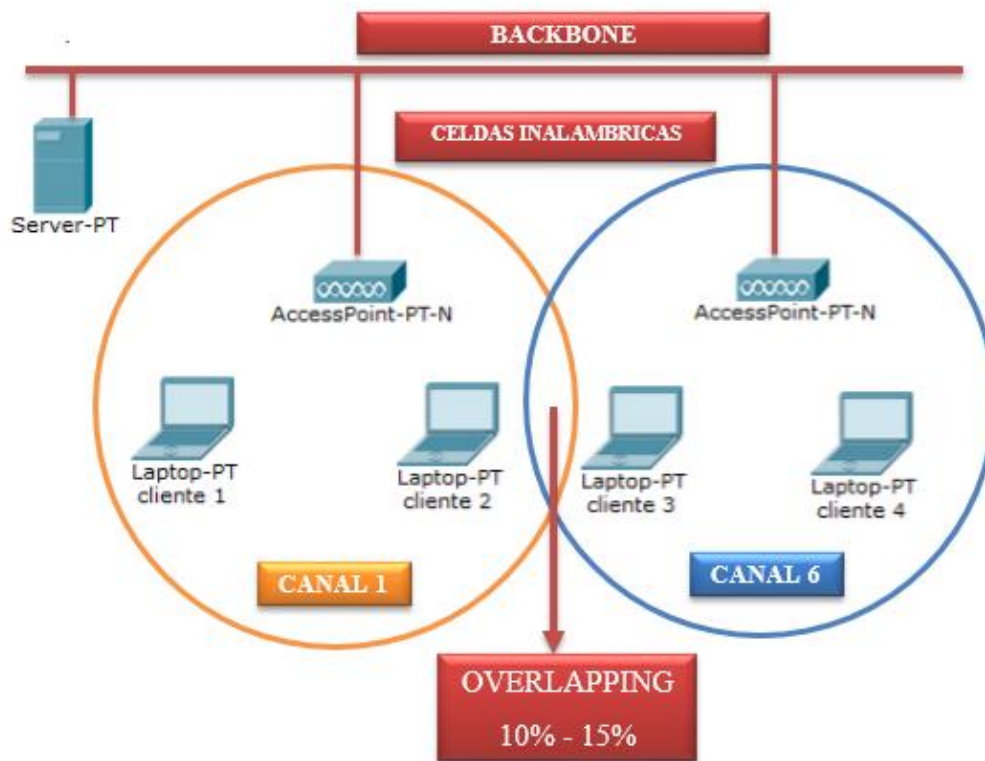


Figura 2. 15: Overlapping entre celdas.
Fuente: Cisco Systems (2004).
Elaborado por: El Autor.

2.5.4. Repetidores inalámbricos.

Los repetidores inalámbricos son AP, necesarios cuando se desea extender la cobertura y a su vez no permite enlazarse al backbone de manera física, siendo necesario una superposición del 50% del AP al repetidor inalámbrico.

En una red pueden existir varias cadenas de repetidores, considerando el throughput de los dispositivos finales o clientes, la transmisión de datos puede llegar a ser muy bajo, debido a la retransmisión de cada paquete por el mismo canal. Es recomendable no más de dos

saltos, ya que el throughput por cada dispositivo agregado se reduce a la mitad, (Véase la figura 2.16).

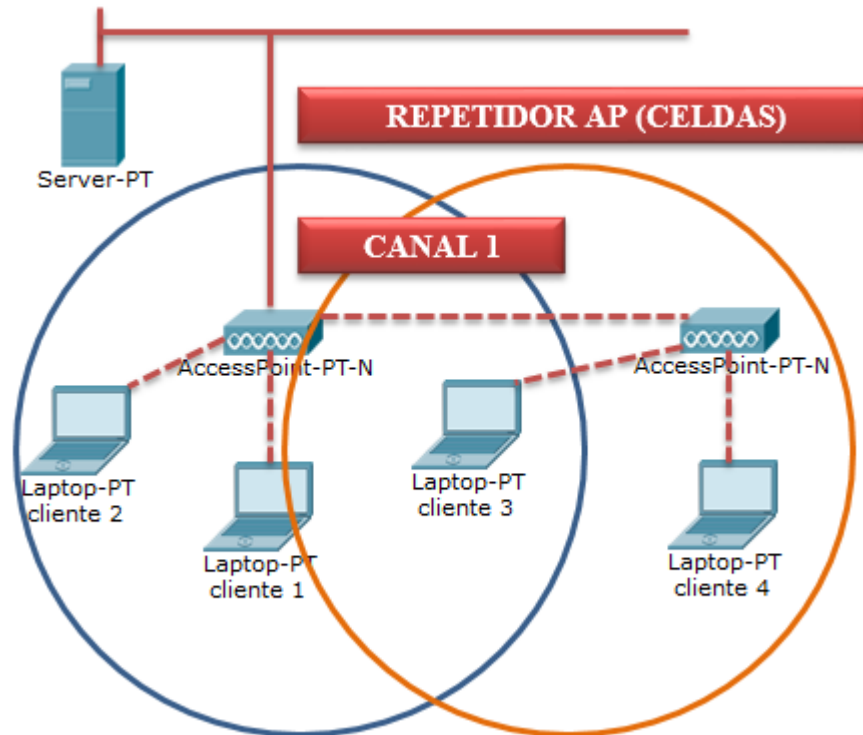


Figura 2. 16: Repetidores AP inalámbricos en celdas

Fuente: Cisco Systems (2004).

Elaborado por: El Autor.

2.5.5. Redundancia del sistema y equilibrio de la carga.

La redundancia en las redes LAN es un factor clave y necesario para los clientes. Existe una particularidad con los DSSS de fabricantes diferentes, permitiendo que las unidades de los AP utilicen la misma frecuencia y velocidades establecidas del paso de datos, por motivo que solo una unidad puede comunicarse a la vez, puesto que pertenecen al mismo tiempo de frecuencia.

Existe un backup de dicha conexión estableciendo puntos de enlaces activos, que permite que la red no deje de funcionar, generando estabilidad, con una redundancia que no proporciona más de lo que está establecido

en el throughput a diferencia de la proporción de un único punto de acceso, (Véase la figura 2.17).

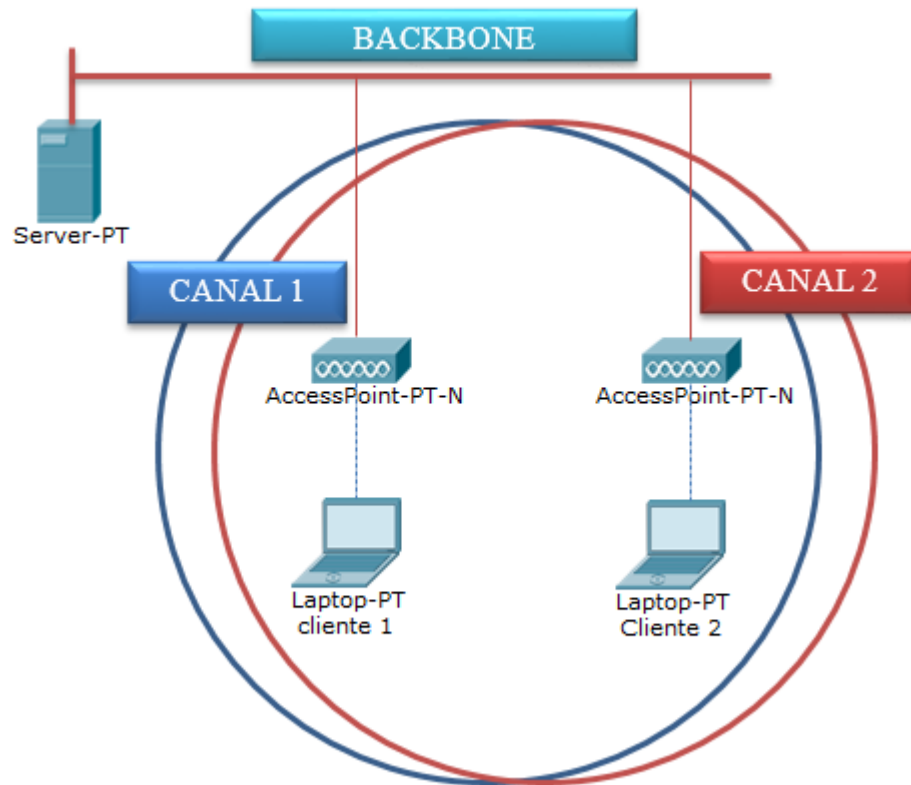


Figura 2. 17: Señal Redundante de una WLAN.

Fuente: Cisco Systems (2004).

Elaborado por: El Autor.

Cabe destacar que los clientes remotos juegan un papel fundamental, que permite equilibrar la carga, cuando ambas o varias unidades se encuentren en un proceso activo, ahora, si una de las unidades pasa a un proceso inactivo, los clientes remotos procederán a transferir la comunicación a la unidad o unidades activas restantes para que el proceso no colapse.

Ante lo expuesto, el equilibrio de la carga puede aplicarse tomando en cuenta la cantidad de usuarios, la tasa de errores de bit o la fuerza de la señal.

2.5.6. Roaming.

El roaming se refiere a la capacidad de moverse de un área de cobertura a otra sin ningún tipo de interrupción o fisura en el servicio. El cliente puede decidir a qué AP asociarse basándose primeramente en la calidad, la potencia de la señal, la cantidad de usuarios que se encuentren asociados y en la cantidad de saltos necesarios para poder acceder al backbone del mismo, (Véase la figura 2.18).

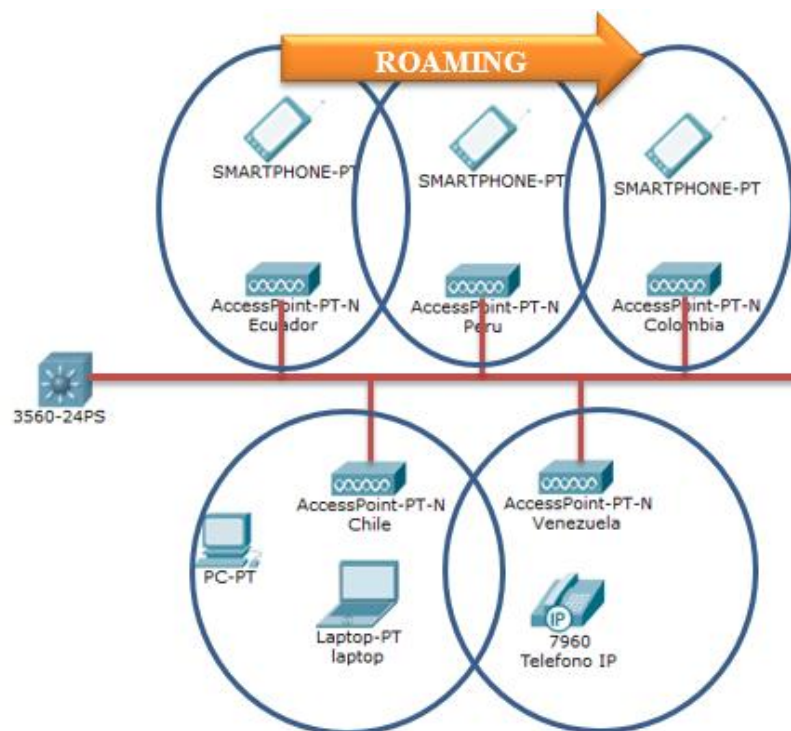


Figura 2. 18 : Asociamiento de dispositivos mediante Roaming.

Fuente: Cisco Systems (2004).

Elaborado por: El Autor.

Cuando el cliente realiza un roaming a otro AP, su identificación MAC se asocia en la tabla del nuevo AP, que a su vez envía un mensaje de broadcast anunciando que recibió la dirección MAC del dispositivo, esto permite que los usuarios sigan utilizando sus servicios de red inalámbrica, cuando realizan viajes fuera del rango de la zona geográfica en donde realizaron el contrato de su servicio.

2.5.7. Escalabilidad.

La escalabilidad es la manera de localizar más de un AP en la misma área de aplicación, permitiendo aumentar el ancho de banda del área en donde se encuentra ubicado el AP y a su vez favoreciendo a los usuarios asociados, cabe mencionar que los canales no están superpuestos en absoluto, por ende no interfieren entre sí, entonces mientras más AP, mayor será la posibilidad de obtener altas velocidades.

2.6. Seguridades WLAN

Cuando se habla de seguridad se enfoca en utilizar la cantidad de recursos que permitan mantener fuera a intrusos de la red, como un tipo de paredes resistentes y puertas de ingreso seguras. Se puede denominar a la seguridad como el proceso que no causa daño alguno a los datos e información, y que evitan contra ataques maliciosos.

2.6.1. Vulnerabilidades de las WLANs.

Las WLAN por lo general son vulnerables a ataques, por pertenecer a una tecnología netamente nueva. Una debilidad es basada en la configuración, ya que la mayoría de las instituciones no utilizan todos los recursos de seguridad que brindan los dispositivos y prefieren dejar la configuración por defecto, como el loggin de “administrador” predeterminado.

Según las políticas de seguridad de la información y dispositivos que implementas las instituciones, deberían ser claros en el manejo de la tecnología inalámbrica, para evitar posibles manipulaciones innecesarias de los AP por parte de los empleados, y a su vez generando puntos de acceso furtivos que carecen de seguridad. Se puede denominar vulnerabilidades a las siguientes acciones:

- Bajo nivel Autenticación
- Bajo nivel de encriptación de datos

- Integridad de mensajes

2.6.2. Amenazas a la WLAN.

Según estudios realizados existen cuatro clases principales de amenazas a la seguridad de las redes WLAN:

- **No estructuradas:** se enfocan en usuarios inexpertos que usan herramientas hacking disponibles en la red, como script de terminales Shell y cracker para password.
- **Estructuradas:** generalmente son hackers que conocen del área tecnológica y mediante el cual pueden notar vulnerabilidades de los sistemas de redes inalámbricas y a su vez comprender y desarrollar líneas de códigos como scripts y posibles programas que afecten la seguridad de la misma.
- **Internas:** En efecto se da cuando un usuario posee un acceso autorizado en la red, ya sea con una cuenta que gestione el servidor o con un acceso físico al cableado de la institución, siendo así una gran amenaza a la seguridad de la red, por motivo que la mayoría de las redes inalámbricas tienen muy pocas restricciones o inclusive ninguna, permitiendo tener una abertura a la red mediante un AP y que un atacante pueda recorrer libremente la red interna de la misma.
- **Externas:** Esta amenaza influye demasiado en el tiempo y en el gasto económico de las instituciones para protección de la seguridad de la información, ya que son usuarios y organizaciones que no poseen autorización alguna a la red inalámbrica y trabajan en exteriores para poder acceder a ella.

