



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

TÍTULO:

**ANÁLISIS DE LA RED WLAN WIFIUCSG EN LA FACULTAD DE  
EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO Y AMPLIACIÓN DE LA  
COBERTURA UTILIZANDO EQUIPOS RUCKUS**

AUTORES:

CARLOS ANIBAL GARCÍA JÁCOME  
KEVIN SANTIAGO HERRERA CASTRO

Previa la obtención del Título

**INGENIERO EN TELECOMUNICACIONES**

TUTOR:

M. Sc. Néstor Zamora Cedeño

Guayaquil, Ecuador

2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**CERTIFICACIÓN**

Certificamos que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los  
Sres. **Carlos Anibal García Jácome** y **Kevin Santiago Herrera Castro**  
como requerimiento parcial para la obtención del título de INGENIERO EN  
TELECOMUNICACIONES.

TUTOR

M. Sc. Néstor Zamora Cedeño

DIRECTOR DE CARRERA

M. Sc. Miguel A. Heras Sánchez.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES

**DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Nosotros, **Carlos García Jácome** y **Kevin Herrera Castro**

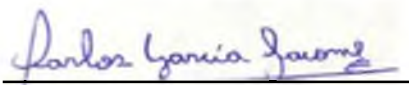
**DECLARAMOS QUE:**

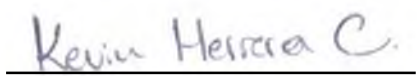
El trabajo de titulación “Análisis de la red WLAN wifiucsg en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y ampliación de la cobertura utilizando equipos Ruckus” previa a la obtención del Título de Ingeniero en Telecomunicaciones, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016

LOS AUTORES

  
CARLOS GARCÍA JÁCOME

  
KEVIN HERRERA CASTRO



**UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TELECOMUNICACIONES


**AUTORIZACIÓN**

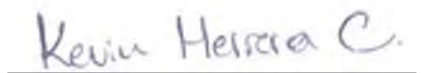
Nosotros, **Carlos García Jácome** y **Kevin Herrera Castro**

Autorizamos a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, la publicación, en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación: “Análisis de la red WLAN wifiucsg en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y ampliación de la cobertura utilizando equipos Ruckus”, cuyo contenido, ideas y criterios es de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Guayaquil, a los 14 del mes de Marzo del año 2016

LOS AUTORES

  
CARLOS GARCÍA JÁCOME

  
KEVIN HERRERA CASTRO

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar este trabajo de titulación principalmente a Dios, pues él ha sido guía de mi vida, de los buenos valores y momentos especiales de caídas y victorias.

A mi mamá Gloria Noemi Jácome Tamayo, por ser una madre amorosa, maravillosa y excepcional, que desde pequeño siempre me ha enseñado a luchar por mis ideales, dándome el mejor ejemplo su vida siendo padre y madre en mi vida, tengo la gracia que estés junto a mí para celebrar mis victorias y derrotas te amo mamá.

A mi hermano Renato García, por ser un pilar, guiarme en mi carrera universitaria y ayudarme siempre con los proyectos universitarios y laborales, juntos hemos compartido grandes momentos.

A Coralia García, Valeria García, Nicole López, por ser mis mejores amigas, compartiendo momentos únicos de cariño y amor en familia, por convertirse en personas especiales y ayudarme a descubrir nuevas personas en la vida para mi crecimiento como ser humano.

A Fastline Cia. Ltda. y Telered S.A. por ser las primeras empresas donde aprendí a desempeñarme en el ámbito laboral, aprendí la dedicación al trabajo y aprendí a llegar lejos cada día superar mis expectativas y ser un mejor trabajador.

A mis abuelitos Juana Esther Tamayo Lopez y Carlos Jacome Zapata que desde el cielo cuidan de mi familia y siempre los tengo presentes.

A mi padre Jorge Anibal Garcia Tapia que aunque no siempre ha estado conmigo en los breves momentos que he compartido, me haces feliz como hijo.

**Carlos Anibal García Jácome**

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar el presente trabajo de titulación principalmente a Dios, por servirme de guía durante el transcurso de mi carrera y vida personal.

A mis padres Nelly Maritza Castro García y Rene Ricardo Herrera Arcos, por ser el principal apoyo que he tenido durante mi vida y ser los pilares para mi formación como ser humano, tanto personal como académicamente.

A la Sra. María Fernanda Romero Barst por su gran ayuda en la formación de mi carrera profesional, convirtiéndose en un ejemplo a seguir por su buena voluntad de manera incondicional durante todas las etapas que me ha tocado recorrer.

A mis hermanos Joseph Abel Herrera Castro y Jorge Ricardo Herrera Castro, por formar parte de todos los momentos de mi vida y servir de ejemplo como personas para llegar hasta donde me encuentro actualmente.

**Kevin Santiago Herrera Castro**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y la virgen santísima, por haberme dado la sabiduría de culminar esta etapa de mi vida y este trabajo de titulación, con la satisfacción de obtener una excelente calificación y ser mejor cada día de mi vida.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, por ser una noble y respetada institución que me ha brindado los conocimientos y el aliento para prepararme cada día con más esfuerzo.

A Josselin Molina, Vicente Gordon, Alison Mora, Kevin Herrera, Ronnie Bonilla, Gustavo Baidal, Cristian Cevallos, Paul Daza, Annie Villamar, Génesis Hormaza, siendo ellos unos excelentes amigos con los cuales compartí mi etapa universitaria y espero compartir muchos momentos más de amistad y buenos recuerdos.

A Cesar Alarcón, Daniela Medina, Diana Bravo, Angee Cevallos, Wendy Villa, Josseline Andrade, Ivan Romo, Johana Loiza, Evelyn Loiza, Anggie Navarrete, Arianna Intriago, Andrea Sarmiento, Cinthya Sarmiento y Zaida Rugel, mis amigos que durante los últimos 8 años me regalaron sonrisas, detalles, amor, abrazos, tiempo y palabras que guardo en mi corazón y alma como los mejores momentos de vida junto a personas que considero mi familia.

**Carlos Anibal García Jácome**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco principalmente a Dios, a mi familia y a todas las personas que sirvieron de guía para culminar esta fase de mi vida y todos los retos que se presentaron durante la misma.

Un agradecimiento especial a la Sra. María Fernanda Romero Barst ya que sin el apoyo brindado por ella no hubiese conseguido culminar esta y muchas etapas de mi vida con éxito.

A la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil y la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo, por convertirse en el pilar fundamental para mi preparación académica brindándome los conocimientos y la motivación para prepararme cada día con más esfuerzo.

A todos mis compañeros de clases que convirtieron este recorrido en una experiencia inolvidable y con los cuales compartí grandes momentos. Esperando que la amistad no termine en esta etapa, sino poder mantenerla y cultivarla cada vez más con el tiempo.

**Kevin Santiago Herrera Castro**



## Índice General

<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>XII</b>
<b>Índice de Tablas.....</b>	<b>XV</b>
<b>Resumen.....</b>	<b>XVI</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>XVII</b>
<b>CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>18</b>
<b>1.1. Introducción.....</b>	<b>18</b>
<b>1.2. Antecedentes.....</b>	<b>19</b>
<b>1.3. Justificación del Problema .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4. Definición del Problema.....</b>	<b>20</b>
<b>1.5. Objetivos del Problema de Investigación.....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.1. Objetivo General.....</b>	<b>21</b>
<b>1.5.2. Objetivos Específicos.....</b>	<b>21</b>
<b>1.6. Hipótesis .....</b>	<b>21</b>
<b>1.7. Metodología de Investigación .....</b>	<b>22</b>
<b>CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1. Principios de radiofrecuencia .....</b>	<b>23</b>
<b>2.1.1. Polarización .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1.2. Comportamiento de las ondas de radio .....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.2.1. Absorción.....</b>	<b>26</b>
<b>2.1.2.2. Reflexión .....</b>	<b>27</b>
<b>2.1.2.3. Difracción .....</b>	<b>28</b>
<b>2.1.2.4. Múltiples trayectorias.....</b>	<b>28</b>
<b>2.2. Redes de datos.....</b>	<b>30</b>
<b>2.2.1. Organismos reguladores y de estandarización .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.1.1 Organización Internacional de Normalización .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.1.2 Unión Internacional de Telecomunicaciones .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2.1.3 Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones .....</b>	<b>31</b>

2.2.1.4	Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica .....	32
2.2.1.5	Alianza Wi-Fi .....	32
2.2.2.	Modelo de comunicaciones OSI .....	33
2.2.3.	Modelo TCP/IP .....	35
2.2.4.	Cableado estructurado .....	36
2.2.5.	Estándar IEEE 802.....	38
2.3.	IEEE 802.11 .....	40
2.3.1.	Estándares físicos IEEE 802.11x.....	41
2.3.2.	Frecuencias y canales .....	41
2.3.3.	Métodos de transporte de datos .....	43
2.3.3.1.	Espectro ensanchado por secuencia directa.....	44
2.3.3.2.	Multiplexación por división de frecuencias ortogonales .	44
2.3.4.	Componentes básicos de una WLAN .....	46
2.3.5.	Topología básica de las WLAN .....	46
2.3.5.1.	Conjunto de servicio básico .....	46
2.3.5.2.	Identificador del conjunto de servicio básico.....	47
2.3.5.3.	Área de servicio básico.....	47
2.3.5.4.	Servicio básico extendido .....	47
2.3.5.5.	Identificador de conjunto de servicio .....	48
2.3.6.	Tipos de movilidad y transiciones.....	48
2.3.7.	Proceso de asociación.....	49
2.3.8.	Modos de acceder al medio.....	51
2.3.9.	Control de colisiones.....	51
2.3.10.	Topología malla .....	56
<b>CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA WLAN “WIFIUCSG” .....</b>		<b>59</b>
3.1.	Introducción.....	59
3.2.	Descripción de los componentes de la red inalámbrica.....	59
3.2.1.	Estructura física de la FETD.....	59