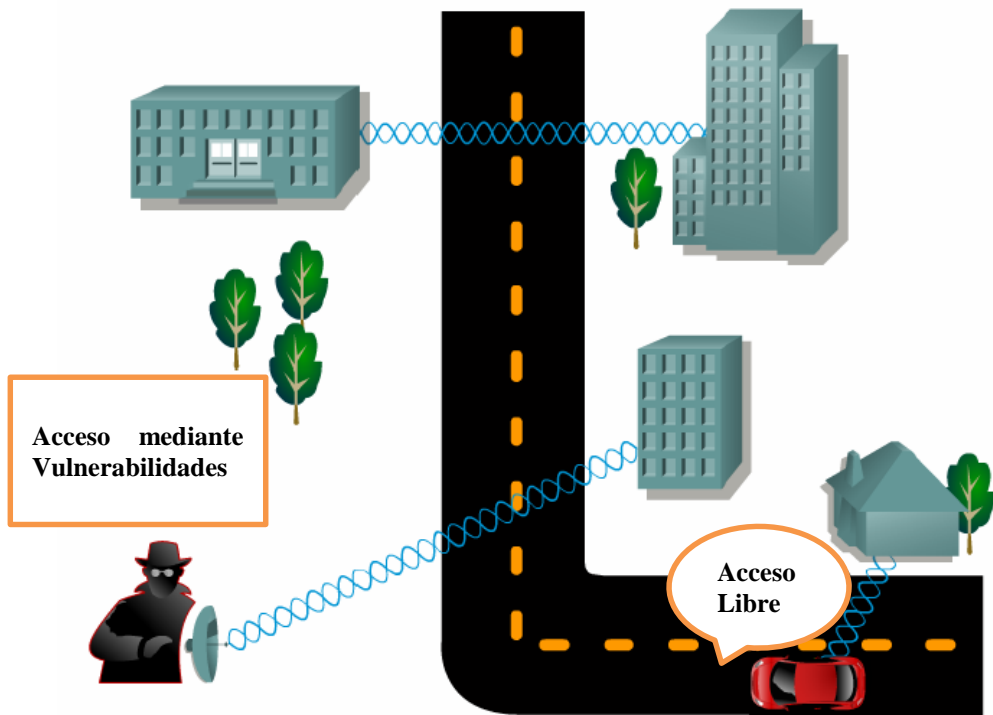


Figura 2. 19: Estructura compuesta de varias amenazas en una WLAN
Fuente: Cisco Systems (2004).
Elaborado por: El Autor.

CAPÍTULO 3: DESARROLLO DE LA PROPUESTA

3.1. Análisis de la situación actual de la red inalámbrica

3.1.1. Infraestructura de la Unidad Académica.

La Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias cuenta con una infraestructura con diferentes secciones como: laboratorios, aulas virtuales, salones de clase, auditorios, campo de prácticas, áreas verdes y canchas deportivas, que ayudan para el desenvolvimiento del estudiantado en sus diferentes carreras como: Ingeniería Agronómica, Ingeniería Acuícola, Medicina Veterinaria Zootecnista y Economía Agropecuaria, permitiendo tener un mejor desarrollo en los diferentes áreas de conocimiento planteadas.

La Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la UTMACH, está ubicada geográficamente a la salida de la ciudad de Machala, exactamente en el Km 4 ½ vía Machala – Pasaje finca Sta. Inés, a 3°17'29.16" S, 79°54'50.02" O, y su desglose arquitectónico se distribuye en varios bloques separados unos de otros. El área y el perímetro aproximado de la Unidad Académica son de 51631 m² y 893,17 m. respectivamente.

A continuación, se muestra los planos de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.

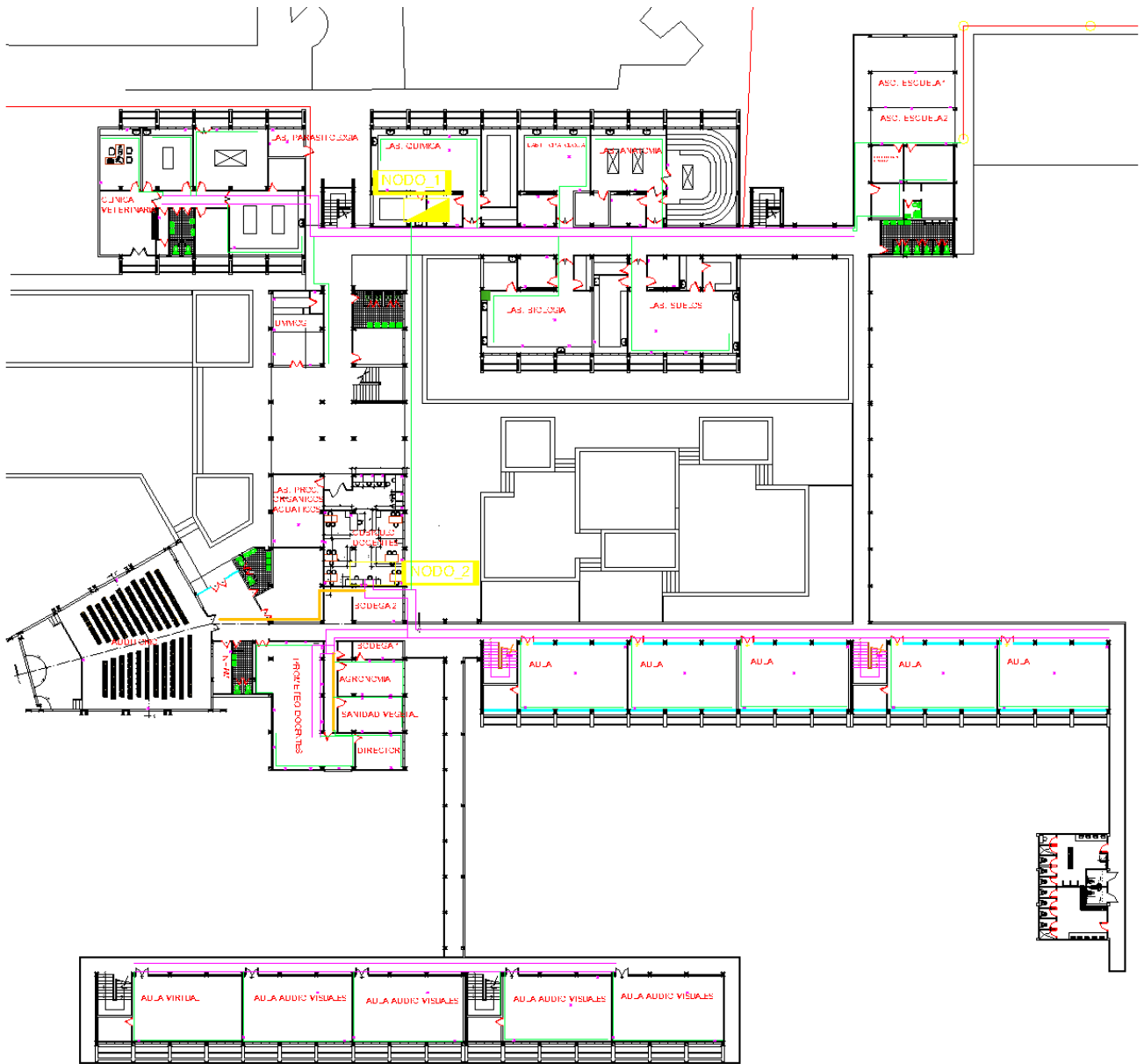


Figura 3.1: Planta Baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala.
Elaborado por: El Autor.

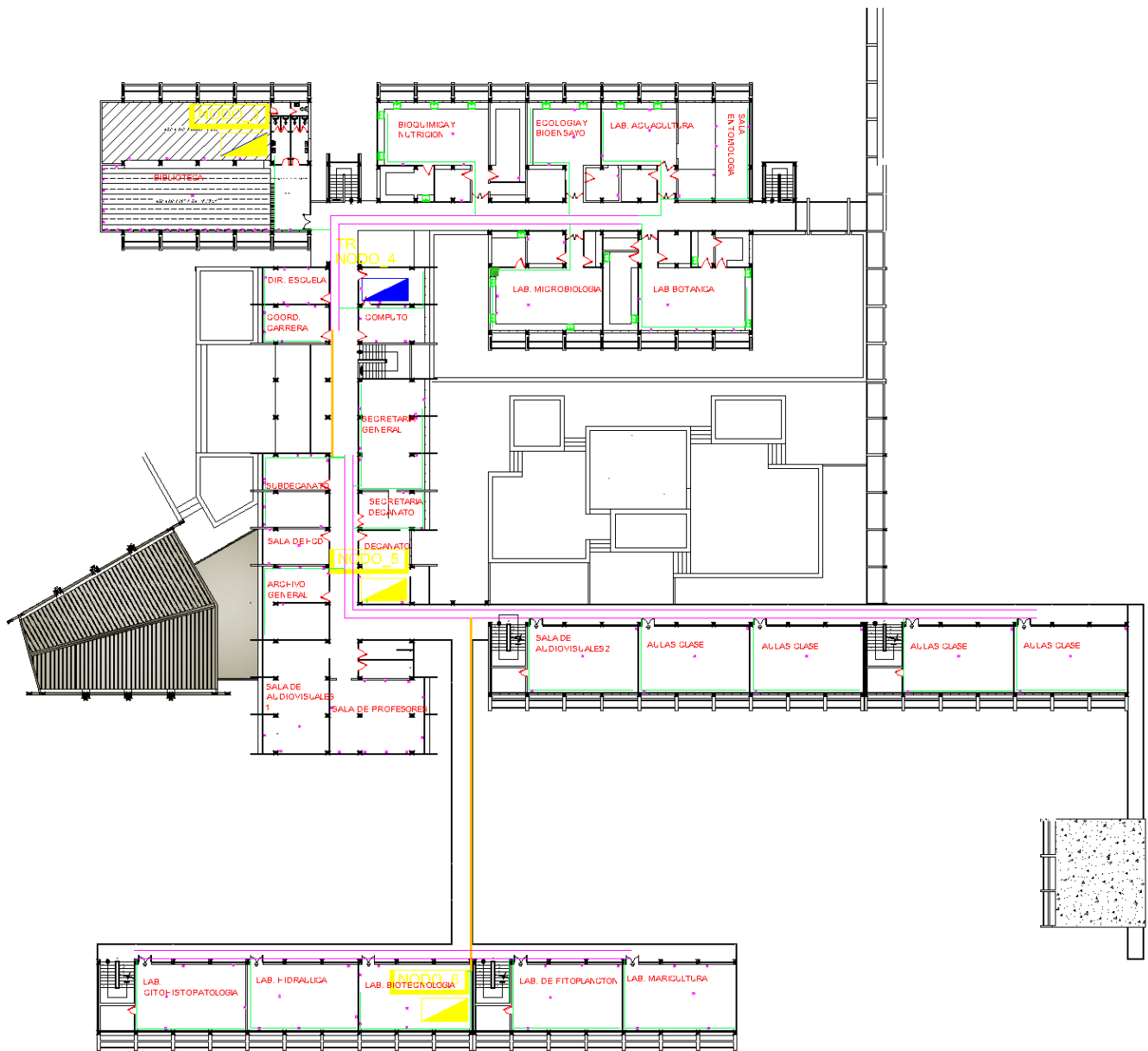


Figura 3.2: Primera planta Alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala
Elaborado por: El Autor.

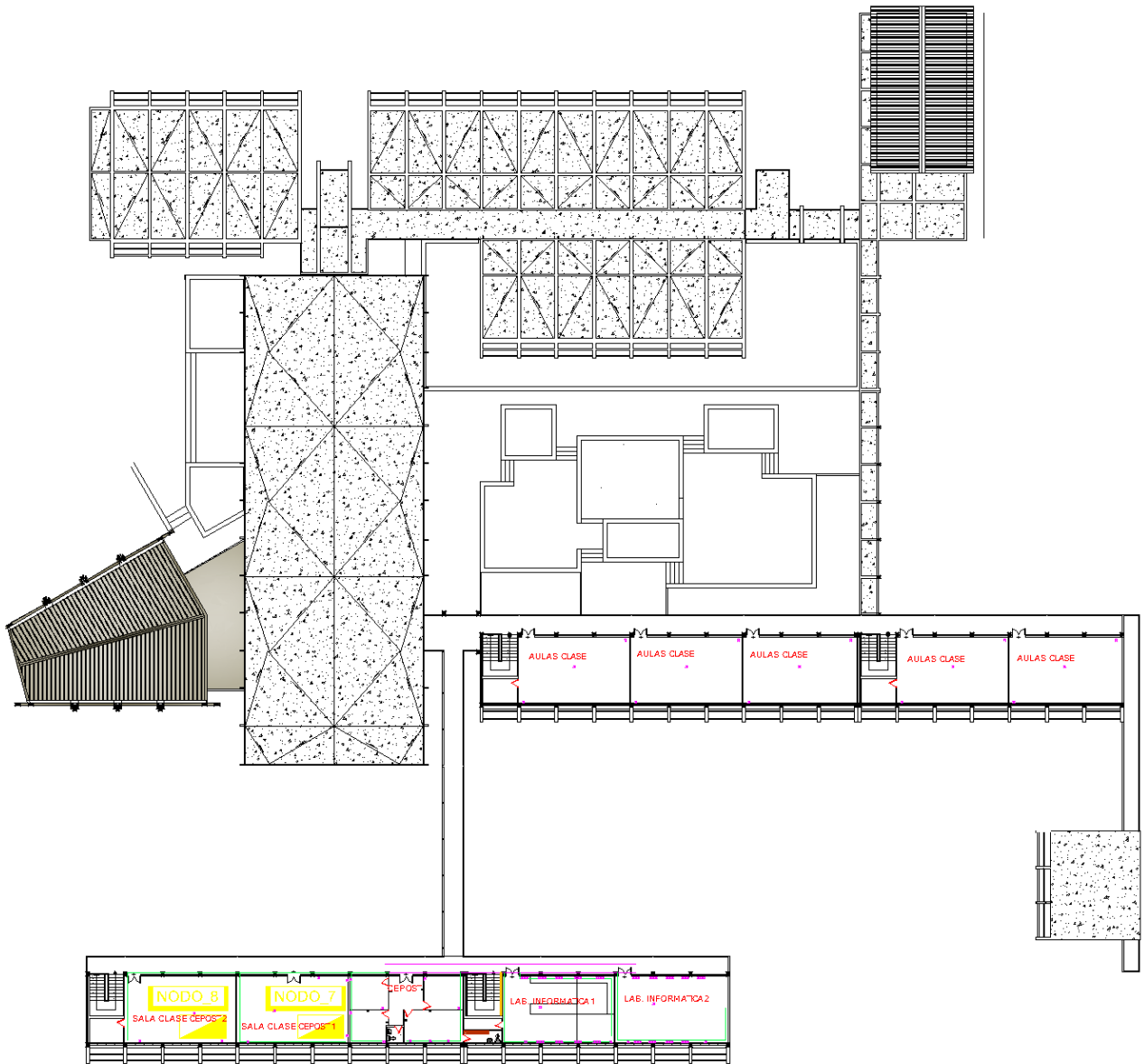


Figura 3.3: Segunda planta Alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala
Elaborado por: El Autor.

3.1.2. Secciones de la Unidad Académica.

La Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias cuenta con las siguientes secciones:

- **Laboratorios:** Los laboratorios de Ciencias Agropecuarias permiten a los investigadores desarrollar sus diferentes investigaciones para ser implementadas en artículos científicos que vinculan a la Universidad Técnica de Machala con el exterior, además los laboratorios con los que cuenta la Unidad Académica son los siguientes: Acuicultura, Ecología y Bioensayo, Química, Bioquímica, Suelos, Biología, Anatomía, Fruticultura, Sanidad Vegetal, Entomología, Maricultura, Cito-histopatología, Microbiología, Parasitología, Clínica Veterinaria, Procesamiento de Organismos Acuáticos, e Informática.
- **Aulas Clase:** La Unidad Académica posee veinte aulas con una capacidad para 30 personas por cada una.
- **Aula Virtual:** Para el desarrollo de aprendizaje mediante conferencias, la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias implemento un aula virtual que permite adquirir conocimientos con ponentes de otros países.
- **Campo de Prácticas:** la presente sección permite a los estudiantes realizar diferentes tipos de prácticas según la carrera, por motivo que existen diferentes áreas como: La granja Santa Inés, jardín Botánico, Programa Ganadero, Programa Porcino, Programa Bananero.
- **Departamentos Administrativos:** La sección administrativa de la Unidad Académica se divide en diferentes

departamentos: Decanato, Secretaria de Decanato, Vicedecanato, Secretaria de Vicedecanato, Secretaria General, Unidad de Matriculación Movilidad y Graduación, Biblioteca y Archivo General.

- **Coordinación de Carreras:** Para la atención al estudiantado de las diferentes carreras existe un departamento designado a los coordinadores de las diferentes carreras.

3.2. Gestión de la red de datos

3.2.1. Seguridades.

Uno de los dispositivos de seguridad en los cuales la red de la UTMACH gestiona el tráfico de datos es mediante un firewall adaptable de la serie Cisco ASA 5500, plataforma que abastece de características de seguridad y además proporciona ventajas a las VPN (Redes Virtuales Privadas), que abastecen a la UACA. El equipo ASA posee funciones como por ejemplo: IPS (Sistemas de Prevención de Intrusos), anti-X y VPN, permitiendo una protección de gama amplia, (Véase la figura 3.4).

Cada característica de seguridad de la red emplea un conjunto de servicios que satisfacen las necesidades de los diferentes entornos que se generan dentro de una red Institucional, dando como resultante un alto índice de protección en toda la red.

- **Firewall:** La Universidad Técnica de Machala implementa de forma segura y confiable software, redes LAN y WLAN. Además su distintivo diseño modular genera una completa protección a la gestión de datos, y que a su vez reduce los costos operativos.
- **Edición IPS:** El sistema de prevención de intrusos permite a los servidores e infraestructura de la red Institucional de la

UTMACH mantenerse libre contra el acceso de gusanos (Virus), piratas informáticos y varias amenazas que circulan en la red global de datos.

- **Edición Anti-X:** Es una de las características que permite a los usuarios mantenerse protegidos y seguros contra sitios Web maliciosos y amenazas como virus, spyware y phishing. Los servicios como firewall y VPN distribuyen y complementan de manera satisfactoria una conectividad de acceso seguro con el sistema principal de la red Universitaria UTMACH.

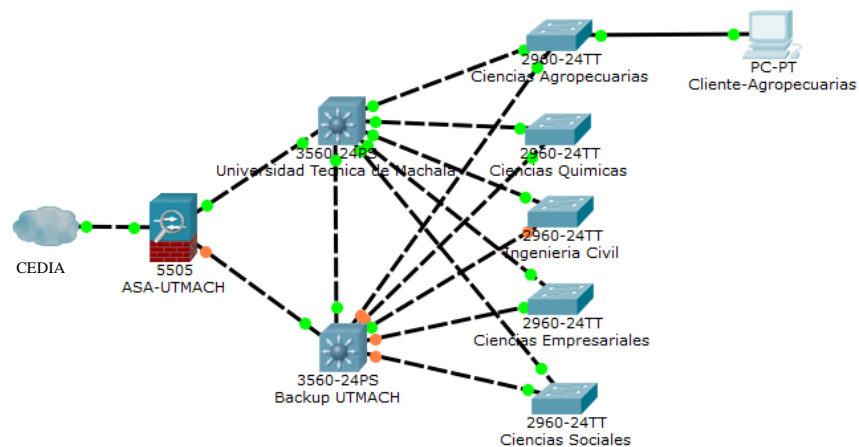


Figura 3.4: Seguridad ASA de la Red LAN UTMACH
Elaborado por: El Autor.

- **Edición VPN SSL/IPsec:** Esta característica ejecuta accesos remotos a los sistemas y servicios de la red interna de la Universidad de manera segura, además le facilita a la UTMACH agrupaciones de redes VPN.

3.2.2. Confiabilidad.

La confiabilidad de la red Universitaria es tolerante a fallas permitiendo limitar el impacto que se produce en un equipo ya sea de hardware o software.

Una característica de la red, es que posee enlaces redundantes de origen y destino, permitiendo evitar que los equipos dejen de transmitir datos mediante las rutas, además se pueden garantizar el enrutamiento de los enlaces establecidos mediante backup, tal como se aprecia en la figura 3.4.

3.2.3. Filtro de acceso web.

El acceso a internet en la red Universitaria UTMACH, es mediante un Web Filter, en el cual es generado por un appliance Fortigate 1500D, que permite la restricción de páginas no autorizadas para la navegación web de las solicitudes que realizan los usuarios al servidor web.

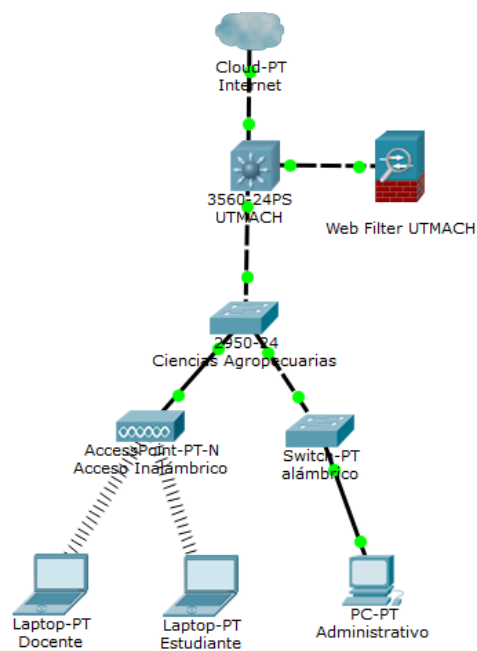


Figura 3.5: Filtro web de la red de datos de la UTMACH
Elaborado por: El Autor.

Ante la seguridad del personal administrativo, docente y estudiantil, el departamento de Tecnologías de la Información gestiona el acceso web de la red de la UTMACH, que mediante el appliance procede a bloquear páginas web no deseadas o mal intencionadas, (Véase la figura 3.6).

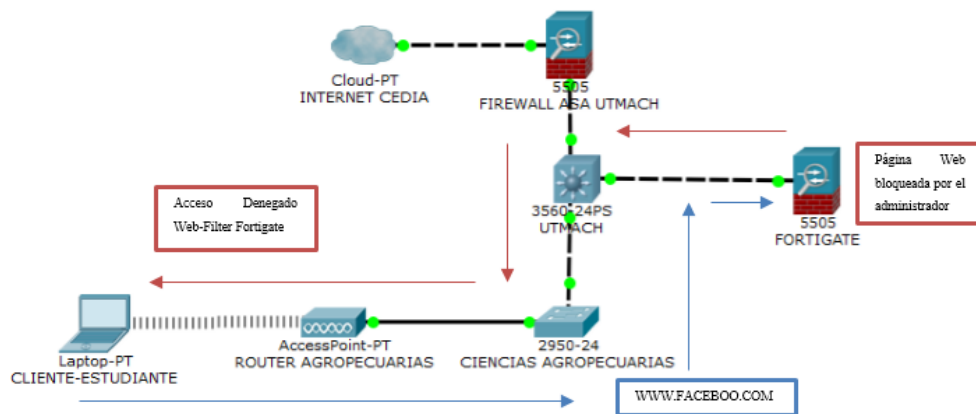


Figura 3.6: Bloqueo web mediante appliance Fortigate
Elaborado por: El Autor.

3.2.4. Catalogación de Tráfico de la red.

El departamento de TIC de la UTMACH, distribuye el tráfico shapping por unidades académicas y por servicios mediante el appliance Fortigate 1500D, que a su vez permite tener un control total del tráfico de la red institucional.

El seccionamiento del tráfico se lo desglosa según la necesidad de cada Unidad Académica y se lo distribuye de la siguiente manera, tal como se aprecia en la tabla 3.1:

Tabla 3.1: Shaper de Ciencias Agropecuarias

Distribución del Shaper para Ciencias Agropecuarias	
Identificación	Shaper Asignado
STFCA	10240 Kb
FCA_WIFI	20480 Kb
FCA_DOC	8192 Kb
FCA_AUT	6144 Kb
G_FCA_ADM	8192 Kb
FCA_OTROS	8192 Kb

Elaborado por: El Autor.

3.2.5. Sistema Antivirus.

La UTMACH, posee aplicaciones prioritarias con sus respectivas licencias y una de ellas es la aplicación ESET NOD 32, que mantiene a los clientes de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias libres de virus, cabe mencionar que dicha aplicación es gestionada mediante la interfaz web, que permite a su vez tener un control de acceso remoto total.

El sistema antivirus facilita las actualizaciones diarias a los clientes, ante ello posee una política denominada `maximun_security_utmach` que permite la instalación remota del aplicativo, y que gracias a los agentes instalados en cada uno de los equipos, mantiene una seguridad completa ante posibles amenazas que se presentan mediante el traspaso de datos que realizan los usuarios.

En la actualidad la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias posee 116 equipos con sus respectivos agentes NOD32 y a su vez está configurada para que realice actualizaciones cada 60 minutos, mediante el servidor <http://antivirus.utmachala.edu.ec>, para la prevención de futuras amenazas.

3.2.6. Internet.

La UTMACH posee un contrato de prestaciones de servicios de Internet con la empresa CEDIA que la provee Telconet, y que facilita un paquete de 550 Mbps y a su vez genera beneficios como: acceso a publicaciones científicas y bibliotecas digitales, uso de recursos de computación avanzada de altas prestaciones, servicios de cloud computing, acceso a video conferencias de alta definición, etc.

El servicio de internet que facilita CEDIA es desglosado en dos secciones, 250 Mbps para Internet Avanzado y 300 Mbps para Internet Comercial.

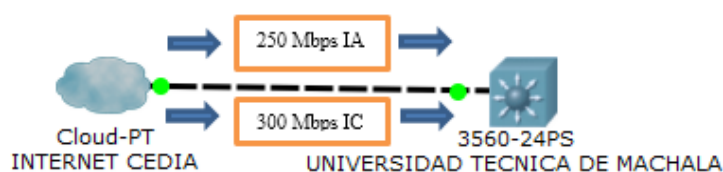


Figura 3.7: Distribución de Internet en la UTMACH
Elaborado por: El Autor.

En la figura 3.7, se puede apreciar cómo se maneja la distribución de velocidad, ante ello los 300 Mbps son orientados a lo que es internet comercial y los 250 Mbps son utilizados específicamente como apoyo a la investigación científica, que permite la utilización de todos los servicios que proporciona google y además búsquedas en bibliotecas virtuales de diferentes instituciones orientadas a la investigación.

Actualmente la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias cuenta con un ancho de banda de 60 Mbps, distribuido tal como se lo menciona en la tabla 3.1.

3.2.7. Direccionamiento IP.

El subnetting es establecido por el departamento de TICS de la UTMACH, que a su vez las subredes están identificadas de la siguiente manera:

Tabla 3.2: Subnetting de Ciencias Agropecuarias

SUBNETTING CIENCIAS AGROPECUARIAS				
ID	RED	GATEWAY	MASCARA	HOST
DOCENTES	172.30.210.0	172.30.210.1	255.255.255.0	252
AUTORIDADES	172.30.216.192	172.30.216.193	255.255.255.224	30
ADMINISTRATIVOS	172.30.211.128	172.30.211.129	255.255.255.128	126
ESTUDIANTES	172.30.216.224	172.30.216.225	255.255.255.224	30
INALAMBRICO	172.30.216.160	172.30.216.161	255.255.255.224	30
CAMARAS	172.30.216.64	172.30.216.65	255.255.255.192	62
IMPRESORAS	172.30.216.0	172.30.216.1	255.255.255.192	62
RELOJ BIOMETRICO	172.30.217.0	172.30.217.1	255.255.255.248	6

Elaborado por: El Autor.

En el subnetting que se detalla en la tabla 3.2, se puede observar un direccionamiento de host sobrecargado en algunas subredes, como la planta docente que cuenta con 70 profesionales, siendo recomendable asignar un mínimo de host de 128.

Además, cada subred trabaja con un DNS primario 172.30.0.24 y un DNS secundario 172.30.0.23, que identifican los nombres de dominio y subdominios de la UTMACH.

3.3. Situación actual de la red inalámbrica

3.3.1. Instalaciones de puntos de red actuales.

La Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, cuenta con varios dispositivos inalámbricos de uso doméstico, que a su vez necesitan mayores características para poder satisfacer las necesidades de la Institución Universitaria.

Cabe destacar que la mayoría de los AP domésticos, se encuentran ubicados en los diferentes departamentos de la Unidad Académica, por su limitado alcance y disponibilidad.

A continuación se detalla la ubicación de cada uno de los AP que se encuentran distribuidos en todas las secciones de la Unidad Académica.



Figura 3. 8: Distribución de dispositivos domésticos en la planta baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias
Elaborado por: El Autor.

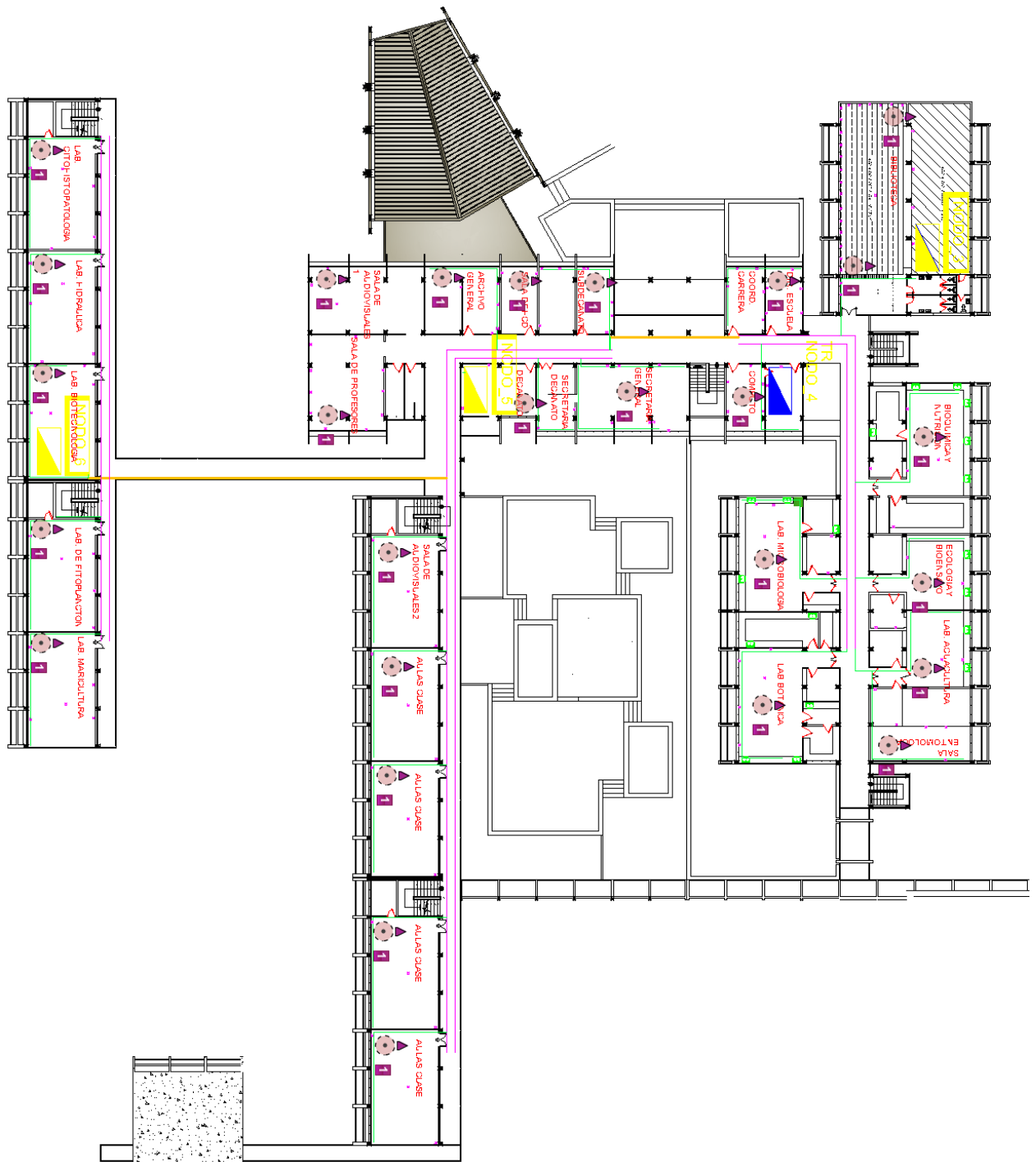


Figura 3. 9: Distribución de dispositivos domésticos en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias
Elaborado por: El Autor.