<b>3.2.2. Estructura de la red inalámbrica.....</b>	<b>64</b>
<b>3.2.3. Características de los equipos.....</b>	<b>65</b>
<b>3.2.3.1. Switch de Acceso .....</b>	<b>65</b>
<b>3.2.3.2. Controladora Zone Director 3000 .....</b>	<b>67</b>
<b>3.2.3.3. Puntos de acceso inalámbrico .....</b>	<b>71</b>
<b>3.3. Análisis y estudio previo al rediseño de la red inalámbrica.....</b>	<b>72</b>
<b>3.3.1. Cableado estructurado y topología empleada.....</b>	<b>72</b>
<b>3.3.2. Conexiones y estado de equipos.....</b>	<b>74</b>
<b>3.3.3. Cobertura .....</b>	<b>76</b>
<b>3.3.4. Interferencias y saturación de canales.....</b>	<b>79</b>
<b>3.3.5. Ancho de banda .....</b>	<b>83</b>
<b>3.3.6. Dimensionamiento de la red.....</b>	<b>84</b>
<b>3.4. Resultados y proyección .....</b>	<b>85</b>
<b>CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS.....</b>	<b>87</b>
<b>4.1. Introducción.....</b>	<b>87</b>
<b>4.2. Listado de equipos y características.....</b>	<b>87</b>
<b>4.3. Estudio financiero .....</b>	<b>91</b>
<b>4.4. Implementación .....</b>	<b>92</b>
<b>4.4.1 Cableado estructurado e instalación de los equipos.....</b>	<b>92</b>
<b>4.4.2 Configuración de los equipos .....</b>	<b>104</b>
<b>4.5. Logros y resultados .....</b>	<b>105</b>
<b>CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....</b>	<b>111</b>
<b>5.1. Conclusiones.....</b>	<b>111</b>
<b>5.2. Recomendaciones.....</b>	<b>112</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>113</b>
<b>GLOSARIO.....</b>	<b>119</b>

## Índice de Figuras

### Capítulo 2

Figura 2. 1: Onda Electromagnética .....	24
Figura 2. 2: Polarización lineal .....	25
Figura 2. 3: Polarización circular .....	26
Figura 2. 4: Fenómeno de reflexión .....	27
Figura 2. 5: Analogía de difracción .....	28
Figura 2. 6: Múltiples trayectorias .....	29
Figura 2. 7: Corrupción de datos.....	30
Figura 2. 8: Red de Internet .....	33
Figura 2. 9: Capas del modelo OSI.....	34
Figura 2. 10: Comparación entre modelos OSI y TCP/IP .....	35
Figura 2. 11: Topologías de redes LAN .....	39
Figura 2. 12: Canales en la banda de 2.4 GHz del estándar IEEE 802.11 ..	43
Figura 2. 13: Técnica OFDM.....	45
Figura 2. 14: Conjunto de servicio básico .....	47
Figura 2. 15: Servicio básico extendido .....	48
Figura 2. 16: Transición entre BSSs .....	48
Figura 2. 17: Transición entre ESSs .....	49
Figura 2. 18: Funcionamiento del vector de asignación de la red .....	53
Figura 2. 19: Relación de los tipos de espacio entre tramas .....	53
Figura 2. 20: Duración de la ventana de contención.....	54
Figura 2. 21: Transmisión de una trama en una red IEEE 802.11 .....	55
Figura 2. 22: Fragmentación de tramas en redes IEEE 802.11 .....	55
Figura 2. 23: Topología Mesh estándar .....	56
Figura 2. 24: Topología Mesh en modo puente inalámbrico .....	57
Figura 2. 25: Topología no recomendable en modo Mesh.....	58

### Capítulo 3

Figura 3. 1: Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo.....	60
Figura 3. 2: Bloque Administrativo de la Facultad Técnica .....	61
Figura 3. 3: Bloque de Laboratorios .....	61
Figura 3. 4: Bloque #1 Laboratorios de Automatismo .....	62
Figura 3. 5: Bloque #2 Laboratorios de Agropecuaria.....	62
Figura 3. 6: Bloque #3 Aulas FT-1 a FT-3.....	63
Figura 3. 7: Bloque #4 Aulas y Sala de Profesores.....	63
Figura 3. 8: Bloque #5 Aula Virtual y Sala de Computo .....	64
Figura 3. 9: Rack de Acceso del Bloque Administrativo de la Facultad Técnica .....	65
Figura 3. 10: Switch Cisco 4507R.....	66
Figura 3. 11: Switch Cisco Catalyst 2950 y configuración del puerto 48.....	67
Figura 3. 12: Interfaz Web de Controladora ZoneDirector 3000 .....	68
Figura 3. 13: Direccionamiento IPV4 de la Controladora .....	68
Figura 3. 14: Servidor NTP y Control de Acceso Administrativo .....	69
Figura 3. 15: Licencias activas para 100 APs .....	69

Figura 3. 16: Configuraciones de la WLAN “wifiucsg” .....	70
Figura 3. 17: Puntos de Acceso de la Facultad Técnica .....	70
Figura 3. 18: Ruckus ZoneFlex 7025 .....	71
Figura 3. 19: ZoneFlex Ruckus 7762 .....	72
Figura 3. 20: Arquitectura de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo .....	73
Figura 3. 21: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque #4 Sala de Profesores.....	75
Figura 3. 22: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque de Laboratorios .....	75
Figura 3. 23: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque de Administración.....	76
Figura 3. 24: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque #5 Aula Virtual.....	76
Figura 3. 25: InSSIDer cobertura en laboratorio de electrónica .....	77
Figura 3. 26: InSSIDer cobertura en aula virtual .....	78
Figura 3. 27: InSSIDer cobertura en aulas FT-8 y FT-9.....	78
Figura 3. 28: InSSIDer cobertura en aula FT-1 .....	78
Figura 3. 29: InSSIDer cobertura en Bloque #1 Terraza .....	79
Figura 3. 30: InSSIDer cobertura en Administración.....	79
Figura 3. 31: InSSIDer interferencia por canales y frecuencias .....	80
Figura 3. 32: Equipo TP-LINK ubicado afuera del aula FT-2 bloque #3.....	81
Figura 3. 33: Equipo Cisco Linksys ubicado en la sala de profesores .....	81
Figura 3. 34: Equipo TP-LINK ubicado en el laboratorio de telecomunicaciones .....	82
Figura 3. 35: Equipo D-LINK ubicado en la oficina del coordinador académico .....	82
Figura 3. 36: Equipo TP-LINK ubicado en la sala de lectura bloque #4.....	82
Figura 3. 37: Equipo TP-LINK ubicado en la oficina del decano.....	83
Figura 3. 38: Concurrencia de usuarios en la red WLAN “wifiucsg” en la UCSG .....	83
Figura 3. 39: Población estudiantil en la FETD entre los años 2001 - 2012	84
Figura 3. 40: Perdida de Paquetes .....	86

## Capítulo 4

Figura 4. 1: Punto de acceso inalámbrico Ruckus ZoneFlex 7982 .....	88
Figura 4. 2: Punto de acceso inalámbrico Ruckus ZoneFlex 7363 .....	90
Figura 4. 3: Switch Cisco Catalyst 2950 del rack principal bloque administrativo.....	94
Figura 4. 4: Paso de tubería por el bloque administrativo .....	95
Figura 4. 5: Tubería PVC después del microsanejado.....	95
Figura 4. 6: Caja sobrepuesta de 4 puertos con switch POE Engenius .....	96
Figura 4. 7: Punto de datos y AP en el laboratorio de electrónica .....	96
Figura 4. 8: Creación de orificio para el paso de cables fuera del laboratorio de electrónica.....	97
Figura 4. 9: Punto de datos y AP fuera del laboratorio de neumática .....	98
Figura 4. 10: Tubería para el punto de datos fuera la sala de cómputo.....	98
Figura 4. 11: Punto de acceso ubicado fuera del Aula Virtual .....	99
Figura 4. 12: Tubería para el punto de datos fuera del aula virtual.....	99
Figura 4. 13: Punto de datos en pilar del Bloque # 4 .....	100
Figura 4. 14: Punto de acceso ubicado en el pilar del bloque # 4.....	101

Figura 4. 15: Punto de datos fuera del aula FT-12.....	102
Figura 4. 16: Rack aéreo de la sala de profesores de tiempo completo ....	102
Figura 4. 17: Punto de datos y AP entre aulas FT-8 y FT-9.....	103
Figura 4. 18: Punto de acceso ubicado en la Sala de Profesores.....	103
Figura 4. 19: Lista de APs de la facultad Técnica en la interfaz web de la controladora.....	104
Figura 4. 20: Potencia de transmisión de los APs de la facultad Técnica..	105
Figura 4. 21: Potencia de la señal en el laboratorio de electrónica.....	106
Figura 4. 22: Potencia de la señal en el laboratorio de telecomunicaciones .....	106
Figura 4. 23: Potencia de la señal en el laboratorio de electricidad.....	106
Figura 4. 24: Potencia de la señal en el laboratorio de neumática.....	107
Figura 4. 25: Potencia de la señal en el aula virtual.....	107
Figura 4. 26: Potencia de la señal en la sala de cómputo.....	108
Figura 4. 27: Potencia de la señal en el aula FT-9.....	108
Figura 4. 28: Potencia de la señal en el aula FT-8.....	108
Figura 4. 29: Potencia de la señal en la sala de profesores del bloque 4 ..	109
Figura 4. 30: Potencia de la señal en la sala de profesores del bloque administrativo.....	109
Figura 4. 31: Esquema de infraestructura de la WLAN “wifiucsg” en la FETD .....	110

## Índice de Tablas

### Capítulo 2

Tabla 2. 1: Categorías de cables de par trenzado .....	38
Tabla 2. 2: Normas físicas del estándar IEEE 802.11 .....	41
Tabla 2. 3: Canales del estándar IEEE 802.11 en la banda de 2.4 GHz .....	42
Tabla 2. 4: Canales del estándar IEEE 802.11 en la banda de 5 GHz .....	42
Tabla 2. 5: Modulaciones y velocidades empleando OFDM .....	45

### Capítulo 4

Tabla 4. 1: Materiales empleados para el cableado estructurado .....	90
Tabla 4. 2: Cotización de materiales para realización del proyecto. ....	91
Tabla 4. 3: Lista de puntos de datos a implementar. ....	93

## **Resumen**

El presente proyecto de la unidad de titulación especial, comprende un análisis de la red wlan “wifiucsg” y la instalación de equipos de red inalámbrica denominados puntos de acceso inalámbricos para ampliar y mejorar la cobertura de la red existente dentro de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD) de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG).