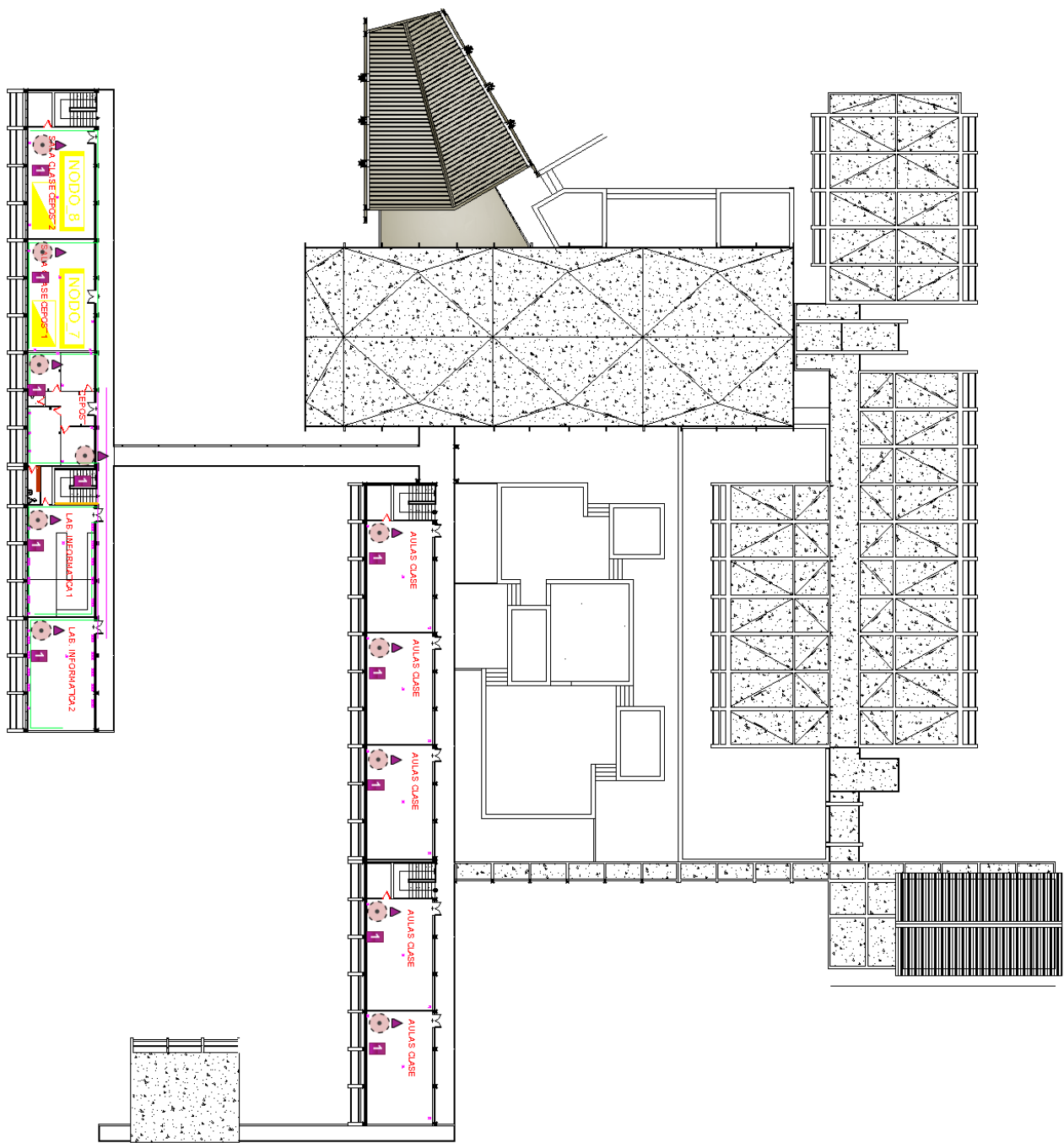


Figura 3. 10: Distribución de dispositivos domésticos en la segunda planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias
Elaborado por: El Autor.

Ante las ubicaciones establecidas de los dispositivos inalámbricos en los planos anteriores, se puede apreciar la gran cantidad de AP que existen en cada uno de los departamentos, (Véase la tabla 3.3).

Tabla 3.3: Cantidad de AP por número de Planta

DISPOSITIVOS INALAMBRICOS UACA - UTMACH	
NUMERO DE PLANTA	CANTIDAD DE AP
1 - BAJA	31
2 – ALTA 1	27
3 – ALTA 2	11
TOTAL	69 AP

Elaborado por: El Autor.

3.3.2. Equipos.

Los equipos implementados para el acceso a la red inalámbrica son de uso doméstico que generan deficiencias al momento de ingresar a la red WLAN.

Los equipos inalámbricos que se encuentran ubicados en las diferentes secciones de la Unidad Académica poseen las siguientes características:

Tabla 3.4: Características de AP Doméstico

CARACTERISTICAS DE DISPOSITIVOS INALAMBRICOS	
Cobertura	Indoor
Radio	30 metros
Banda	2.4 Ghz
Estándar	IEEE 802.11b, 802.11g, 802.11n
SSID	múltiples
Velocidad	300 Mbps
Usuarios Concurrentes	50
Seguridad	WPA-PSK, WPA2-PSK, Mixto WPA/WPA2-PSK

Elaborado por: El Autor.

Se puede observar en la tabla 3.4., que las características de los equipos inalámbricos actuales poseen recursos que son comunes en la actualidad, en departamentos, oficinas y hogares, destacando que los dispositivos se los podría implementar en instituciones, como ahorro de recursos económicos, pero no cumplirían las expectativas de los usuarios.

3.3.3. Topología de la Red.

La topología implementada en la institución Universitaria es de tipo estrella extendida, que permite que un Switch central de capa tres mantenga una alta disponibilidad y se conecte con varios dispositivos mediante fibra tipo monomodo, en este caso switch de capa dos, que dependerán del core.

La topología mencionada permite ser el centro de otra estrella. Además se pueden describir algunas características de la topología que beneficia a la institución:

- Jerárquica.
- Reduce la posibilidad de fallos.
- Fácil de reconfigurar
- Escalabilidad

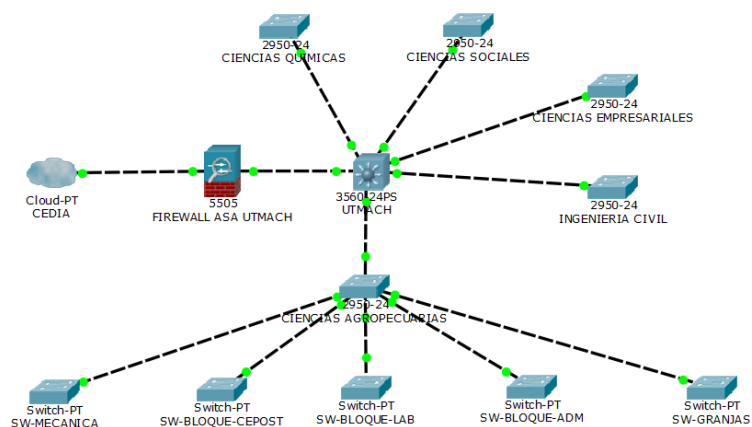


Figura 3. 11: Topología de Estrella extendida de la UTMACH
Elaborado por: El Autor.

Se puede observar en la figura 3.11, que las Unidades Académicas se encuentran como centro de otra estrella mediante un Switch de capa dos, y se puede apreciar que en la estructura de Ciencias Agropecuarias se desglosan varios dispositivos genéricos como centro de otra estrella, permitiendo mantener una jerarquía de distribución.

3.3.4. Disponibilidad.

La disponibilidad de la red inalámbrica de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias es una de las características de la arquitectura de la institución, que demuestra el grado de los recursos de la red que están disponibles para el uso de los usuarios finales (estudiantes, docentes y administrativos), que es medida de la siguiente manera:

(1)

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{HDIS} - \text{HOF}}{\text{HDIS}} * 100$$

La red inalámbrica mantiene un nivel de servicio 17/7, permitiendo mantener un sistema de mayor criticidad, y con los presentes datos podemos calcular su disponibilidad de la siguiente manera:

Donde:

Horas Disponibles (HDIS) = 17 horas x 365 Días al año
= 6,205 Horas/Año

Horas Fuera de Línea (HOF)

Manipulación de dispositivos = 20 horas

Mantenimiento preventivo = 60 horas

Mantenimiento correctivo = 15 horas

Total horas fuera de línea = 95 horas

Entonces:

$$\begin{aligned}\text{Disponibilidad} &= ((6,205 - 95) / 6,205) \times 100 \\ &= 98,46\end{aligned}$$

Resultado:

$$\text{Disponible} = 6.109,443 \text{ Horas / Año}$$

$$\text{No Disponible Anual} = 95,557 \text{ horas / Año}$$

$$\text{No Disponible Mensual} = 7,963 \text{ horas / Mensuales}$$

$$\text{No Disponible Día} = 26,5 \text{ Min / Día}$$

Ante el proceso realizado para la disponibilidad de la red inalámbrica se demuestra que, anualmente 95,557 horas se encuentra fuera de línea, y en el día se calcula aproximadamente unos 26 min fuera de línea, demostrando que la disponibilidad de la red WLAN de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias es regular.

3.3.5. Confiabilidad.

La confiabilidad de los AP domésticos, no poseen propiedades tolerantes a fallos y además necesitan un mantenimiento manager que permite inicializar en conteo de usuarios concurrentes.

Se puede demostrar mediante los planos anteriores, que la distancia entre departamentos es alejada y a su vez, permite que el alcance de los dispositivos no llegue a distancias mayores a 15 m., ante esta situación no permite mantener enlaces redundantes o bridges, generando varias conexiones en diferentes SSID.

La confiabilidad de los AP domésticos no alcanza las expectativas del envío y recepción datos de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.

3.3.6. Cobertura de la red inalámbrica.

El análisis de cobertura de la Unidad Académica, se la realizo mediante la aplicación UKAHAU Site Survey, que permite obtener valores reales sobre la capacidad de alcance de los dispositivos inalámbricos. Mediante la herramienta se procede a realizar las siguientes mediciones, seccionados en tres partes: Planta baja, Primer piso alto, Segundo piso alto.

Para las tres secciones se escogieron tres puntos estratégicos, donde se encuentran ubicados los dispositivos inalámbricos, tal como se aprecia en la figura 3.12.

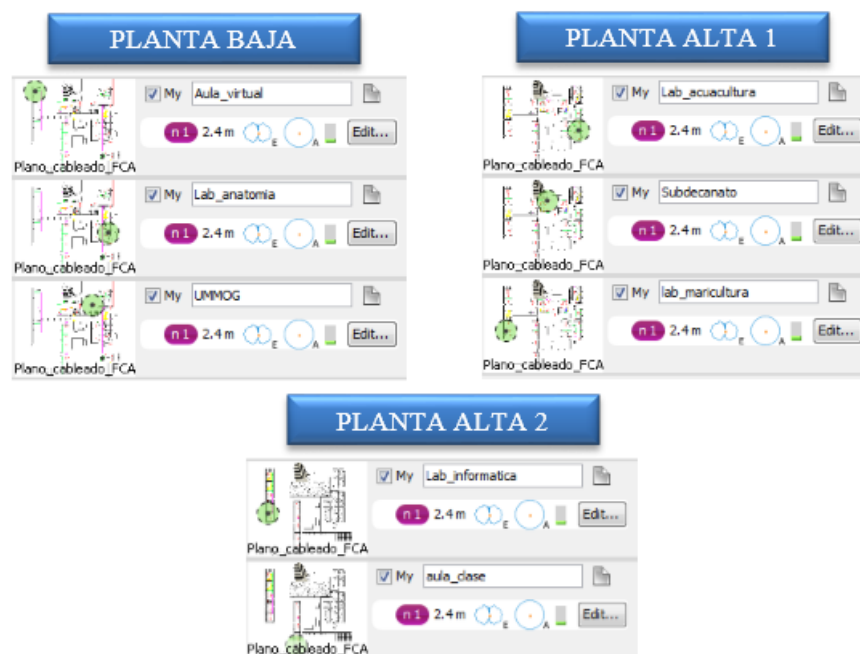


Figura 3. 12: Ubicaciones estratégicas de AP Domésticos
Elaborado por: El Autor.

Las mediciones se basan en dispositivos inalámbricos de tipo genérico que poseen antenas omnidireccionales de 2.2 dBi, y ante ello se establecen los siguientes valores:

- Potencia de Transmisión: 25 mW
- Altura de la Antena: 2.4 m
- Potencia Isotrópica (PIRE): 16.18 dBm

Ante estos valores, la resultante grafica de la cobertura, se demuestra en las siguientes figuras, permitiendo obtener diferentes escenarios.

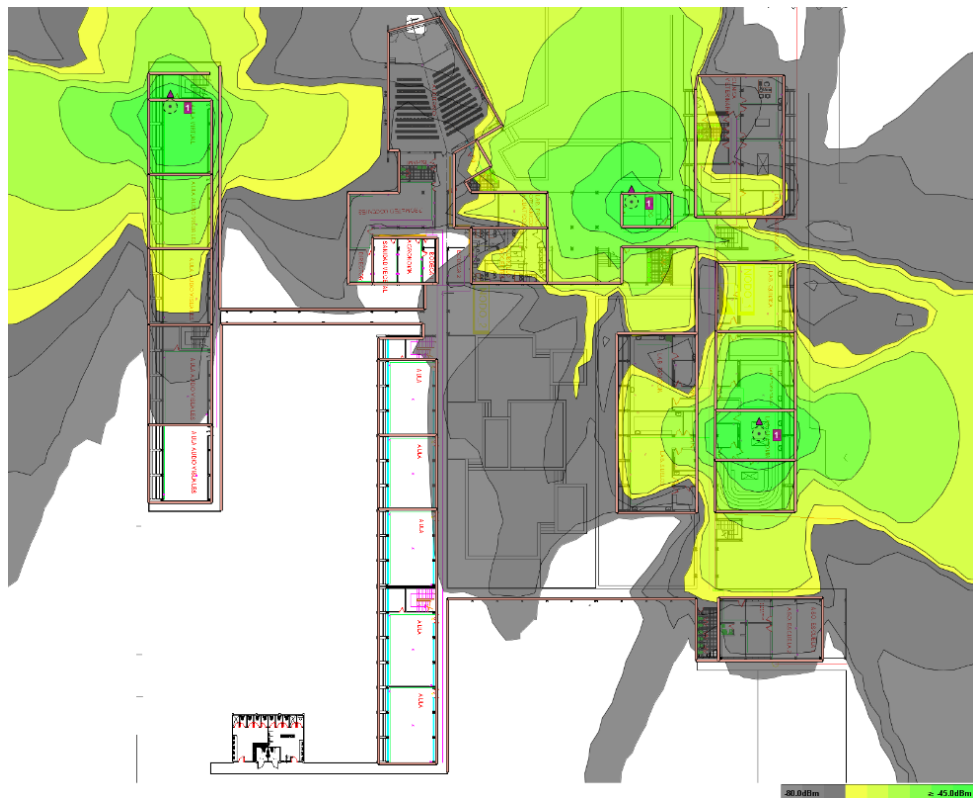


Figura 3. 13: Análisis de cobertura en la planta baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.
Elaborado por: El Autor.

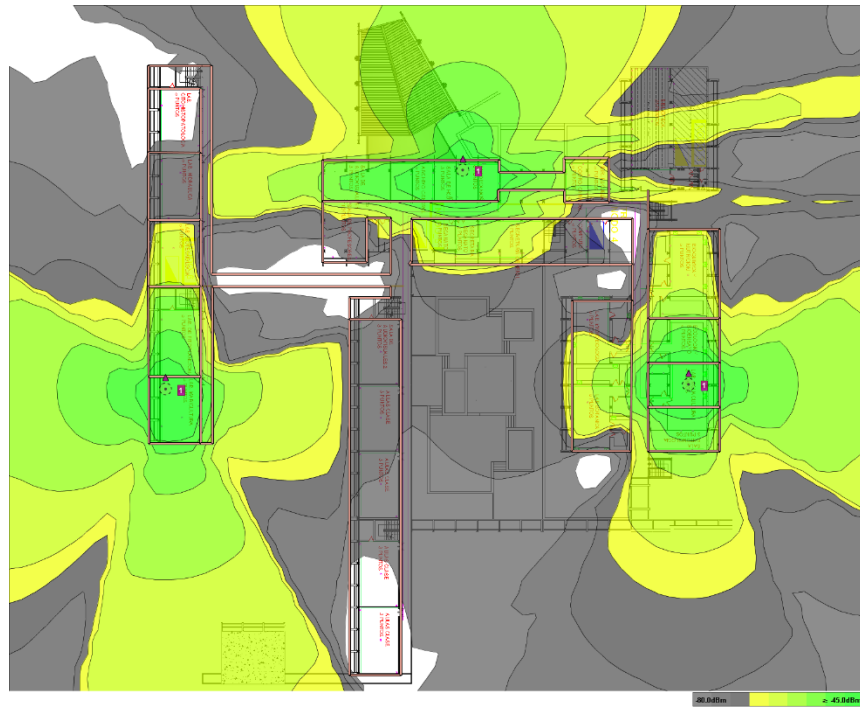


Figura 3. 14: Análisis de cobertura en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.
Elaborado por: El Autor.



Figura 3. 15: Análisis de cobertura en la segunda planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.
Elaborado por: El Autor.

Con la herramienta ekahau, se estableció además, un site survey secuencial de las diferentes secciones de la Unidad Académica en tiempo real de la cobertura de la señal, que trabaja en la banda de 2.4 Ghz dando como resultado el siguiente escenario:

SITE SURVEY

Ubicación: Laboratorio Maricultura

Equipo: Laptop

Dispositivo: Genérico

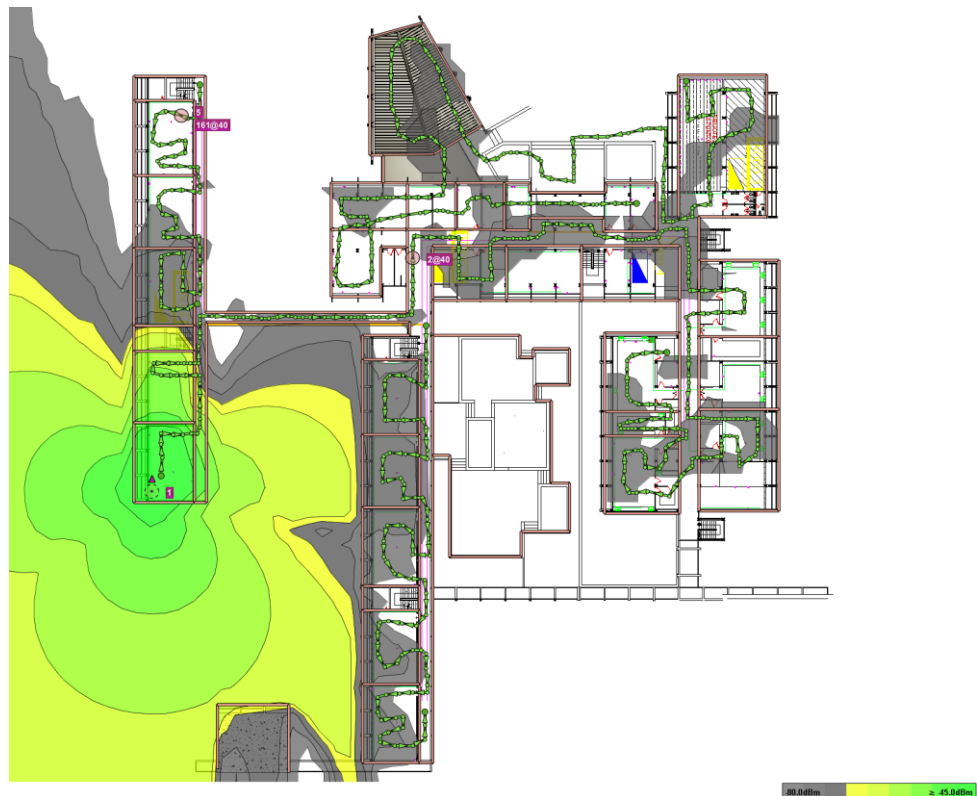


Figura 3. 16: Site Survey de dispositivos domésticos
Elaborado por: El Autor.

Además, podemos establecer que una de las limitantes que poseen los presentes dispositivos, es la cantidad de usuarios concurrentes, admitiendo máximo 33 usuarios, claro está que puede modificar la cantidad de accesos, pero el dispositivo colapsaría, generando así un acceso limitado.

En la figura 3.16, se observa el punto de partida en el laboratorio de Maricultura, que genera una disminución de la señal y aumento de los decibelios, tal como se muestra en el color gris, cuyo valor es igual o mayor a 80 dB y en el cual la mejor cobertura es cerca del mismo, con un valor igual o menor de 45 dB, tal como se expresa en la estadística de la figura 3.17, referente al dispositivo del laboratorio mencionado, y ante el percance, se procede a realizar una nueva conexión en otro dispositivo inalámbrico según la ubicación actual, cuyos AP no se encuentran configurados en modo Bridge.

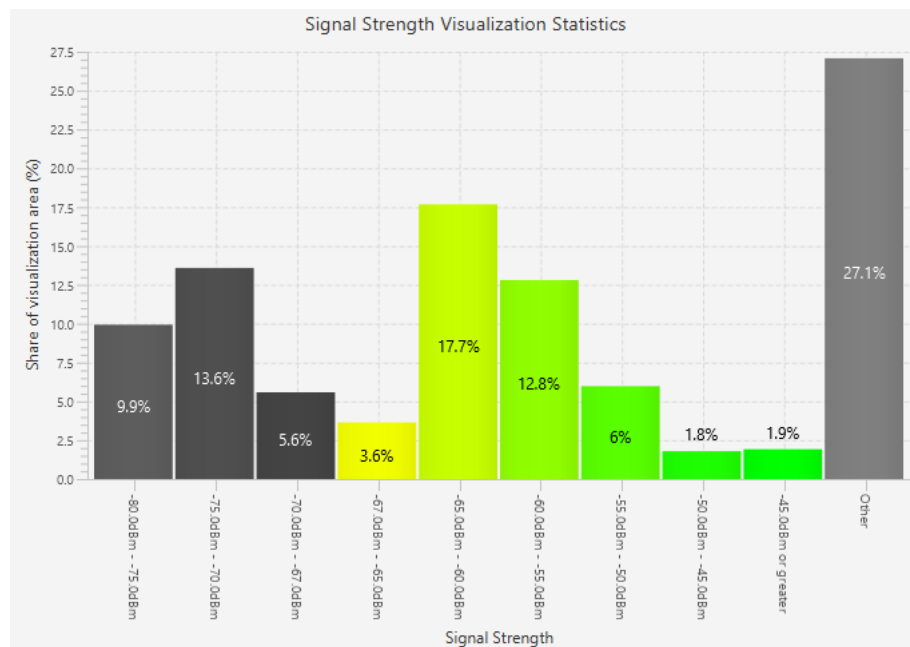


Figura 3. 17: Estadísticas de coberturas de dispositivos domésticos
Elaborado por: El Autor.

Los análisis permiten, realizar un estudio del espectro de frecuencia de la banda 2.4 GHz, con la señal que asignan los AP en diferentes ubicaciones, obteniendo valores in situ de los equipos instalados, tomando como muestra el laboratorio de Maricultura.



Figura 3. 18: Análisis del espectro de frecuencia de dispositivos domésticos
Elaborado por: El Autor.

Los escenarios analizados en la figura 3.18, acopla valores dentro del laboratorio con distancias entre 1 a 8 metros e intervalos entre 40 dB a 68 dB, manteniendo una señal considerable, mientras en el escenario externo al laboratorio, con una distancia entre 15 a 20 metros al dispositivo inalámbrico, se puede apreciar una pérdida de la señal con valores entre 70 dB a 80 dB, considerando que los dispositivos mantienen características muy limitadas.

3.4. Análisis del Diseño de la red Inalámbrica Ruckus

3.4.1. Acceso de Usuarios a la WLAN.

La Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias a diferencia de las otras Unidades Académicas cuenta con la menor cantidad de usuarios de las cuatro carreras existentes en ella, y se desglosa de la siguiente forma:

Tabla 3.5: Cantidad de usuarios en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias

USUARIOS DE LA UNIDAD ACADEMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS			
N°	CARRERA	TIPO DE USUARIO	CANTIDAD
1	Ingeniería Agronómica	Estudiante	280
2	Ingeniería Acuícola	Estudiante	134
3	Medicina Veterinaria y Zootecnia	Estudiante	169
4	Economía Agropecuaria	Estudiante	162
5	Todas las Carreras	Docente	70
6	Todas las Carreras	Administrativo y auxiliares	28
TOTAL			843

Elaborado por: El Autor.

La cantidad de usuarios que se muestra en la tabla 3.5, permite estimar mediante un análisis la cantidad de usuarios concurrentes por día y por secciones de la Unidad Académica.

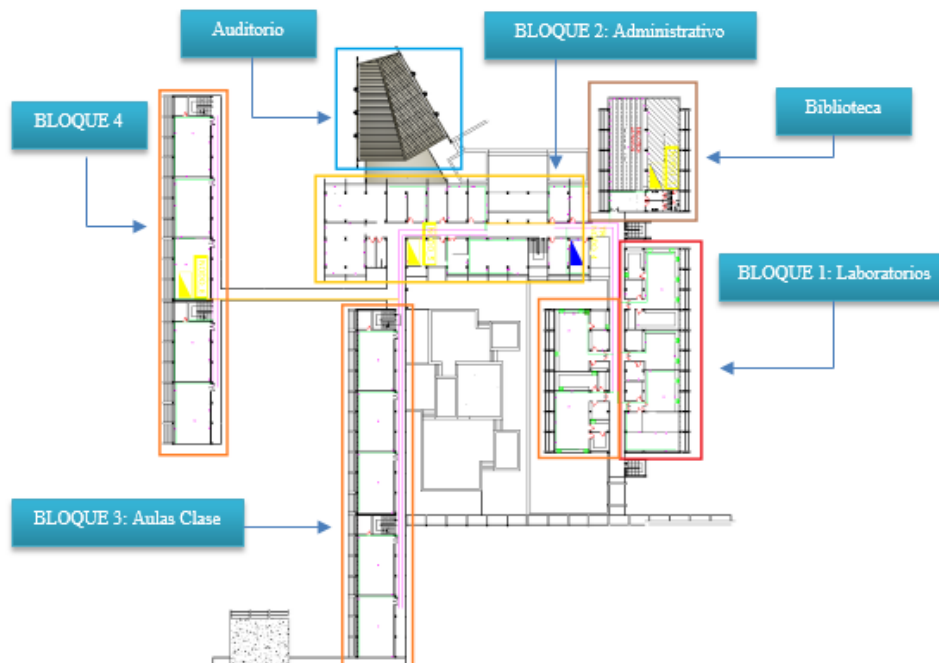


Figura 3. 19: Distribución de la Unidad Académica por bloques
Elaborado por: El Autor.

En la figura 3.19, se establece una división en seis partes que son estructuradas por bloques de la edificación de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias:

- **Bloque 1:** Hace referencia a dos pisos que los conforman los laboratorios de Suelos, Anatomía, Biología, Entomología, Química, Bioquímica, Acuicultura, Ecología y Bioensayo, Histología y embriología, Botánica.
- **Bloque 2:** Hace referencia a dos pisos que es conformada por la parte administrativa, Decanato, Subdecanato, Coordinación de Carreras, Secretaria General, UMMOG, Archivo General, Administración de Bienes.
- **Bloque 3:** Hace referencia a tres pisos y quince aulas de impartición de cátedra.
- **Bloque 4:** Hace referencia a tres pisos que cuentan con el Departamento de Cepost, Aula 1 Cepost, Aula 2 Cepost, Laboratorios de Informática 1 y 2, Laboratorio de Biotecnología, Laboratorio de Maricultura, Laboratorio de Fitoplancton, Laboratorio de Cito-histopatología, Aula Virtual, Sala de Inglés y tres Salas Audiovisuales.
- Por último independientemente, la biblioteca y el salón Auditorio.

Se puede establecer la cantidad de usuarios concurrentes según las visitas frecuentes a las dependencias de cada bloque que se detalló en la figura 3.19.

Tabla 3.6: Calculo de estimación de usuarios concurrentes en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.

ESTIMACIÓN DE USUARIOS CONCURRENTES EN UNA RED WLAN				
N° Bloque	Dependencia	Cantidad de Usuarios x 5 movimientos	10% Otros Usuarios	Total Usuarios/Día
1	Laboratorio de Suelos (Prácticas e Investigación)	150	15	165
	Laboratorio Anatomía	125	12	137
	Laboratorio Biología (Investigación)	25	2	27
	Laboratorio Entomología	75	7	82
	Laboratorio Química	125	12	137
	Laboratorio Bioquímica	125	12	137
	Laboratorio de Acuicultura (investigación)	25	2	27
	Laboratorio de ecología y bioensayo	75	7	82
	Laboratorio de Histología y Embriología	125	12	137
Laboratorio de Botánica	125	12	137	
TOTAL BLOQUE 1				1068
2	Decanato	100	10	110
	Subdecanato	100	10	110
	Coordinación de Carrera	100	10	110
	Secretaría General	100	10	110
	UMMOG	50	5	55
	Archivo General	25	2	27
	Administración de Bienes	50	5	55
TOTAL BLOQUE 2				577
3	Aulas Clase (15 Aulas)	2250	225	2475
TOTAL BLOQUE 3				2475
4	Oficina Cepost	100	10	110
	Aula Cepost 1	75	7	82
	Aula Cepost 2	125	12	137
	Laboratorio Informática 1	130	13	143
	Laboratorio Informática 2	135	13	148
	Laboratorio de Biotecnología	100	10	110
	Laboratorio de Maricultura	75	7	82
	Laboratorio de Fitoplancton	75	7	82
	Laboratorio Cito-histopatología	100	10	110
	Aula Virtual	50	5	55
	Sala de Inglés	125	12	137
	Sala Audiovisual (3 Salas)	375	37	412
TOTAL BLOQUE 4				1608
5	Biblioteca	150	15	165
6	Salón Auditorio (Eventos)	10	1	11
TOTAL BLOQUE 5 y 6				176
TOTAL (1-6)				5904
5 % No conectividad				295
Usuarios Totales				5609

Elaborado por: El Autor.