El capítulo uno contiene la introducción a las redes inalámbricas, la importancia del problema que presentan las redes existentes en la facultad, el enfoque de los objetivos generales y específicos a la cual se dirige el proyecto y la metodología de la investigación.

El capítulo dos detalla el marco teórico enfocado a los temas de referencia y apoyo para la realización del proyecto de titulación. Se puntualiza conceptos de radiofrecuencias y propagación de ondas, redes de datos y el funcionamiento de las redes inalámbricas IEEE 802.11.

En el capítulo tres se especifican los problemas presentes en la red WLAN “wifiucsg” en la FETD mediante un análisis y estudio de campo que involucra el análisis de la cobertura, fallas en el cableado, estado de los equipos, interferencias y los resultados de estos factores.

El cuarto capítulo contiene el informe detallando la instalación realizada y los aspectos comprendidos tal como la planificación, presupuesto, cableado, configuración de los equipos y resultados obtenidos.

En el capítulo cinco se mencionan las conclusiones y recomendaciones de lo realizado en el proyecto de titulación en general.



## **Abstract**

This paper aims to analyze the WLAN network “wifiucsg” and the installation of wireless network equipment referred as wireless access points to amplify and improve the coverage of the current network in the Faculty of Technical Education for the Development (FETD) of the Catholic University of Santiago de Guayaquil.

The first chapter comprises the introduction to wireless networks, the importance of the problems that the current networks of the Faculty presents, the focus of the general and specific objectives of this project and the research methodologies.

Chapter two details the conceptual framework focused on the points of reference and support to the development of this project. There is special focus on concepts of radiofrequency and wave propagation, data networks and the performance of the wireless networks IEEE 802.11.

Chapter three lists out the issues found in the WLAN network “wifiucsg” in the FETD through an analysis and study of the field that involves the analysis of the coverage, wiring failures, equipment status, interference and the results of these factors.

The fourth chapter comprises the report that details the installation done and the aspects covered such as planning, budget, wiring, equipment configuration and the results obtained.

The fifth chapter mentions the conclusions and recommendations from the general process done during the graduation project.

## **CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Introducción**

Este capítulo contiene las generalidades del proyecto de titulación, con el fin de ampliar la cobertura de la red inalámbrica 802.11 “wifiucsg” en la facultad de educación de técnica para el desarrollo (FETD) de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG), para brindar conectividad de celulares, computadoras o cualquier otro dispositivo que cuente con el protocolo WI-FI ubicados en puntos específicos de la facultad.

Las redes inalámbricas se definen como la interconexión de dos o varios terminales (dispositivos), que establecen comunicación entre sí sin la necesidad de estar conectados por un cable de datos, esto permite la movilidad de los dispositivos por una área determinada, siendo el único límite el rango de cobertura asignados por uno o varios puntos de acceso (AP) de la infraestructura de la red.

Las redes inalámbricas han tenido un constante cambio a través de los tiempos, planteándose como la mejor solución para la conexión de los equipos en áreas de campo abierto, por sus principales ventajas en comparación a la solución de cableado estructurado brindando beneficios como el ahorro de costos, rápida instalación y configuración de los equipos, y las cantidades de usuarios concurrentes que soporta cada punto de acceso.

## **1.2. Antecedentes**

En la última década la FETD implementó varias soluciones para proveer conectividad a su comunidad universitaria por medio de una red inalámbrica, sin embargo no ha existido un análisis o estudio previo que indique los requerimientos y necesidades de la red inalámbrica en la universidad. Al revisar cada bloque verificamos la existencia de equipos de radioenlaces de frecuencia y equipos caseros de redes inalámbricas que no se encuentran funcionando.

En el periodo académico B-2013, se realizó la instalación de equipos de redes inalámbricas de alto desempeño y rendimiento brindando a todo equipo terminal dentro del campus universitario conectividad a la red “wifiucsg”. A la FETD se le asignó la cantidad de cinco puntos de acceso (AP) en función de su área y perímetro, de los cuales cuatro modelos son AP Indoor (interior) y uno es un AP Outdoor (exterior).

## **1.3. Justificación del Problema**

El Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES) al realizar la gestión y proceso de acreditación por infraestructura, califica a las universidades con base a la capacidad máxima de usuarios concurrentes que puedan conectarse a las redes inalámbricas y la cobertura dentro del campus universitario y con esto determinar los puntos de acceso (AP) instalados por edificación. (Consejo de Evaluación, 2012)

Conectividad = Suma de anchos de banda contratados por la IES en kbps / ((0,175\*número de estudiantes presenciales) + 0,5\*(total de empleados + total de docentes a TC)). (Consejo de Evaluación, 2012)

Cobertura a estudiantes = 100\*(Número de edificaciones con cobertura inalámbrica) / Número de edificaciones. (Consejo de Evaluación, 2012)

Las estadísticas publicadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), indican que aproximadamente 35% de la población ecuatoriana tiene acceso a internet. Los estudiantes universitarios y de ciclo escolar secundaria y primaria se encuentran fuera de la población general y deben tener un mejor libre acceso a internet, pero lo normal es que ellos participen solo de una jornada de estudios y no en todas las actividades académicas se requiere internet; por esta razón se ha tomado el factor de ponderación de 0,25 por estudiante. De la misma manera, se asume que el personal docente y administrativo de la IES requiere de internet en la mitad de su tiempo de trabajo, por lo cual se pondera el total por el 50%. (Consejo de Evaluación, 2012)

#### **1.4. Definición del Problema**

Falta de cobertura para la red WLAN “wifiucsg” en múltiples áreas de la FETD e inconvenientes de conectividad en zonas donde sí existe, lo cual genera complicaciones y malestar en la comunidad universitaria al momento de realizar actividades a través de este servicio.

## **1.5. Objetivos del Problema de Investigación**

### **1.5.1. Objetivo General**

Realizar un análisis de la red WLAN “wifiucsg” que existe en la FETD con el propósito de rediseñar la red para ampliar y mejorar las zonas de cobertura mediante la instalación puntos de acceso inalámbrico (AP) marca Ruckus.

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Realizar la medición de la cobertura de la señal inalámbrica para determinar su estado previo a la ejecución del proyecto.
- Detectar los factores que afectan el desempeño de la red inalámbrica “wifiucsg” en la FETD.
- Rediseño de la WLAN “wifiucsg” con el fin de ampliar la cobertura en las siguientes zonas de la FETD: aula virtual, sala de cómputo, aulas FT-8 y FT-9, pasillos, campo abierto de la facultad y laboratorios de electrónica, telecomunicaciones y electricidad.

## **1.6. Hipótesis**

Posterior al análisis y evaluación de la red WLAN “wifiucsg” se realizará un rediseño e implementación que integre una solución más eficiente a los problemas que afectan a la calidad de la red inalámbrica. Se conseguirá la ampliación de cobertura de la red inalámbrica en los lugares más críticos por ser los de mayor concurrencia de estudiantes en la FETD como son: aula

virtual, sala de cómputo, aulas FT-8 y FT-9, pasillos, campo abierto de la facultad y laboratorios de electrónica, telecomunicaciones y electricidad.

El trabajo se realiza mediante la homologación de equipos con la solución existente de la UCSG con el fin de facilitar la conexión a los distintos servicios que brinda una red WLAN contribuyendo y beneficiando a todo el personal del campus universitario.

### **1.7. Metodología de Investigación**

La metodología empleada en el presente documento es del tipo descriptiva ya que se determinan y detallan los factores que afectan al desempeño de la red inalámbrica en la FETD aportando la base teórica para la solución del problema. Además se empleó la metodología cuantitativa ya que se realizaron mediciones de potencia de la señal para determinar las zonas de cobertura en las distintas ubicaciones de la FETD, consiguiendo contrastar los resultados con los obtenidos previos a la ejecución del proyecto.

## **CAPÍTULO 2: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **2.1. Principios de radiofrecuencia**

La operación de una red inalámbrica se basa en el uso de ondas electromagnéticas. Gracias a la naturaleza de las ondas, se pueden transmitir datos sin necesidad de un medio físico (cable coaxial, UTP, par trenzado, fibra óptica, etc.) que conecte al equipo terminal con la red como tal. Sin embargo el comportamiento de una onda difiere en varios aspectos al modo en que se transmite una señal por un medio físico.

Al momento de realizar un diseño eficiente para una red inalámbrica, se debe tener en cuenta varios factores relacionados con la manera en que las ondas electromagnéticas responden ante el medio, que para este tipo de redes en particular es el aire. Por esto se analiza los principios físicos involucrados en las ondas.