Como se puede apreciar en la tabla 3.6, la cantidad de usuarios concurrentes es de 5904 y con un 5% de no conectividad, permitiendo adaptar un valor de 5609 usuarios conectados, ante esta situación se establece que los dispositivos a implementar deben satisfacer esta necesidad de tal manera que no se pierda la cobertura de la señal y exista la disponibilidad en todas las área mencionadas.

3.4.2. Dimensionamiento del Ancho de Banda.

Para el shaper de la red Inalámbrica, el departamento de TICS de la UTMACH, establece en la tabla 3.1, la catalogación del tráfico, que identifica un shapping de 20480 Kb para la red FCA_WIFI.

Ante el estudio planteado de la red inalámbrica y de las características que poseen los dispositivos inalámbricos ruckus, se establece un ancho de banda para las siguientes SSID en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias:

Tabla 3.7: Shaper inalámbrico Asignado

SHAPER INALAMBRICO UACA	
SSID	SHAPER A SIGNADO
UTMACH_DOCENTE	8192 Kb
UTMACH_ESTUDIANTE	10240 Kb
UTMACH_ADMINISTRATIVO	2048 Kb

Elaborado por: El Autor.

El shaper asignado en la tabla 3.7, se establece por el alto consumo de ancho de banda de la red inalámbrica ruckus, ya que es superior a la anterior red, porque genera mayor estabilidad en la conexión y navegación de los usuarios, además de los dispositivos que permiten enlazarse entre sí, en toda la Unidad Académica.

Tabla 3.8: Características de Dispositivos inalámbricos Ruckus

CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES RUCKUS	
Cobertura	Indoor
Radio	50 Metros
Banda	Dual
Estándar	802.11 N
SSID	Múltiples
Velocidad	300 Mbps
SmartWifi	BeamFlex, ChannelFly
Usuarios Concurrentes	256
Seguridad	WEP, WPA, WPA-TKIP, WPA2, AES, 802.11i
Autenticación	802.1x ZD, Autenticación a la base de datos Local, RADIUS, LDAP, Active Director

Elaborado por: El Autor.

Una de las características técnicas que sobresalen en los dispositivos Ruckus es la tecnología Smart Wi-Fi, que permite resolver problemas como: BeamFlex (control de adaptación de radio frecuencia) que elimina puntos muertos, aumentado el alcance y rendimiento de la red Wi-Fi, y el ChannelFly (selección predictiva de canales), (véase la figura 3.8).

La seguridad del acceso a la red, que se realiza mediante los dispositivos, permiten emplear un portal cautivo que estable un acceso según el SSID designado y almacenado en la base de datos de la controladora de LAN inalámbrica, que además brinda funciones avanzadas, como integración inalámbrica inteligente, para un reconocimiento del ID de usuario en los dispositivos Ruckus de la Unidad Académica, permitiendo mantener una alta disponibilidad, autenticación de zonas de concentración, control de usuarios en la red Wi-Fi y cifrados de seguridad que evitan las vulnerabilidades al momento de la autenticación.

3.4.3. SITE SURVEY.

Para el Site Survey es necesario, analizar las características de los dispositivos tal como se especifican en la tabla 3.8, estableciendo el alcance y la ubicación de los AP a distancias aproximadas de 10 a 15 metros con un PIRE de 21 dBm (valor calculado por EKAHAU).

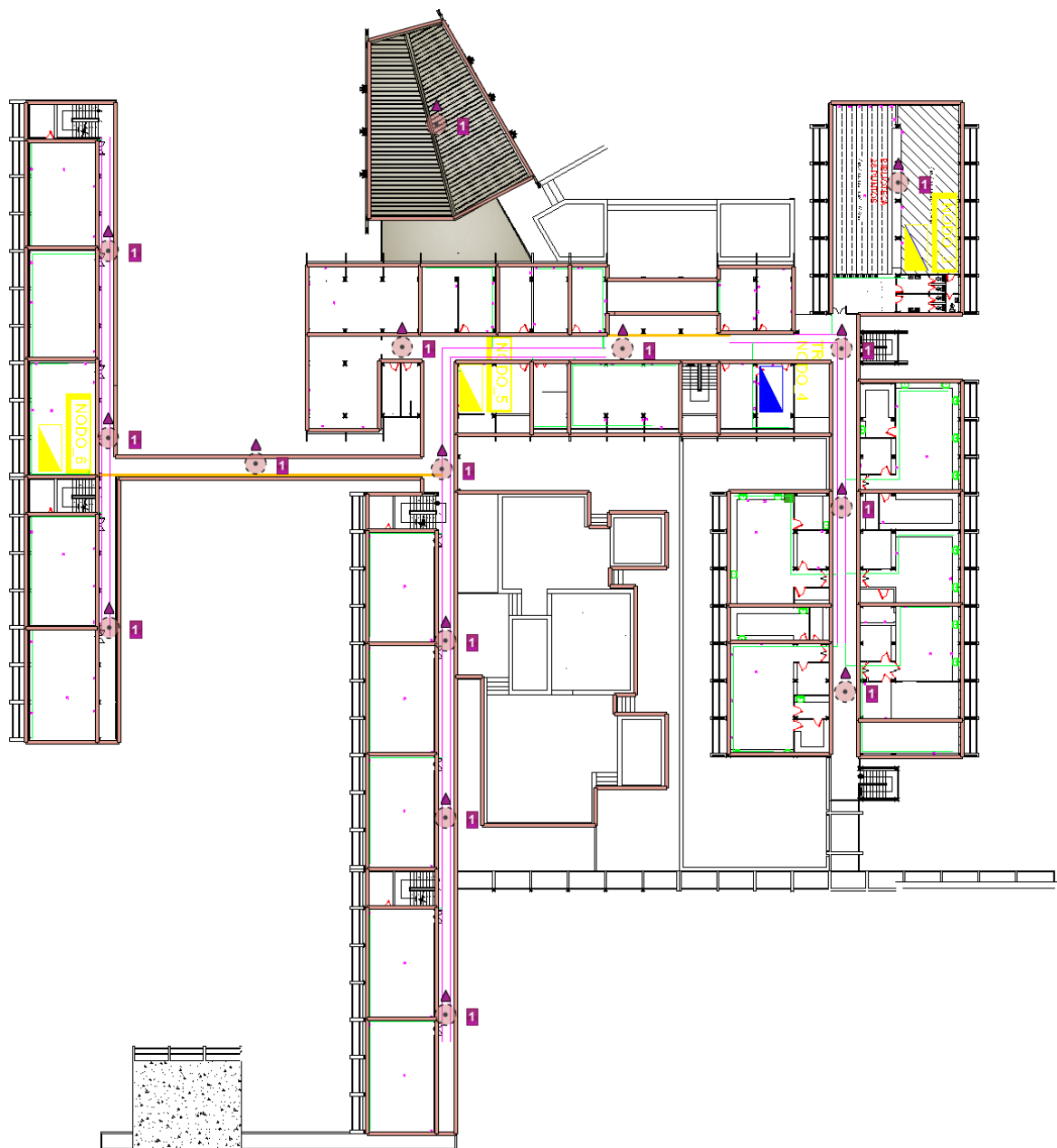


Figura 3. 20: Distribución de dispositivos inalámbricos Ruckus en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.
Elaborado por: El Autor.

En la figura 3.20, se puede observar la ubicación de los dispositivos en las etiquetas de color morado, con una cantidad de 15 AP'S, que establecen el siguiente grafico estadístico sobre la cobertura en decibelios.

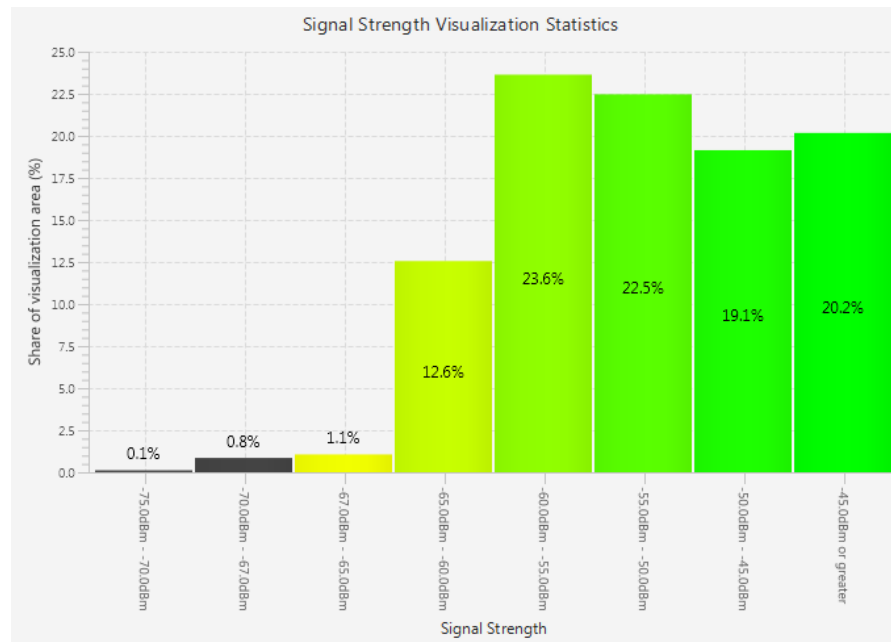


Figura 3. 21: Estadísticas de coberturas de dispositivos Ruckus
Elaborado por: El Autor.

Como se puede apreciar en la figura 3.21, el valor de cobertura de los equipos ruckus es sumamente alto a diferencia de los dispositivos anteriores y una vez realizado la ubicación de los dispositivos, es necesario el análisis de cobertura mediante un Site Survey que se lo realiza con la herramienta EKHAU.

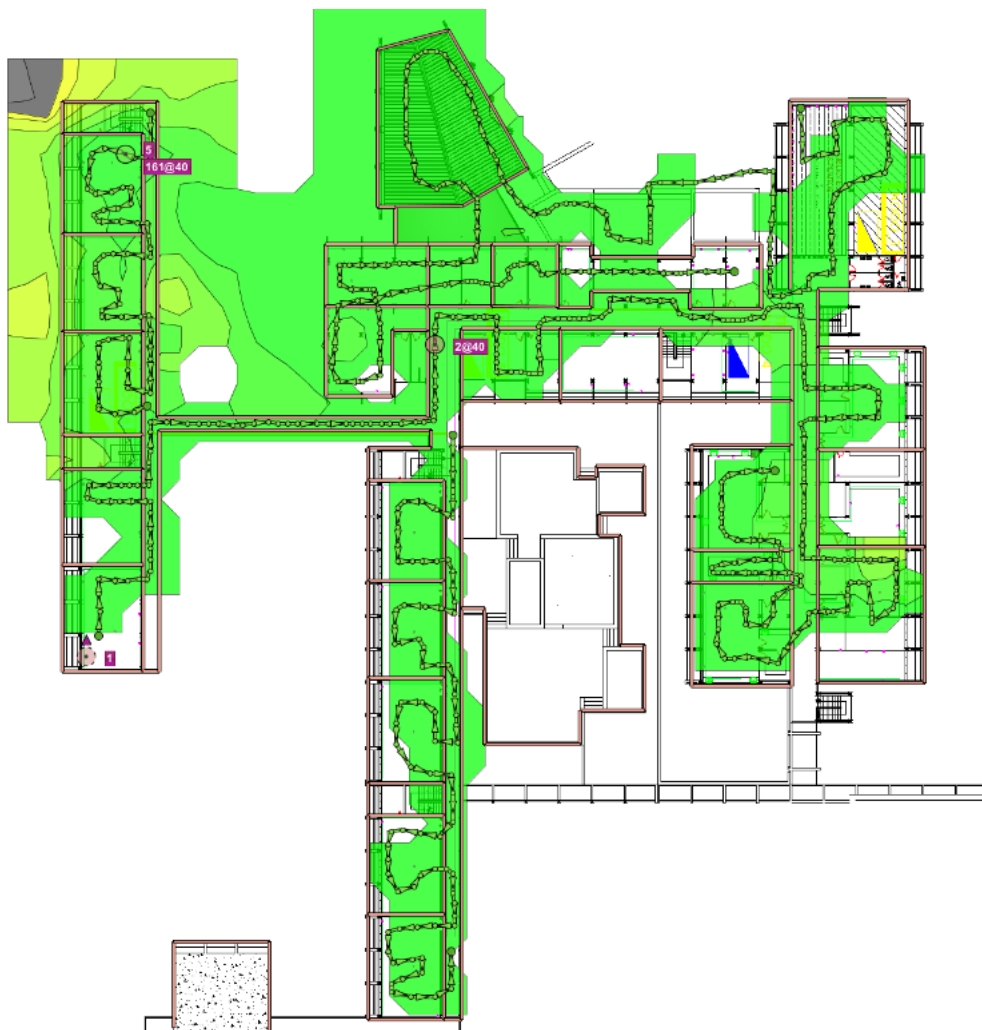


Figura 3. 22: Site Survey Dispositivos inalámbricos Ruckus
Elaborado por: El Autor.

El Site Survey de la figura 3.22, muestra que la señal, no se pierde ante la visita de las ubicaciones de manera virtual, manteniendo valores de 45 dbm o menores, y obteniendo perdidas muy reducidas, basados a la distribución de los dispositivos ruckus en la figura 3.20, y estableciendo un indicador positivo del alcance de la cobertura de la señal en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.

Ante los resultados positivos del análisis de la señal de los dispositivos ruckus en la primera planta alta, se puede tomar como ejemplar para la distribución de las demás ubicaciones de los equipos en la planta baja y segunda planta alta.

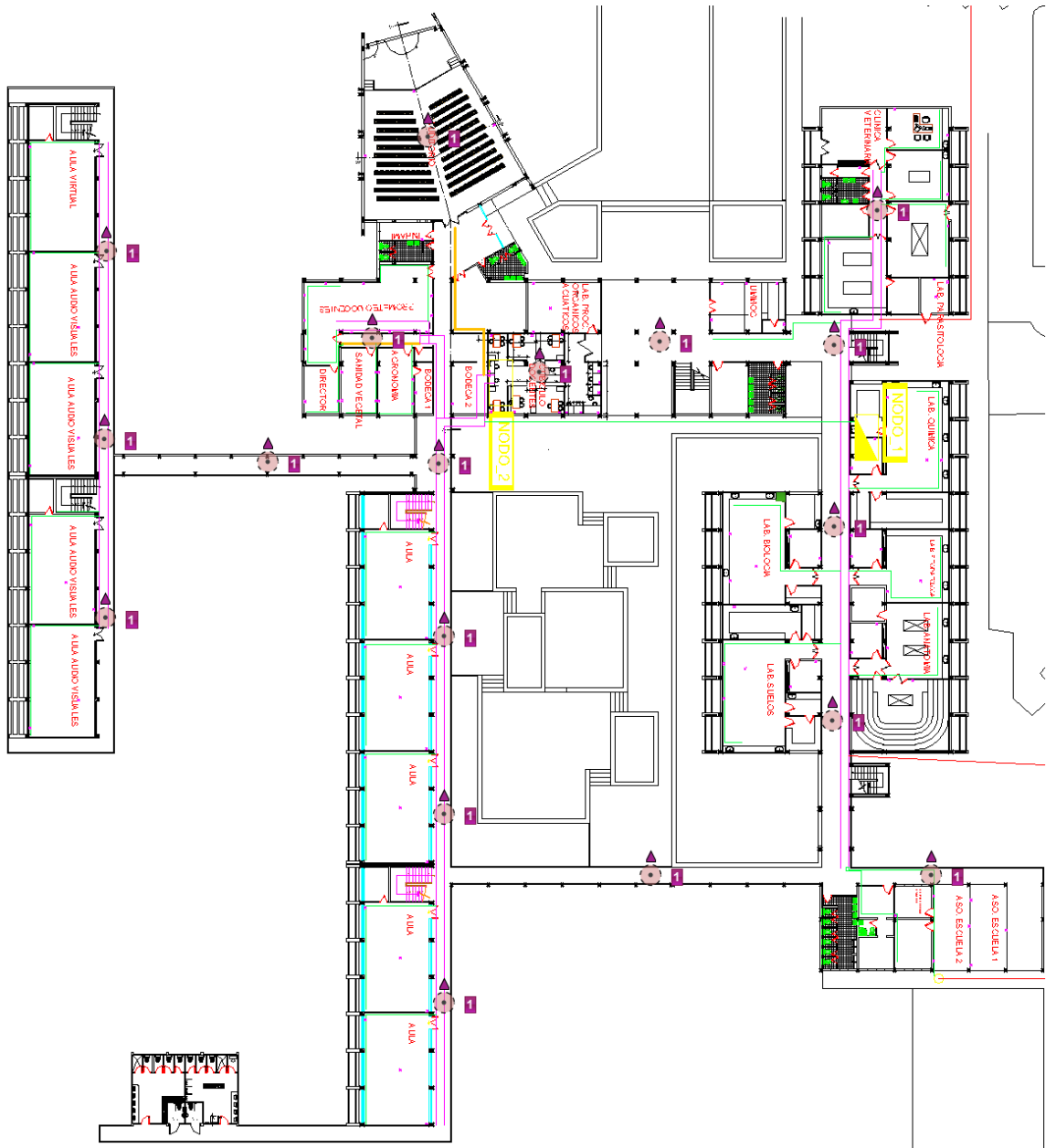


Figura 3. 23: Distribución de dispositivos inalámbricos Ruckus en la planta baja de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.
Elaborado por: El Autor.