Una onda es cualquier tipo de movimiento oscilatorio. Las ondas electromagnéticas se fundamentan en el principio físico que indica que un campo eléctrico genera perpendicularmente un campo magnético y viceversa. Por lo tanto si un campo eléctrico se encuentra viajando por el espacio, va a generar un campo magnético perpendicular al mismo, ocurriendo de manera similar el mismo fenómeno para el campo magnético. Esto ocurre a lo largo de la trayectoria de toda la onda tal como se ve en la figura 2.1 (Tomasi, 2003).

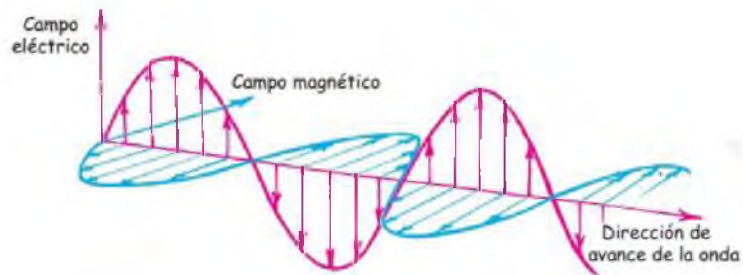


Figura 2. 1: Onda Electromagnética  
Fuente: (Hewitt, 2007)

Las ondas electromagnéticas, al igual que cualquier otro tipo de onda, presentan algunas características básicas: amplitud, frecuencia, longitud de onda y fase. La amplitud es la medida que comprende del centro de la onda hasta unos de los picos de la misma. La frecuencia es la cantidad de veces que se repite un ciclo completo de la onda durante el lapso de un segundo, la unidad en la que es medida es el Hertz [Hz]. La longitud de onda es la medida del espacio entre un punto determinado de la onda y el mismo punto en el siguiente ciclo, se mide en metros [m] y se la representa con la letra griega lambda  $\lambda$ . La fase es una medida de referencia, que representa la diferencia en grados de un punto determinado de la onda y otro, asumiendo que un ciclo completo de la onda es  $360^\circ$ .

El ancho de banda es otra medida de importancia, el cual representa el resultado obtenido entre la diferencia de la frecuencia mayor menos la frecuencia inferior. En redes de datos el ancho de banda se entiende por la velocidad de datos que se pueden transmitir por un medio determinado, sin embargo, esto representa la tasa de transmisión del sistema y no es lo mismo que el ancho de banda.



### 2.1.1. Polarización

La polarización de una onda electromagnética representa la dirección en la que es alineado el campo eléctrico. Existen dos tipos principales de polarizaciones: lineal y circular (Wireless network in the developing world, 2013).

La polarización lineal como se aprecia en la figura 2.2, se da de dos maneras principales: vertical y horizontal. En la polarización vertical el campo eléctrico es perpendicular a la superficie de la tierra, mientras que en la polarización horizontal el campo eléctrico se propaga de manera paralela a la superficie de la tierra. (Intelsat)

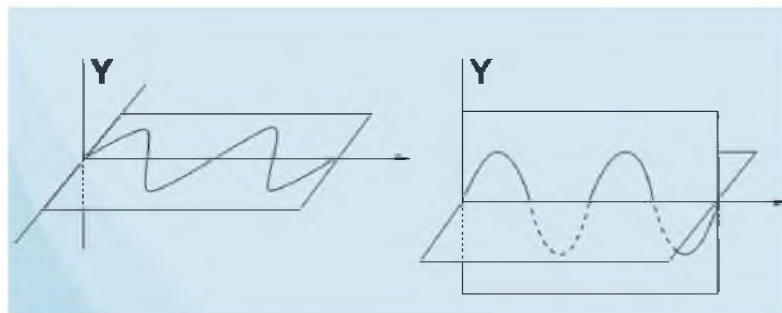


Figura 2. 2: Polarización lineal  
Fuente: (Intelsat)

La polarización horizontal como se ve en la figura 2.3 involucra que todo el plano de orientación del campo eléctrico va a estar constantemente girando, realizando una revolución completa durante un ciclo de la onda. Se presentan dos tipos de polarización horizontal: polarización circular derecha (RHC, por sus siglas en inglés: Right-Hand-Circular) y polarización circular izquierda (LHC, por sus siglas en inglés: Left-Hand-Circular).

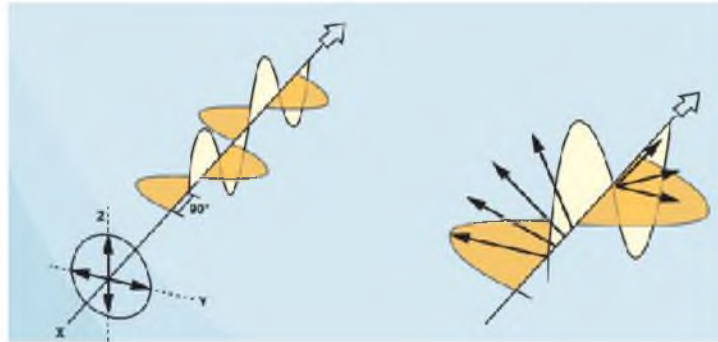


Figura 2. 3: Polarización circular  
Fuente: (Intelsat)

La principal aplicación de la polarización es lo que se conoce como reutilización de frecuencia, en donde se puede transmitir dos señales de la misma frecuencia pero que se encuentren polarizadas perpendicularmente. Por ejemplo, una señal polarizada horizontalmente puede ser transmitida junto con una señal polarizada verticalmente a la misma frecuencia sin que ambas causen interferencias entre sí. Esta es una forma muy favorable de duplicar la velocidad de transmisión de un canal con un ancho de banda limitado.

### **2.1.2. Comportamiento de las ondas de radio**

La propagación de las ondas de radio puede variar en gran medida en función de las características del medio en que se encuentran y va a responder directamente a ciertos fenómenos físicos.

#### **2.1.2.1. Absorción**

Ocurre cuando una onda electromagnética cruza por algún material, ocasionando que la misma sea debilitada o atenuada. El porcentaje de

potencia que se verá disminuida de la onda va a depender de la frecuencia y el coeficiente de atenuación del material (Coleman & Westcott, 2012).

Existen dos materiales que considerados como los mayores absorbentes para las ondas de radio: los metales y el agua. Para el caso de los metales, los electrones que viajan con la onda electromagnética pueden moverse libremente sobre el material por lo que la energía se ve atenuada por el mismo. De manera similar al entrar en contacto una onda electromagnética con las moléculas del agua en cualquier fenómeno como lluvia, vapor o niebla, las mismas se excitan absorbiendo de esta manera energía de la onda.

### 2.1.2.2. Reflexión

Es un fenómeno que se presenta cuando la onda electromagnética entra en contacto con una superficie del material apropiado, por ejemplo, el metal o agua. Este fenómeno responde a una regla simple: el ángulo en el que la onda incide sobre el material, es el mismo ángulo con el cual es reflejada (Wireless network in the developing world, 2013). Esto se aprecia en la figura 2.4.

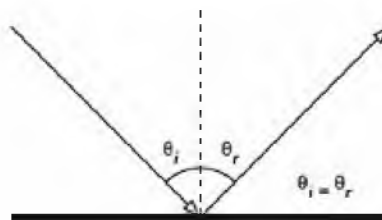


Figura 2. 4: Fenómeno de reflexión

Fuente: (Wireless network in the developing world, 2013)

### 2.1.2.3. Difracción

Es el fenómeno físico que permite a las ondas electromagnéticas al momento de incidir sobre un objeto el efecto de desviarse. Hay que tener presente que al momento de que una onda se difracta, va a existir una pérdida de potencia, sin embargo, su aplicación para atravesar obstáculos es muy útil en aplicaciones de telecomunicaciones. A manera de analogía podemos ver en la figura 2.5, el desvío presente en el flujo de agua de un río al verse obstaculizado por una roca (Coleman & Westcott, 2012).

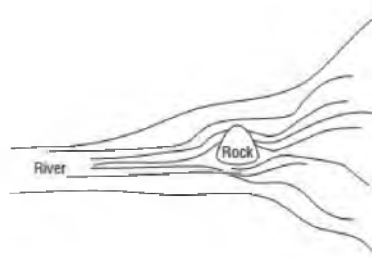


Figura 2. 5: Analogía de difracción  
Fuente: (Coleman & Westcott, 2012)

### 2.1.2.4. Múltiples trayectorias

Debido a los distintos fenómenos anteriormente nombrados, puede presentar más de una sola posible ruta que puede tomar una onda electromagnética desde la fuente hasta su destino, tal como se ven en la figura 2.6 con el caso de un AP. La mayor de las veces estos fenómenos implican que las ondas lleguen a distintos tiempos o desfasadas (Coleman & Westcott, 2012).



Figura 2. 6: Múltiples trayectorias  
Fuente: (Coleman & Westcott, 2012)

Debido a este fenómeno se pueden dar tres posibles resultados, el primero de ellos es el incremento de la amplitud de la señal. Esto es cuando múltiples ondas electromagnéticas llegan totalmente en fase o con un pequeño desfase de  $0^\circ$  a  $120^\circ$  en relación a la onda principal. A pesar que se incrementa la amplitud de la señal, esta no puede ser de mayor potencia que la emitida por la fuente en un principio debido a las múltiples pérdidas del medio (Coleman & Westcott, 2012).

Lo segundo que puede ocurrir es que se presente una reducción de la amplitud de la señal. Al contrario que el caso anterior, sucede cuando múltiples señales llegan con un desfase entre  $121^\circ$  y  $179^\circ$  con respecto a la onda principal (Coleman & Westcott, 2012).