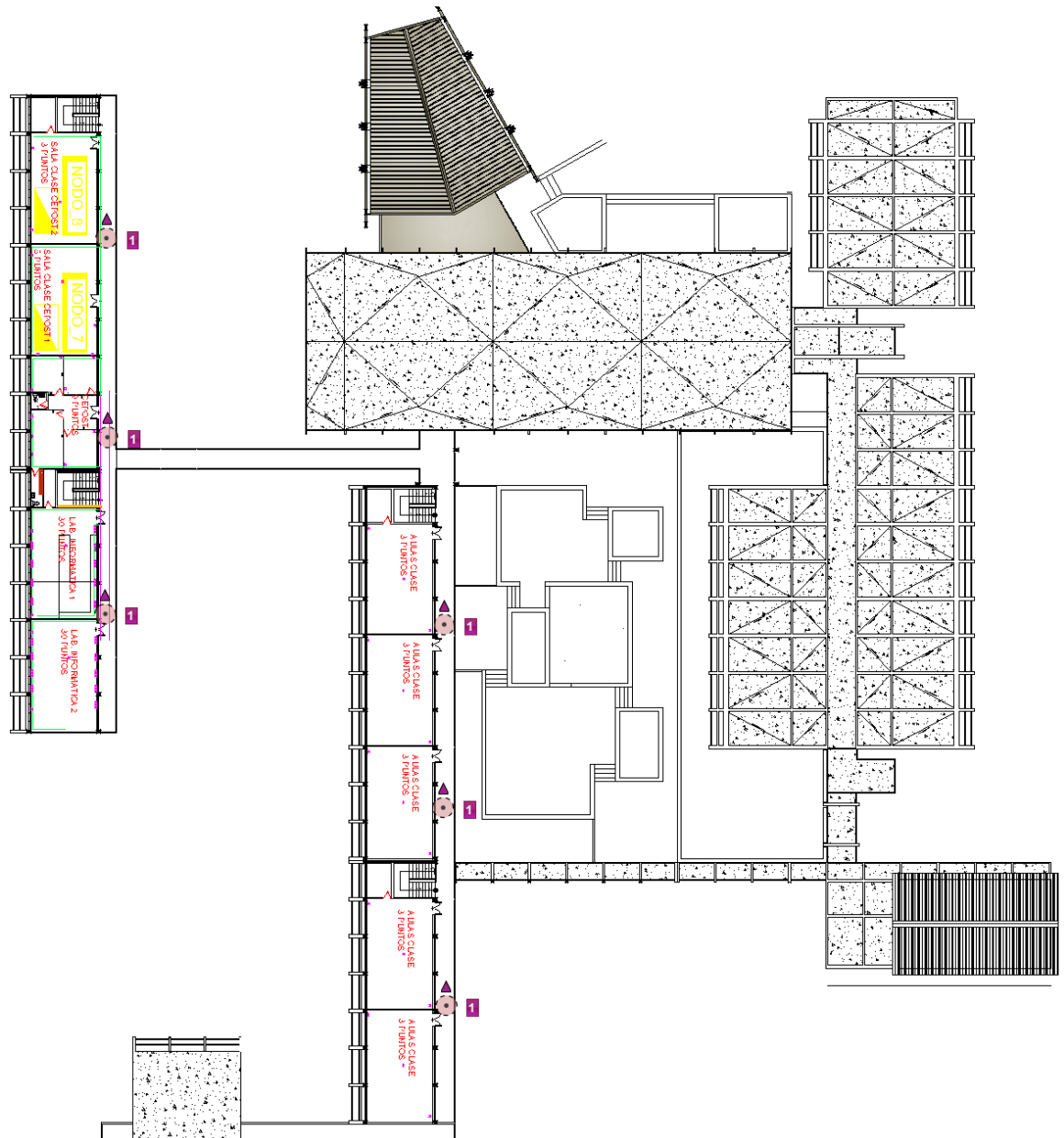


Figura 3. 24: Distribución de dispositivos inalámbricos Ruckus en la primera planta alta de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias
Elaborado por: El Autor

Ante el análisis de los dispositivos ruckus, se procedió a realizar pruebas reales sobre la frecuencia y la señal de cobertura, que emiten los AP, y con la ayuda de la herramienta EKAHAU Site Survey, se pudo obtener valores reales de dichos equipos.

Tabla 3.9: Valores de Espectro de frecuencia de dispositivos Ruckus

VALORES DEL ESPECTRO DE FRECUENCIA IN SITU RUCKUS		
UBICACION	GRAFICA 2.4 Ghz	GRAFICA 5 Ghz
Laboratorio de Acuicultura		
Laboratorio de Ecología y Bioensayo		
Laboratorio de Bioquímica		

Elaborado por: El autor.

3.4.4. Análisis comparativo de los dispositivos Ruckus y Router Domésticos.

El estudio de las tecnologías realizada en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias en los dispositivos inalámbricos Ruckus y AP Domésticos, permite detallar de manera comparativa cada uno de los apartados analizados en el capítulo tres.

Cobertura

Ante la cobertura se permite analizar la cantidad de AP tanto para dispositivos Ruckus como también, para dispositivos domésticos, estableciendo valores estadísticos respecto al área:

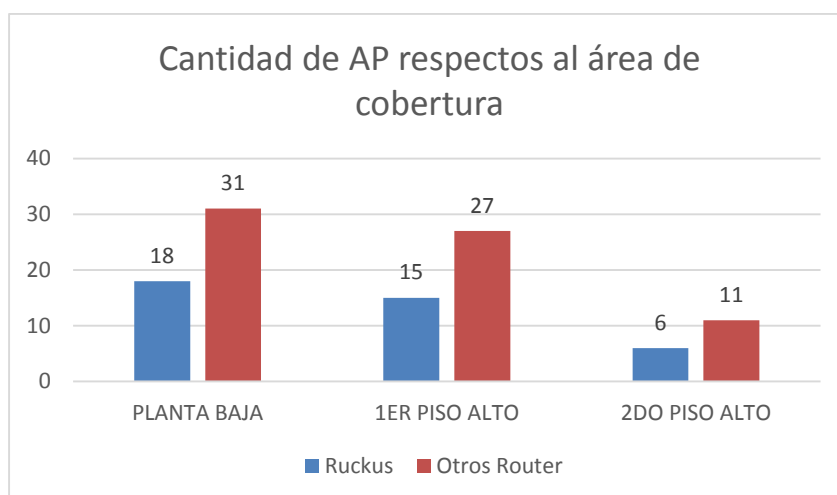


Figura 3. 25: Cantidad de AP respecto al Área de Cobertura
Elaborado por: El Autor

Como se demuestra en la figura 3.25, la cantidad de AP domésticos supera a los AP Ruckus, estableciendo una cantidad total de 69 dispositivos a diferencia de los Ruckus que utilizan 39 dispositivos, de lo cual es suficiente para permitir una total cobertura en el área interna de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.

Además, el Site Survey que se realizó con los dos tipos de AP, se obtuvieron valores de cobertura de la señal, mediante la movilidad de

los equipos por las ubicaciones que se encuentran instaladas los dispositivos inalámbricos, estableciendo la siguiente comparativa:

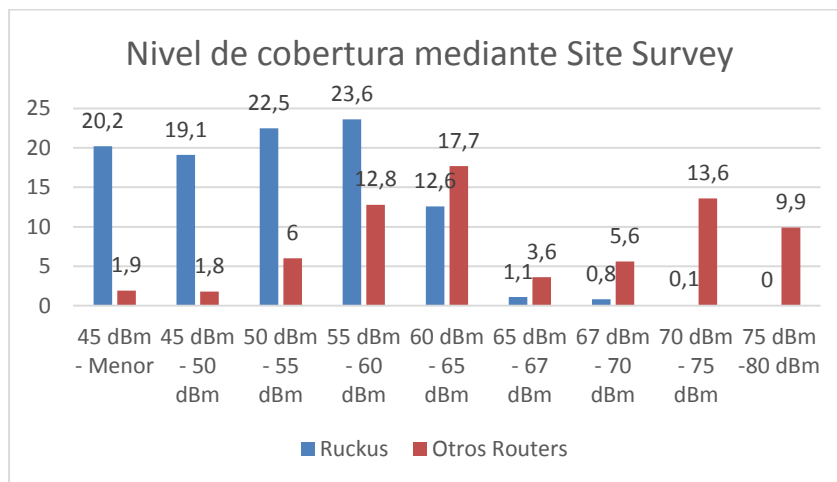


Figura 3. 26: Niveles de cobertura de ambos dispositivos analizados mediante site survey
Elaborado por: El Autor

La figura 3.26, demuestra las pérdidas de cobertura por parte de los AP domésticos, siendo muy altas a diferencia de los Ruckus, que poseen una buena estabilidad de la señal y con una cobertura total en el área de la Unidad Académica, que además permitirá mantener una conexión continua en la red inalámbrica.

Un factor que influye en la cobertura es el alcance, ya que los dispositivos domésticos poseen un aproximado de 30 metros sin obstáculos, de lo contrario el alcance reduciría dependiendo la obstrucción, ante este percance, los dispositivos ruckus sustituyen el problema estableciendo un alcance de 50 metros sin obstáculos permitiendo aumentar la cobertura de la señal de una manera considerable.

Acceso a la Red

Para el acceso a la red inalámbrica de la Unidad Académica se establecen las siguientes consideraciones:

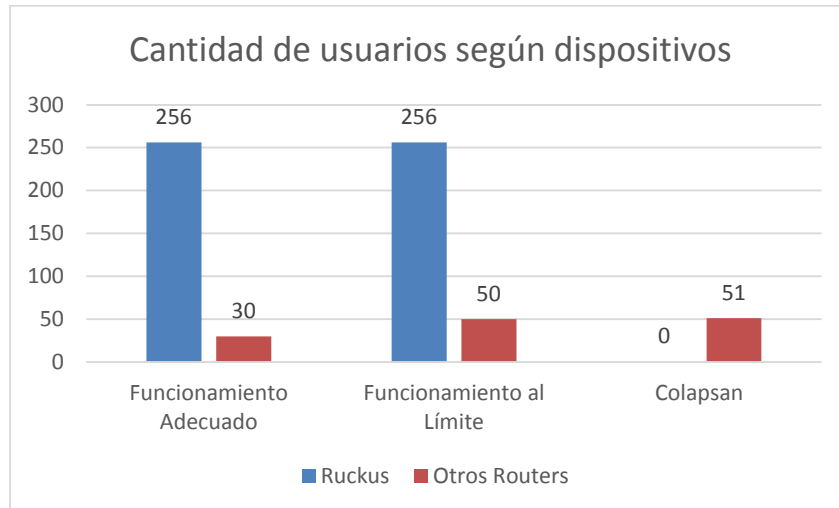


Figura 3. 27: Cantidad de usuarios según dispositivos
Elaborado por: El Autor

El acceso a la red, se lo realiza mediante la seguridad de una controladora, que tiene almacenada en su base de datos el id de los usuarios de la Unidad Académica, que permite acceder a la interfaz de un portal cautivo acorde al SSID de la tabla 3.7, que asignara una IP de manera dinámica, mediante DHCP, acorde a la red en la que se encuentra establecida la conexión.

Ante la situación analizada, los dispositivos deben ser capaces de soportar una gran cantidad de usuarios concurrentes tal como se muestra en la figura 3.27, que permite una estabilidad del dispositivo y de los usuarios, ante ello, los equipos Ruckus poseen una propiedad de liberación de IP sin uso, de una manera rápida, permitiendo el uso de la IP por otro usuario, siendo de gran importancia mencionarlo debido a la movilidad continua del mismo.

Según la movilidad y la estabilidad de conexión que mantienen los usuarios con los dispositivos, los valores totales considerados son los siguientes:

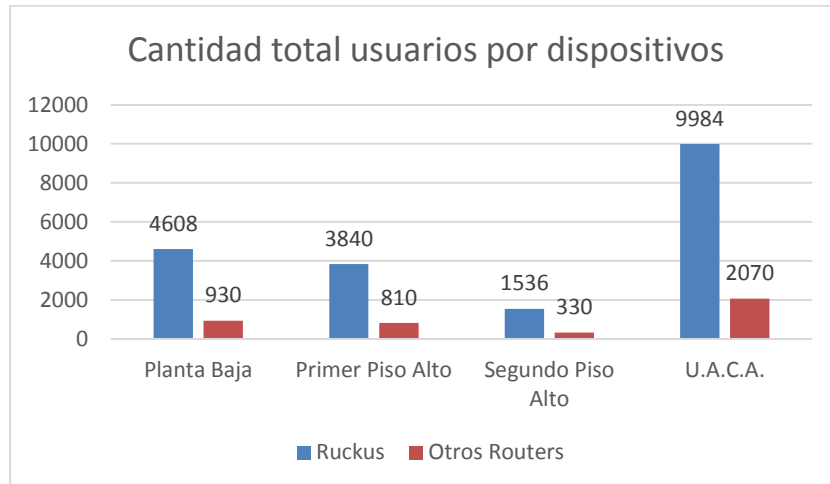


Figura 3. 28: Cantidad Total de usuarios por dispositivos
Elaborado por: El Autor

Ante el cálculo planteado en la tabla 3.6, y el resultado de la figura 3.8, acorde a los dispositivos que son ubicados por pisos, y a la cantidad de usuarios concurrentes que soportan, queda demostrado que los dispositivos inalámbricos Ruckus cubren toda el área cobertura de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias, manteniendo una total estabilidad de la señal y alto consumo de ancho de banda a diferencia de otros AP domésticos.

Los dispositivos Ruckus poseen una disponibilidad 24/7 sumamente mayor a los AP domésticos, debido a que son tolerantes a fallos y su mantenimiento preventivo es realizado según el control cronológico de la empresa proveedora, evitando gastos de reparación y paralización de la cobertura por sectores.