En el peor de los casos puede ocurrir una cancelación de la señal. Ocurre cuando múltiples señales de radiofrecuencia llegan al receptor con un desfase completo de  $180^\circ$  en relación a la onda principal (Coleman & Westcott, 2012).

Como resultado de los medios con múltiples trayectorias la información puede verse corrupta y volverse complicada para que el receptor pueda entenderla. Un ejemplo gráfico de esto puede verse en la figura 2.7.

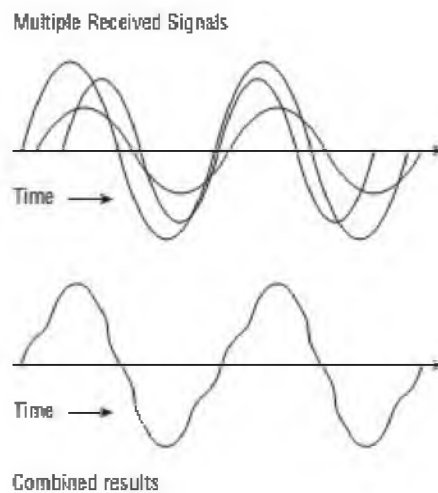


Figura 2. 7: Corrupción de datos  
Fuente: (Coleman & Westcott, 2012)

## 2.2. Redes de datos

El propósito fundamental de todo sistema de comunicaciones es la transmisión de información de una fuente a un destino a través de un medio. Con la invención de la computadora aparece lo que se denomina como redes de datos que son la interconexión de diversos equipos capaces de intercambiar información representada electrónicamente por bits.

Con el pasar de los años empezaron a producirse una mayor cantidad de dispositivos y de diversas marcas en el mercado, por lo que se vio necesario el establecimiento de un modelo al que todos se rijan para que la comunicación entre los mismos no sea caótica.

### **2.2.1. Organismos reguladores y de estandarización**

Veremos los principales organismos reguladores relevantes a las redes de datos.

#### **2.2.1.1 Organización Internacional de Normalización**

Conocida como ISO por sus siglas en inglés “International Organization for Standardization”, es una organización no gubernamental que identifica sectores de diversa índole en la sociedad y desarrolla estándares con las compañías afines a los mismos. En relación a las redes de datos, la ISO fue la encargada de desarrollar el modelo básico de las comunicaciones de datos, el cual ha seguido siendo la base para las comunicaciones entre computadores y dispositivos relacionados (Coleman & Westcott, 2012).

#### **2.2.1.2 Unión Internacional de Telecomunicaciones**

Conocida por sus siglas en inglés ITU “International Telecommunication Union” es una organización encargada de desarrollar recomendaciones para diversos sectores de las telecomunicaciones. Uno de estos es el sector de Radiocomunicaciones, conocido como ITU-R, la misma que contiene una base de datos sobre la asignación de frecuencias de los distintos países que la integran, dividiendo a los mismos en cinco regiones (Coleman & Westcott, 2012).

#### **2.2.1.3 Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones**

Más conocida como ARCOTEL, según lo indicado en su página web es la “entidad encargada de la administración, regulación y control de las

telecomunicaciones y del espectro radioeléctrico y su gestión [en el Ecuador], así como de los aspectos técnicos de la gestión de medios de comunicación social que usen frecuencias del espectro radioeléctrico o que instalen y operen redes.” (Agencia de Regulación y Control de las Telecomunicaciones, 2012).

#### **2.2.1.4 Instituto de Ingeniería Eléctrica y Electrónica**

Conocido como IEEE por sus siglas en inglés “Institute of Electrical and Electronics Engineers” es una organización mundial de profesionales en los sectores eléctricos, electrónica y de telecomunicaciones con el propósito de desarrollar innovaciones tecnológicas para el beneficio de la sociedad en general (Stallings, 2007).

En la rama de redes de datos la IEEE es la responsable del desarrollo del estándar IEE 802.x, conocido como el estándar para las redes de área local (LANs).

#### **2.2.1.5 Alianza Wi-Fi**

Es una asociación mundial sin fines de lucro, con más de 350 compañías como miembros de la misma unidos con el objetivo de promocionar el crecimiento de las redes inalámbricas. La principal tarea de esta organización es asegurar la funcionalidad de diversos equipos de distintas marcas, realizando pruebas y certificando al mismo. Es de importancia mencionar que la IEEE y la Alianza Wi-Fi son dos organizaciones separadas: la IEEE desarrolla constantemente al estándar 802.11 (redes



inalámbricas de datos), mientras que la Alianza Wi-Fi asegura la interoperabilidad entre dispositivos de distintas marcas.

### 2.2.2. Modelo de comunicaciones OSI

Las redes de datos hacen uso de lo que se conoce como conmutación de paquetes, en donde los datos a enviar son fragmentados en partes más pequeñas conocidas como “paquetes” en donde a cada uno de estos se le debe agregar la dirección de destino y una numeración para dicho fragmento, ya que pueden tomar rutas distintas cada uno y llegar en desorden al destino. En este concepto se fundamenta el modo en que funciona el Internet como se aprecia en la figura 2.8, en donde gracias a los dispositivos conocidos como enrutadores se puede establecer la comunicación entre múltiples redes locales (Wireless network in the developing world, 2013).

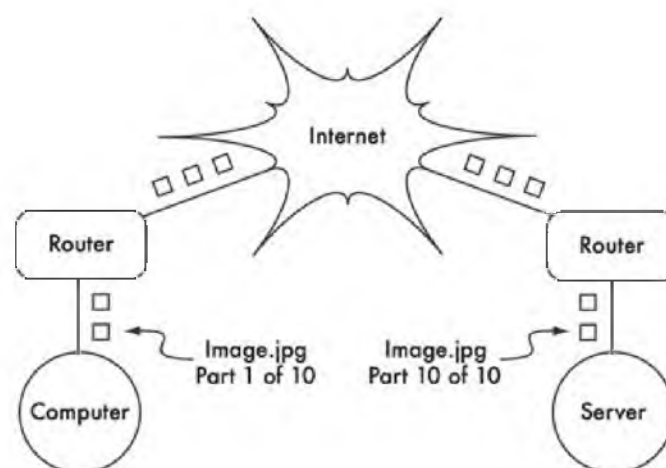


Figura 2. 8: Red de Internet  
Fuente: (Wireless network in the developing world, 2013)

El modelo de comunicaciones OSI o Interconexión de Sistemas Abiertos, por sus siglas en ingles “Open Systems Interconnection”, es un

esquema que adapta una red completa en varios niveles denominadas capas. Cada una de estas capas brinda servicios específicos a la capa superior, mientras que cada una a su vez opera en función de los servicios obtenidos de la capa inferior. Este modelo no describe que lenguaje o protocolo deben usar los dispositivos para comunicarse, sino más bien hace una delegación de funciones a cada capa.

Las siete capas del modelo con sus respectivas funciones se detallan en la figura 2.9.



Figura 2. 9: Capas del modelo OSI  
Fuente: (Tomasi, 2003)

### 2.2.3. Modelo TCP/IP

Es el modelo en el que se basan la mayor cantidad de dispositivos conectados a Internet y a diferencia del modelo OSI describe la red en cinco capas. En la figura 2.10 se muestra la comparación entre las capas del modelo OSI y del modelo TCP/IP.

OSI	TCP/IP
Aplicación	Aplicación
Presentación	
Sesión	
Transporte	Transporte (origen-destino)
Red	Internet
Enlace de datos	Acceso a la red
Física	Física

Figura 2. 10: Comparación entre modelos OSI y TCP/IP  
Fuente: (Tomasi, 2003)

La capa física al igual que en el modelo OSI determina al medio físico por el cual se conecta los dispositivos terminales a la red. Dentro de las responsabilidades de esta capa se encuentra definir las características del medio, velocidades de transmisión y el comportamiento de las señales (Stallings, 2007).

La capa de acceso se encarga del tráfico de datos producido entre el dispositivo final y la red como tal, para cumplir esto el equipo transmisor debe proporcionar la dirección de destino para su mensaje de tal modo que se pueda encaminar al mismo con la ruta más apropiada (Stallings, 2007).

La capa de Internet, hace uso del protocolo IP el cual da las herramientas necesarias para interconectar dispositivos que se encuentren en redes diferentes y se puedan comunicar entre sí (Stallings, 2007).

La capa de transporte asegura que toda la información transmitida es recibida por el destino, los protocolos más empleados para esta tarea son dos: TCP (Protocolo de Control de Transmisión) y UDP (Protocolo de Datagrama de Usuario) (Tomasi, 2003).

Finalmente, la capa de aplicación define todos los parámetros para que las diversas aplicaciones del usuario puedan funcionar de manera correcta y fiable. Ejemplos de aplicaciones en esta capa son: transferencia de archivos, correo electrónico, voz sobre IP, entre otros (Stallings, 2007).

#### **2.2.4. Cableado estructurado**

Comprende en general a todo el cableado de un establecimiento que proporciona la estructura para la interconexión de los distintos equipos que conforman la red con el propósito de integrar los múltiples servicios que dan uso los usuarios, tales como: telefonía, datos, video, entre otros.

La finalidad principal es que la infraestructura de red de la edificación sea suficiente para satisfacer las necesidades de conectividad de los usuarios sin tener que realizar tendidos futuros.

Se deben seguir tres reglas básicas cuando se planifica un cableado estructurado: conseguir conectividad completa de la ubicación siguiendo las normas para garantizar el funcionamiento de tecnologías futuras y actuales; emplear cables con visión a un futuro crecimiento, es decir, que puedan

satisfacer velocidades en constante crecimiento; y utilizar soluciones de proveedores abiertos o compatibles con otros, ya que la solución de un proveedor propietario suele resultar más costoso a largo plazo (Anixter, 2013).