El manejo de bandas de frecuencias, como son las bandas simples (2.4 Ghz) y dobles (2.4 Ghz / 5 Ghz), permite emitir simultáneamente señales en las dos bandas, adaptando ventajas como, una cobertura más amplia, mayor velocidad y menor saturación, operando con los estándares 802.11b, 802.11g, 802.11n.

CAPÍTULO 4: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

1. La cantidad de equipos ruckus es sumamente menor a los AP domésticos, que a su vez las características permiten mantener mayor cobertura, disponibilidad 24/7, confiabilidad y estabilidad de la señal ante la movilidad de los usuarios en las diferentes secciones de la UACA, debido a que los dispositivos poseen tolerancia a fallos, conexión estable mediante estructuras redundantes y con un acceso de control mediante portal cautivo basados en la seguridad ID de usuarios registrados.
2. Los niveles de cobertura realizados mediante site survey para ambos escenarios, demuestran que las pérdidas de señal es entre 70 a 80 dB, con una distancia entre 15 a 20 metros para los dispositivos inalámbricos domésticos, considerando la conectividad en varios tiempos y haciendo referencia a los diferentes SSID de varios equipos, ante lo demostrado, la disponibilidad y estabilidad de las subredes de la tecnología Ruckus, generan ventajas de alto consumo de ancho de banda, mejor rendimiento de la red inalámbrica y pérdidas de señal muy bajas.

4.2. Recomendaciones

1. Realizar un análisis de factibilidad para la implementación de dispositivos outdoor para exteriores, que cubran el sector más complejo de la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.
2. Mantener reportes del consumo de la red de manera mensual, que permita mantener un control total de la red inalámbrica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amiri Nehzad, M. (2013). Channel Assignment Protocols for Multi-Radio Multi-Channel Wireless Mesh Networks. Barcelona, España. Obtenido de <http://tesisenred.net/bitstream/handle/10803/104156/TMAN1de1.pdf?sequence=1>
- Andreev, K., & Boyko, P. (2010). IEEE 802.11s Mesh Networking NS-3 Model. Obtenido de <https://www.nsnam.org/workshops/wms3-2010/dot11s.pdf>
- Andreu, F., Pellejero, I., & Lesta, A. (2006). Fundamentos y aplicaciones de seguridad en redes WLAN (1 ed.). Barcelona, España: MARCOMBO S.A. ISBN: 8426714056
- Ariganello, E., & Barrientos Sevilla, E. (2010). REDES CISCO. CCNP a Fondo. Guía de estudio para Profesionales. Madrid, España: RAMA EDITORIAL. ISBN: 978-84-7897-966-0
- Armenta Ramade, A., & Serrano Santoyo, A. (2014). Esquema multicapa de compresión de encabezados para aplicaciones VoIP en contextos rurales en redes 802.11. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n71/n71a10.pdf>
- Banerji, S., & Singha Chowdhury, R. (2013). On IEEE 802.11: Wireless LAN Technology. International Journal of Mobile Network Communications & Telematics, 3. doi:10.5121/ijmnet.2013.3405
- Bezerra, P., Melo, A., Pinheiro, B., Coqueiro, T., Abelém, A., Castro, A., & Cerqueira, E. (2012). Mobile Multimedia - User and Technology Perspectives. (D. Tjondronegoro, Ed.) 156. ISBN: 978-953-307-908-0
- Briones Orejuela, E. J. (2015). Simulación y Evaluación de Redes Wi-Fi mediante la Plataforma OPNET. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3269/1/T-UCSG-POS-MTEL-35.pdf>
- Cisco Systems. (2004). Fundamentals of Wireless LANs (1 st. ed.). ISBN: 978-1-58713-119-6

- Cisco Systems, Inc. (2014). 802.11r, 802.11k, and 802.11w Deployment Guide, Cisco IOS-XE Release 3.3. San Jose, CA 95134-1706, Estados Unidos de Norteamérica. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/wireless/controller/technotes/5700/software/release/ios_xe_33/11rkw_DeploymentGuide/b_802point11rkw_deployment_guide_cisco_ios_xe_release33.pdf
- Cisco Systems. (2015). TECH - MOB : WLAN as the primary access layer. Praga, República Checa. Retrieved from <http://www.cisco.com/assets/global/CZ/events/2015/ciscoconnect/pdf/TECH-MOB-1-Novinky-JaroslavCizek.pdf>
- Dordoigne, J. (2015). Redes Informáticas Nociones Fundamentales (5 ed.). eni Ediciones. ISBN: 978-2746097339
- Facchini, H. A. (2010). Rendimiento del Estándar 802.11n - Estrategias de migración. La Plata, Argentina. Retrieved from http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Especializaciones/Redes_y_Seguridad/Trabajos_Finales/Facchini_Higinio_Alberto.pdf
- Galache López, J. A. (2013). Contribución al diseño, definición e implementación de una plataforma de investigación para la internet del futuro, basado en un despliegue masivo de redes de sensores inalámbricos heterogéneos, en el marco de la ciudad inteligente. Santander, España. Obtenido de <http://tesisenred.net/bitstream/handle/10803/135053/TesisJAGL.pdf?sequence=1>
- Garcia Villegas, E. (2010). Self-Optimization of Radio Resources on IEEE 802.11 Networks. Barcelona, España. Obtenido de <http://tesisenred.net/bitstream/handle/10803/7049/TEGV1de1.pdf?sequence=1>
- Gislene, M. (2011). Democracia WiFi: Dinámicas de la política y la comunicación en la era digital. Quórum Académico. ISSN 1690-7582. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199020215002>

- González Páez, F. (2011). Diseño de un algoritmo para realizar el handoff entre la red celular umts y la red wifi (estándar ieee 802.11), y observación de la calidad de servicios de voip de este algoritmo. Bogotá D.C., Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/4298/1/299788.2011.pdf>
- Guevara, R. C., & Serna, E. (2013). Una propuesta de solución al problema de la interferencia entre redes Wifi por solapamiento de canales. Ciencia e Ingeniería Neogranadina. ISSN: 0124-8170. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91130493001>
- Grote, W., Ávila, C., & Molina, A. (2007). Análisis de máximo desempeño para wlan operando a tasas fijas o adaptivas usando el estándar IEEE 802.11 a/b/g. Revista chilena de ingeniería, 15. Obtenido de <http://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v15n3/art12.pdf>
- IEEE Computer Society. (2012). Wireless LAN Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications. New York, USA. ISBN: 978-0-7381-7245-3 STDPD97218
- Intel Corporation. (2016). INTEL. Retrieved from <http://www.intel.la/content/www/xl/es/support/network-and-i-o/wireless-networking/000005725.html>
- Kartsakli, E. (2012). Cross-Layer Design and Optimization of Medium Access Control Protocols for WLANs. Obtenido de <http://tesisenred.net/bitstream/handle/10803/81116/TEK1de1.pdf?sequence=1>
- Kim, S., & Cho, Y. J. (2013). Adaptive Transmission Opportunity Scheme Based on Delay Bound and Network Load in IEEE 802.11e Wireless LANs. 11. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/jart/v11n4/v11n4a13.pdf>
- Lee, Y. (2013). Throughput Analysis Model for IEEE 802.11e EDCA with Multiple. 11. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/jart/v11n4/v11n4a14.pdf>
- Ludeña González, P. (2011). Estudio de aplicabilidad del estándar 802.11n para redes de larga distancia para entornos rurales en

- América Latina. Madrid, España. Obtenido de <http://repositorio.educacionsuperior.gob.ec/handle/28000/115>
- Martínez Domínguez, F. (2010). Improving Vehicular ad hoc Network Protocols to Support Safety Applications in Realistic Scenarios. Valencia, España. Obtenido de <https://riunet.upv.es/handle/10251/9195>
- Martorell Lliteras, G. (2013). MAC-PHY Cross-Layer analysis and design of MIMO-OFDM WLANS based on fast link adaptation. Palma, España. Obtenido de <http://tesisenred.net/bitstream/handle/10803/123435/tgml1de1.pdf?sequence=1>
- Monsalve Pulido, J. A., Aponte Novoa, F. A., & Chaparro Becerra, F. (2014). Análisis de seguridad de una muestra de redes WLAN en la ciudad de Tunja, Boyacá, Colombia. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/dyna/v82n189/v82n189a28.pdf>
- Morán Rivera, L. (2015). Contribución en el Análisis y Simulación de una Red IP/MPLS para un Proveedor de Servicios de Telecomunicaciones. Guayaquil. Obtenido de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/3276/1/T-UCSG-POS-MTEL-39.pdf>
- Motorola Solutions. (2013). Lo que debe saber acerca del estándar 802.11AC. 2. Obtenido de http://motorola-latinamerica.hosted.jivesoftware.com/servlet/JiveServlet/download/3073-5-7540/MOT_80211ac_White_Paper_ES_120313_v2.pdf.
- Navarro Ortiz , J. (2010). Mecanismos de mejora de calidad de experiencia sobre redes 802.11. Granada, España: Universidad de Granada. ISBN: 978-84-693-5188-8. Obtenido de <http://0-hera.ugr.es.adrastea.ugr.es/tesisugr/18858764.pdf>
- Radvan, S. (2010). Documentación de Fedora. Obtenido de docs.fedoraproject.org
- Serna Olvera, J. M. (2012). A Trust-driven Privacy Architecture for Vehicular Ad-Hoc Networks. Barcelona, España. Obtenido de

<http://tesisenred.net/bitstream/handle/10803/116542/TJSO1de1.pdf?sequence=1>

Serrano Yáñez-Mingot, P. (2006). Estrategias de Configuración de Redes WLAN IEEE 802.11e EDCA. Leganes, Madrid, España. Obtenido de http://e-archivo.uc3m.es/bitstream/handle/10016/813/tesis_Pablo_Serrano.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Sithirasenan, E., Muthukkumarasamy, V., & Powell, D. (2005). IEEE 802.11i WLAN Security Protocol – A Software Engineer’s Model. School of Information and Communication Technology, 12. Retrieved from <http://www.cs.odu.edu/~nadeem/classes/cs795-WNS-S13/papers/sec-006.pdf>

GLOSARIO DE TÉRMINOS

WLAN - Wireless Local Area Network. Red de Área Local Inalámbrica.

IBM - International Business Machines Corp.

LAN - Local Area Network. Red de Área Local.

FCC - Comisión Federal de Comunicaciones.

IEEE - Institute of Electrical and Electronics Engineers. Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica.

UTMACH - Universidad Técnica de Machala.

UACA - Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias.

DS - Sistemas de Distribución.

AP - Puntos de Acceso.

ESS – Extended Service Set. Conjunto de Servicios Extendidos.

CSMA - Carrier Sense Multiple Access. Acceso múltiple con escucha de portadora.

QoS - Quality of Service. Calidad de Servicio.

WECA - Wireless Ethernet Compatibility Alliance.

MAC - Media access control. Control de Acceso al Medio.

DSSS - Direct Sequence Spread Spectrum. Espectro Ensanchado por Secuencia Directa.

OFDM - Orthogonal Frequency Division Multiplexing. Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales.

DFS - Dynamic Frequency Selection. Selección Dinámica de Frecuencia.

TPC - Transmitter Power Control. Control de Potencia de Transmisor.

WPA - Wi-Fi Protected Access. Acceso Wi-Fi protegido.

WEP - Wired Equivalent Privacy. Privacidad Equivalente a Cableado.

WPA2 - Wi-Fi Protected Access 2. Acceso Protegido Wi-Fi 2.

TKIP - Temporal Key Integrity Protocol. Protocolo de Claves Integra – Temporales.

AES - Advanced Encryption Standard. Estándar de Cifrado Avanzado.

BSS - Basic Service Set. Conjunto de Servicios Básicos.

PHY - Capa Física.

PLCP - Physical Layer Convergence Protocol. Protocolo de Convergencia de Capa Física.

PMD - Physical Medium Dependent.

MIMO - Multiple-input Multiple-output. Múltiple entrada múltiple salida.

WAVE - Wireless Access in Vehicular Environments. Acceso Inalámbrico en Entornos Vehiculares.

ITS - Intelligent Transport Systems. Sistemas de Transportes Inteligentes.

V2V – Vehicle to Vehicle. Vehículo a Vehículo.

V2I - Vehicle To Infrastructure. Vehículo a Infraestructura.

FT - Fast Transmission. Transición Rápida.

VoIP - Voice Over IP. Voz sobre protocolo de internet.

SDM - Spatial Division Multiplexing.

HT-STA - High Throughput Station.

ACK – Acknowledgement. Acuses de recibo de bloque.

STBC – Space time block coding. Codificación espacio-temporal por bloques.

PPDU - PLCP Protocol Data Unit.

SNR - Signal to noise ratio. Relación Señal/Ruido.

TTE – Tiempo de Transmisión Exitosa.

IFS - InterFrame Space. Espacio entre tramas.

RTS/CTS - Request to Send / Clear to Send. Solicitud de envío / Listo para enviar.

RF – Radio Frecuencia.

VPN - Virtual Private Networks. Redes Virtuales Privadas.

IPS - Intrusion Prevention Systems. Sistemas de Prevención de Intrusos.

SSL - Secure Sockets Layer. Capa de Puertos Seguros

IPsec - Internet Protocol security. Protocolo de seguridad de Internet.

TICS – Tecnologías de la Información y comunicación.

HDIS – Horas Disponibles.

HOF – Horas Fuera de Línea.

SSID - Service Set Identifier.

PIRE - Potencia Isotrópica Radiada Equivalente.

DHCP - Dynamic Host Configuration Protocol. Protocolo de configuración dinámica de host.

IP – Internet Protocol. Protocolo de Internet.

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Cárdenas Villavicencio Oscar Efrén**, con C.C: # 070393531-2 autor del trabajo de titulación: Impacto Tecnológico de los Dispositivos Inalámbricos Ruckus en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, previo a la obtención del título de **Magister en Telecomunicaciones** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **25 de octubre de 2016**

f. _____

Nombre: **Cárdenas Villavicencio Oscar Efrén**

C.C: **070393531-2**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TÍTULO Y SUBTÍTULO:	Impacto Tecnológico de los dispositivos inalámbricos Ruckus en la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala.		
AUTOR(ES)	Cárdenas Villavicencio Oscar Efrén		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	MSc. Edwin Fernando Palacios Meléndez		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Telecomunicaciones		
TÍTULO OBTENIDO:	Magister en Telecomunicaciones		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	25 de Octubre de 2016	No. DE PÁGINAS:	105
ÁREAS TEMÁTICAS:	Redes de computadoras y telecomunicaciones, Sistemas de Comunicaciones inalámbricos, Gestión de Redes de Computadoras y Telecomunicaciones.		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	Redes, Cobertura, Inalámbrico, Ruckus, UTMACH, Tecnología.		
RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):			
<p>Las tecnologías inalámbricas se han ido desarrollando de una manera muy relevante, siendo así, parte fundamental en una infraestructura de red para accesos móviles, la cual establece una gran demanda de uso por parte de los usuarios y permitiendo que múltiples dispositivos se enlacen en una misma área de cobertura, dependiendo además de la seguridad y limitaciones que genere el acceso a la red.</p> <p>En el presente trabajo se centra en un estudio de las tecnologías que forman parte de la red inalámbrica que abastecen de internet a la Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Técnica de Machala, permitiendo realizar un análisis comparativo del impacto generado de los dispositivos Ruckus y los Routers domésticos, con el objetivo de determinar, cuales son los factores que resaltan en el cambio de arquitectura tecnológica y sus características como en el ámbito de accesos, dimensionamientos, cobertura, frecuencia, disponibilidad, factibilidad y confiabilidad de los AP que trabajan en la red inalámbrica.</p>			
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: 0984094107	E-mail: oscar90ago@gmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Manuel Romero Paz		
	Teléfono: 0994606932		
	E-mail: mromeropaz@yahoo.com		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			