La principal organización encargada de desarrollar normas y estándares con el tema de cableado es la Asociación de Industria de Telecomunicaciones, TIA por sus siglas en inglés Telecommunications Industry Association. Actualmente tiene más de 70 normas preestablecidas en distintos sectores formados en grupos, entre los principales se encuentra:

- ANSI/TIA 568-C.0 para cableado genérico.
- ANSI/TIA 568-C.01 para cableado de edificios comerciales.
- ANSI/TIA 942 para cableado de centro de datos.
- ANSI/TIA 1005 para cableado de área industrial.
- ANSI/TIA 1179 para cableado en el área de la salud.
- ANSI/TIA 568-C.2 componentes UTP.

El cable de par trenzado es el empleado en la mayor parte de instalaciones para la transmisión de datos. El mismo está formado por hilos de cobre que se encuentran trenzados entre sí para evitar problemas físicos tales como interferencia entre cables adyacentes y ruido de fuentes externas. Cada hilo de cobre se encuentra aislado por una capa de polietileno de color que evita la corrosión del cobre y a su vez todos los hilos se encuentran envueltos sobre otra capa de polietileno para proteger a todos los hilos del cable como tal.

Según la protección que tiene el cable pueden existir cuatro tipos de cables. El primero es conocido como UTP, por sus siglas en inglés Unshielded

Twisted Pair, es un cable de pares trenzados que no tienen ningún blindaje adicional a la capa de polietileno.

STP, por sus siglas en inglés Shielded Twisted Pair a diferencias del UTP este tipo de cables poseen un recubrimiento adicional por cada par de cobre trenzado brindando mayor inmunidad al ruido.

FTP, por sus siglas en inglés Foiled Twisted Pair, no presenta un recubrimiento por cada par, pero si uno a todo el conjunto de pares igualmente protegiendo al cable ante interferencias.

SFTP, sus siglas en inglés Screened Fully Shielded Twisted Pair es una combinación de múltiples protecciones en donde cada par viene con un recubrimiento y se emplea adicionalmente uno a todos los pares de cable.

Las categorías reconocidas por la norma TIA 568-C.2 se resumen en la tabla 2.1 a continuación.

**Tabla 2. 1: Categorías de cables de par trenzado**

Categoría	Ancho de banda	Velocidad máxima de transmisión
3	16 MHz	100 Mbps
5e	100 MHz	1000 Mbps
6	250 MHz	1000 Mbps
6a	500 MHz	10 Gbps
1, 2, 4 y 5	No son reconocidas en esta norma	

Fuente: (Anixter, 2013)

### 2.2.5. Estándar IEEE 802

El estándar IEEE 802 son un conjunto de normas que definen todas las características y propiedades que debe tener un sistema LAN para que los

dispositivos de diferentes fabricantes puedan comunicarse entre sí. La IEEE dividió este trabajo en algunas normas, por nombrar a algunos se tiene:

- IEEE 802.1 Protocolos LAN de capas superiores.
- IEEE 802.3 Ethernet.
- IEEE 802.5 Token Ring.
- IEEE 802.11 Redes LAN inalámbricas.

La forma en que están conectados los dispositivos físicamente en una red LAN, se conoce como topología y los cuatro tipos de topología se aprecian en la figura 2.11 (Stallings, 2007).

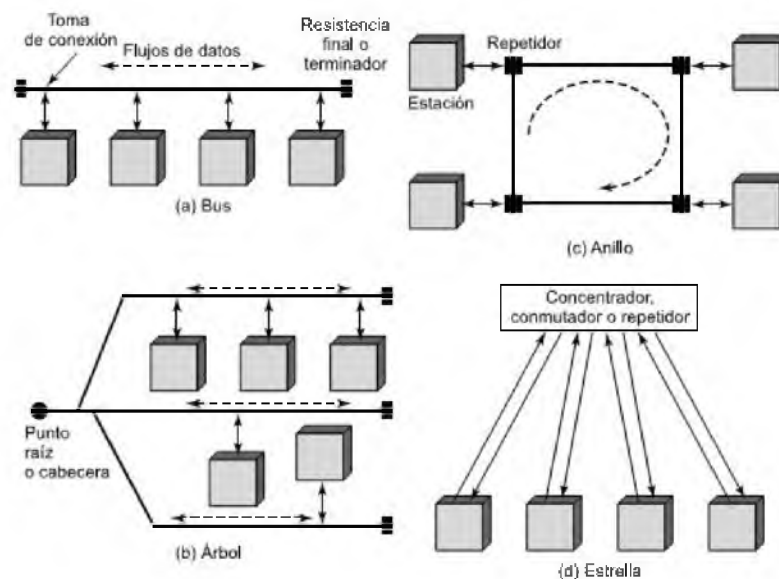


Figura 2. 11: Topologías de redes LAN

Fuente: (Stallings, 2007)

En la topología tipo bus, todos los dispositivos se encuentran conectados a un medio físico lineal a través de una interfaz y permite transmitir y recibir a las estaciones. Cualquier información transmitida es recibida en todas las demás estaciones. La topología tipo árbol, es un caso especial de la topología bus en donde la red comienza en un punto inicial o cabecera y de ahí se uno

o más cables se ramifican que es donde los usuarios se van a conectar creando un tipo de red más complejo (Stallings, 2007).

El caso de la topología en anillo, la red forma un enlace cerrado completo por medio de repetidores en donde se encontraron conectados los equipos terminales. Los datos transmitidos puede recorrer el anillo únicamente en un solo sentido y el mayor inconveniente presentado en este modelo es en caso de una avería en un repetidor, todo el anillo deja de operar ya que no se encontraría cerrado el sistema (Stallings, 2007).

Para las topologías en estrella, todos los dispositivos se encuentran conectados a un nodo central o concentrador, el mismo que se encarga de la distribución de las tramas en función de la dirección de destino y los miembros activos de la red (Stallings, 2007).

### **2.3. IEEE 802.11**

Las redes LAN inalámbricas son aquellas que en vez de dar uso de un medio físico, emplean el aire por medio de ondas electromagnéticas para la transmisión y recepción de datos.

La IEEE es el ente encargado de desarrollar los estándares bajo los cuales los equipos deben funcionar, para el caso de las WLAN (LANs inalámbricas) el estándar relevante es el IEEE 802.11 y desde su desarrollo en el año 1997, se ha venido actualizando a manera de enmiendas de distintos tipos.



### 2.3.1. Estándares físicos IEEE 802.11x

En la tabla 2.2 se resumirá todos los estándares referentes a las propiedades físicas de la conexión.

**Tabla 2. 2: Normas físicas del estándar IEEE 802.11**

Enmienda	Aprobado	Frecuencia [GHz]	Ancho de banda [MHz]	Velocidades de transmisión [Mbps]
-	1997	2.4	20	1, 2
a	1999	5	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54
b	1999	2.4	20	1, 2, 5.5, 11
g	2003	2.4	20	6, 9, 12, 18, 24, 36, 48, 54
n	2009	2.4/5	20	7.2, 14.4, 21.7, 28.9, 43.3, 57.8, 65, 72.2
			40	15, 30, 45, 60, 90, 120, 135, 150
ac	2011	5	20	Hasta 87.6
			40	Hasta 200
			80	Hasta 433.3
			160	Hasta 866.7

Fuente: (Wireless network in the developing world, 2013)

### 2.3.2. Frecuencias y canales

Existen tres bandas de frecuencias dentro del espectro radioeléctrico conocidas como ISM (bandas industriales, científicas y médicas) que representan frecuencias para el área industrial, científico y médico que no requieren de un licenciamiento para usarlas, es decir, cualquier equipo puede estar operando en dichas bandas sin necesidad de un permiso de un ente regulador (Stallings, 2007). Los rangos de frecuencia de dichas bandas son:

- Para la banda industrial: 902 – 928 MHz (Total de 26 MHz).
- Para la banda científica: 2.4 – 2.5 GHz (Total de 100 MHz).
- Para la banda médica: 5.725 – 5.875 GHz (Total de 150 MHz).

Las redes WLAN operando bajo el estándar IEEE 802.11x funcionan en las frecuencias de la banda 2.4 GHz ISM o 5 GHz ISM dependiendo del dispositivo utilizado. Según la frecuencia se tendrá múltiples canales con distinta denominación, en las tablas 2.3 y 2.4 se muestra los canales con las frecuencias centrales para cada uno.

**Tabla 2. 3: Canales del estándar IEEE 802.11 en la banda de 2.4 GHz**

2.4 GHz			
# Canal	Frecuencia central [GHz]	# Canal	Frecuencia central [GHz]
1	2.412	8	2.447
2	2.417	9	2.452
3	2.422	10	2.457
4	2.427	11	2.462
5	2.432	12	2.467
6	2.437	13	2.472
7	2.442	14	2.484

**Fuente:** (Wireless network in the developing world, 2013)

**Tabla 2. 4: Canales del estándar IEEE 802.11 en la banda de 5 GHz**

5 GHz	
Canal	Frecuencia central [GHz]
34	5.170
36	5.180
38	5.190
40	5.200
42	5.210
44	5.220
46	5.230
48	5.240
52	5.260
56	5.280
60	5.300
64	5.320
149	5.745
153	5.765
157	5.785
161	5.805

**Fuente:** (Wireless network in the developing world, 2013)

El problema más común de las redes operando a 2.4 GHz es la saturación que suele tener este espectro, ya que el ancho de banda descrito en la norma es de 22 MHz sin embargo la separación entre canales es de tan solo 5 MHz lo que ocasiona que canales adyacentes se superpongan ocasionando posibles interferencias (Wireless network in the developing world, 2013).

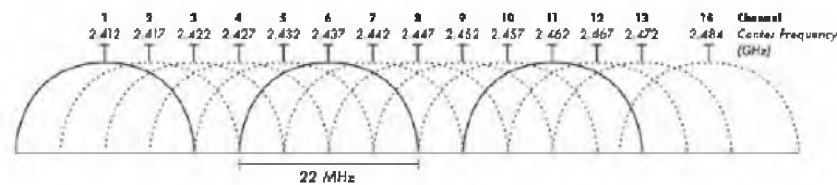


Figura 2. 12: Canales en la banda de 2.4 GHz del estándar IEEE 802.11  
Fuente: (Wireless network in the developing world, 2013)

En la figura 2.12 se puede observar como los únicos canales que no se superponen son los 1, 6 y 11 por lo que son los habitualmente utilizados en redes inalámbricas de datos.

### 2.3.3. Métodos de transporte de datos

Las técnicas involucradas en el transporte físico de la información son tres principalmente: espectro ensanchado, multiplexación por división de frecuencias ortogonales (OFDM) e infrarrojo. Esta última no es empleada en las redes WLAN IEEE 802.11 debido a sus limitaciones físicas en relación a los obstáculos del medio, ya que hace uso de luz infrarroja para transportar datos (Coleman & Westcott, 2012).

Las técnicas de espectro ensanchado, conocidas por SS de las siglas en inglés Spread Spectrum, consisten en repartir la información a través de

toda la banda disponible y no centralizarla en una sola onda portadora. Existen dos técnicas para esto: DSSS y FHSS.

#### **2.3.3.1. Espectro ensanchado por secuencia directa**

Sus siglas en inglés son DSSS y consiste en la codificación previa a la modulación de los bits de información o datos, empleando un código o “señal de chip”. El equipo receptor se encargará de captar la señal de radiofrecuencia y realizar el proceso inverso para conseguir los datos.

Esta señal de chip utilizada es también conocida como secuencia de Barker y presenta el siguiente patrón binario para los bits con estado lógico 1: “10110111000”, mientras que para los bits con estado lógico 0 se tiene el patrón: “01001000111”. Una vez aplicada la secuencia y la señal esté codificada según los patrones, se procede a modularla en una onda de radiofrecuencia utilizando DBPSK o DQPSK (Coleman & Westcott, 2012).

#### **2.3.3.2. Multiplexación por división de frecuencias ortogonales**

Sus siglas en inglés son OFDM y es la técnica más común y empleada por los estándares IEEE 802.11. Consiste en la división de una onda portadora de un ancho de banda específico, en múltiples ondas portadoras de un ancho de banda menor, así en las redes WLAN la técnica OFDM divide un canal en 52 subcanales de 312.5 kHz de ancho de banda cada uno como se ve en la figura 2.13 (Coleman & Westcott, 2012).

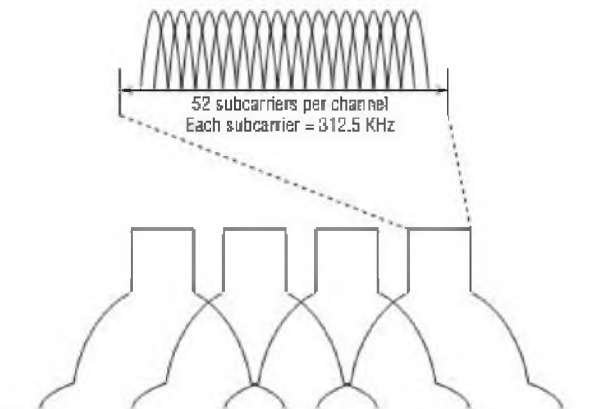


Figura 2. 13: Técnica OFDM  
Fuente: (Coleman & Westcott, 2012)

Estas 52 subportadoras, son numeradas desde el -26 al +26, y solamente 48 son usadas para transmitir datos. Las número -21, -7, +7 y +21 son usadas para enviar información de referencia acerca de fase y amplitud para el receptor (Coleman & Westcott, 2012).

Las modulaciones que pueden ser empleadas usando la técnica OFDM son BPSK y QPSK para velocidades bajas, mientras que para altas velocidades se utilizan 16-QAM y 64-QAM. Las velocidades y características de modulación se resumen en la tabla 2.5 (Coleman & Westcott, 2012).

**Tabla 2. 5: Modulaciones y velocidades empleando OFDM**

Velocidad [Mbps]	Modulación
6	BPSK
9	BPSK
12	QPSK
18	QPSK
24	16-QAM
36	16-QAM
48	64-QAM
54	64-QAM

**Fuente:** (Coleman & Westcott, 2012)

### **2.3.4. Componentes básicos de una WLAN**

La red WLAN más básica puede constar tan solo de dos simples elementos: un punto de acceso y una estación.

Un punto de acceso inalámbrico, es un dispositivo que realiza la función de puente entre la red cableada y el medio inalámbrico. A este punto es importante indicar que el medio radioeléctrico trabaja en forma half-duplex, es decir no puede transmitir y recibir al mismo tiempo.

Una estación es un dispositivo con una interfaz apropiada para recibir y transmitir ondas radioeléctricas, por ejemplo: laptops, tablets, celulares, impresoras, entre otras.

Cuando una red consta de múltiples puntos de acceso, suele aparecer dentro de la infraestructura de la red un dispositivo que es opcional conocido como controladora. La tarea fundamental de una controladora es administrar de forma centralizada todos los puntos de acceso, sin embargo, existen algunas que proveen más funciones como: firewall, control de tráfico, servidor DHCP, entre otros.

### **2.3.5. Topología básica de las WLAN**

Son los términos básicos y fundamentales que identifican a una red WLAN como tal.

#### **2.3.5.1. Conjunto de servicio básico**

En inglés es conocido como Basic Service Set (BSS), y representa a una o varias estaciones comunicándose con un punto de acceso. En este

esquema las estaciones no pueden comunicarse entre ellas directamente, es decir, todo el tráfico debe pasar por el punto de acceso (Gast, 2005).



Figura 2. 14: Conjunto de servicio básico  
Fuente: (Coleman & Westcott, 2012)

#### **2.3.5.2. Identificador del conjunto de servicio básico**

Conocido en inglés como Basic Service Set Identifier (BSSID), representa los 48 bits de la dirección MAC del punto de acceso que esta proporcionado la cobertura para las estaciones. Esta dirección es empleada durante el proceso de conexión de una estación a la red (Gast, 2005).

#### **2.3.5.3. Área de servicio básico**

En inglés Basic Service Area (BSA), representa el área física de cobertura en donde las estaciones pueden moverse sin perder conectividad con el punto de acceso (Gast, 2005).

#### **2.3.5.4. Servicio básico extendido**

En inglés llamado Extended Service Set (ESS), es el conjunto de múltiples puntos de accesos con sus estaciones conectadas funcionando todos bajo el mismo medio. El propósito de un ESS es dar cobertura a toda

una edificación y que sus dispositivos clientes puedan pasar de un BSS a otro sin perder conectividad con la red (Gast, 2005).

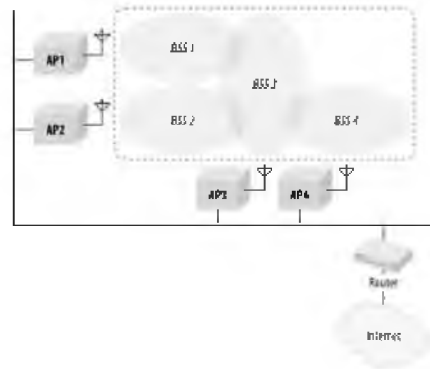


Figura 2. 15: Servicio básico extendido  
Fuente: (Gast, 2005)

### 2.3.5.5. Identificador de conjunto de servicio

En inglés Service Set Identifier (SSID), es un nombre lógico usado para identificar la red 802.11 y puede ser hasta de 32 caracteres y sensible a mayúsculas (Gast, 2005).

### 2.3.6. Tipos de movilidad y transiciones

La movilidad juega un papel fundamental en las redes inalámbricas, es por esto que las redes 802.11 permiten la transición de uno a otro BSS, siempre y cuando ambos pertenezcan a una misma ESS.

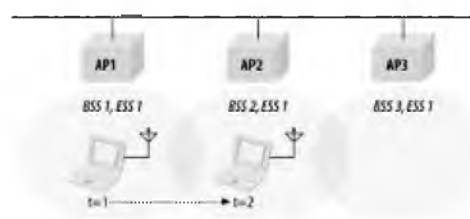


Figura 2. 16: Transición entre BSSs  
Fuente: (Gast, 2005)



Sin embargo, la movilidad entre ESS no es posible sin perder conectividad.

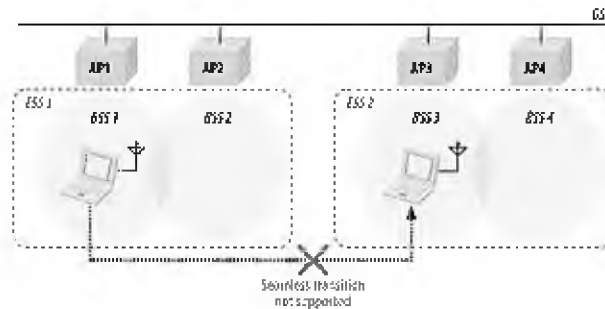


Figura 2. 17: Transición entre ESSs  
Fuente: (Gast, 2005)

### 2.3.7. Proceso de asociación

Los estados que puede tener una estación pueden ser:

- Sin autenticar ni asociar.
- Autenticado pero sin asociar.
- Autenticado y asociado.

Para poder transmitir datos, una estación debe estar en el último estado antes nombrado y para conseguir esto la estación y el AP deben intercambiar una serie de tramas de administración formando todo un proceso hasta estar asociado.

Como primer paso, una estación envía tramas llamadas “probe requests” para conocer redes 802.11 cercanas, dentro de estas tramas se envía información sobre las capacidades de velocidades soportadas por el dispositivo. Todos los APs que reciban este tipo de tramas, van a responder al dispositivo (Cisco Meraki, 2015).

Si el AP soporta la misma velocidad de transmisión que el dispositivo que envió las tramas anteriormente, enviará una trama llamada "probe response" con datos como el SSID de la red, velocidades soportadas, tipos de encriptación en caso de tener seguridad la red y entre otros (Cisco Meraki, 2015).

La estación se encarga de revisar las tramas enviadas por los diferentes APs del medio y seleccionar el que tenga mejor compatibilidad con la misma. Una vez que la estación haya realizado la decisión, se envía una trama de bajo nivel para pedir la autenticación con el AP.

A este punto la estación se encuentra autenticada pero sin asociar con el AP. Hasta este punto el termino autenticar no significa que la estación a intercambiado parámetros de seguridad con el AP, sino más bien es un simple estado de nivel bajo en el que la estación conoce a los APs en su alrededor. En la actualidad existen muchos dispositivos que pueden estar autenticados con múltiples APs pero asociado únicamente con uno, esto es muy útil al ocurrir una transición entre BSS (Cisco Meraki, 2015).

Una vez que la estación determina con cual AP desea asociarse para transferencia de datos, va a enviar una petición de asociación a ese AP. Dentro de esta petición va a existir información como tipos de encriptación aceptados. Si la información de esta trama concuerda con las posibles en el AP, se le asignará un identificador de asociación a dicha estación la misma que debe responder confirmando el proceso (Cisco Meraki, 2015).

A este punto la estación se encuentra autenticada y asociada con el AP y puede transmitir datos.

### **2.3.8. Modos de acceder al medio**

Se deben tener presentes las siguientes dos características básicas que están presente en todas las redes WLAN:

- Solamente un dispositivo (AP o estación) puede transmitir datos a la vez y en un solo sentido.
- Después de cada trama enviada se debe responder con un ACK o confirmación de recibo.

Básicamente el estándar 802.11 define dos formas de acceder al medio: por medio de la Función de Coordinación Distribuida (DCF), la otra que es opcional y no ha sido muy empleada es la Función de Coordinación Puntual (PCF).

En el modo DCF de operación, se debe asegurar que el medio se encuentre libre ante de que algún dispositivo envíe una trama, para este propósito utiliza técnicas y modelos de control de colisiones que se analizaran más adelante. El modo PCF en cambio no muy utilizado, se usa para sistemas libres de contenciones requiriendo que el AP soporte ser un coordinador de punto, siendo esta la pieza clave del sistema (Coleman & Westcott, 2012).

### **2.3.9. Control de colisiones**

En la red debe existir un modelo que permita controlar a las estaciones con el fin de que únicamente transmita un dispositivo a la vez. La técnica empleada es conocida como Acceso Múltiple con Escucha de Portadora (CSMA) y existen dos métodos:

CSMA/CD, Acceso Múltiple con Escucha de Portadora con Detección de Colisiones. Este método se utiliza en las redes Ethernet IEEE 802.3, sin embargo en las redes WLAN por las propiedades físicas del medio no pueden existir colisiones por lo que este método no es empleado (Coleman & Westcott, 2012).

CSMA/CA, Acceso Múltiple con Escucha de Portadora con Evasión de Colisiones. Es el método utilizado por las redes 802.11 en donde cada dispositivo monitorea el medio y en caso que no se encuentre ocupado puede realizar una transmisión (Coleman & Westcott, 2012).

Para que el método sea eficaz se debe seguir toda una serie de procedimientos entre estaciones y el AP. Para ver el estado del medio inalámbrico, los dispositivos lo realizan de manera virtual empleando dos tramas conocidas como RTS y CTS. RTS es una petición realizada por un dispositivo para enviar información (Request to Send), mientras que CTS es la respuesta que recibirá de todos los demás dispositivos de esa red inalámbrica (Clear to Send) (Coleman & Westcott, 2012).

En la trama RTS funciona a manera de temporizador en donde el dispositivo que desea transmitir va a colocar el tiempo que desea reservar el medio, y una vez que recibe la trama CTS se entenderá que nadie más ocupará el medio durante ese tiempo previsto (Gast, 2005).

La lógica dentro del proceso RTS/CTS es conocido también como Vector de Asignación de Red (NAV, Network Allocation Vector). NAV es el reloj de cuenta atrás que mientras tenga un valor distinto de 0 indicará que el medio está siendo ocupado, cuando el mismo llega a 0 el medio está libre.

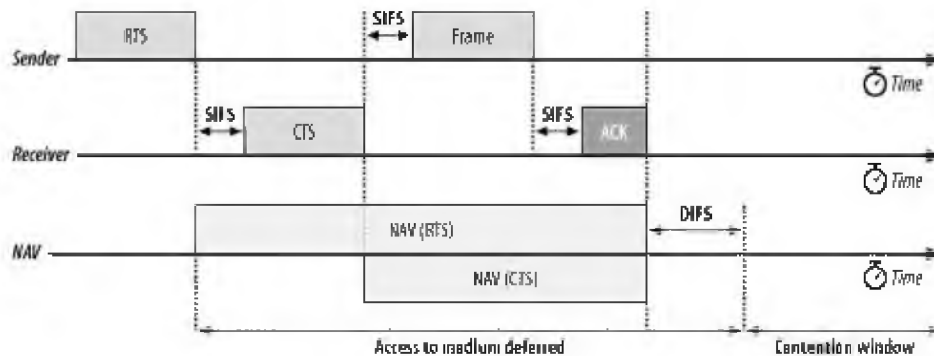


Figura 2. 18: Funcionamiento del vector de asignación de la red  
Fuente: (Gast, 2005)

En la imagen 2.18 se puede apreciar gráficamente cómo funciona la reserva del medio para transmitir una trama usando el NAV. También sirve para entender el concepto de espacio entre tramas. En las redes 802.11 después del envío o recepción de cualquier tipo de trama, todo dispositivo debe esperar un tiempo determinado antes de proseguir con la comunicación.

Existen tres tiempos de espera diferentes, se pueden notar la relación entre los mismos en la figura 2.19.

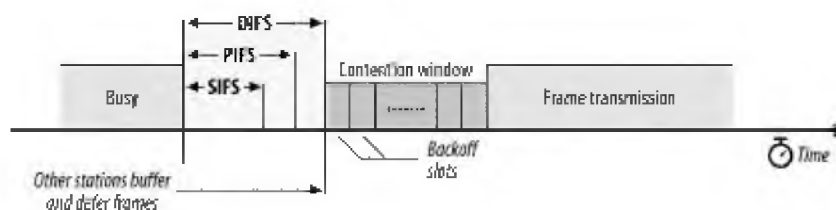


Figura 2. 19: Relación de los tipos de espacio entre tramas  
Fuente: (Gast, 2005)

Espacio entre trama pequeño (SIFS, Short Interframe Space). Representa el tiempo de espera que debe esperar un dispositivo cuando es su turno de transmitir, es decir, cuando el medio está reservado para su uso previo la utilización del NAV.

Espacio entre trama PCF (PIFS, PCF Interframe Space). Es el espacio utilizado con el método de acceso PCF.

Espacio entre trama DCF (DIFS, DCF Interframe Space). Empleado para conocer la disponibilidad del medio cuando nadie ha reservado el mismo, ya que si las estaciones tienen acceso libre al medio siempre y cuando no se haya usado durante un tiempo mayor que el de un DIFS (Gast, 2005).

Espacio entre trama extendido (EIFS, Extended Interframe Space). Es usado únicamente cuando ocurre un error en la transmisión (Gast, 2005).

Cuando un dispositivo tiene información que transmitir, debe esperar el tiempo de un DIFS y empezar con una cuenta atrás conocida como ventana de contención, cuyo tamaño va a depender del método de espectro ensanchado empleado. Cuando la cuenta atrás llega a 0 analiza nuevamente el medio y si se encuentra libre procede a reservarlo para su uso (Coleman & Westcott, 2012).

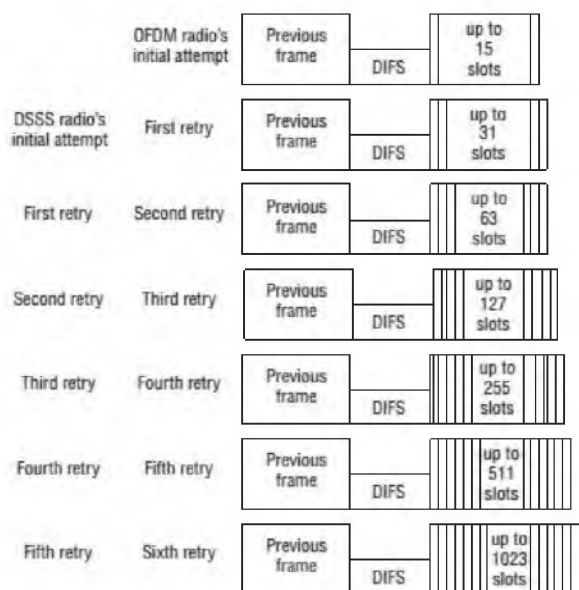


Figura 2. 20: Duración de la ventana de contención  
Fuente: (Coleman & Westcott, 2012)

Si una estación no recibe una confirmación de recibo o ACK de una trama enviada, vuelve a iniciar el proceso desde la cuenta atrás de la ventana de contención para el uso del medio.

Un ejemplo gráfico de transmisión de una trama de datos puede verse en la figura 2.21, en donde se aplican todos los conceptos y procesos hasta ahora explicados desde el punto de vista del transmisor y del receptor.

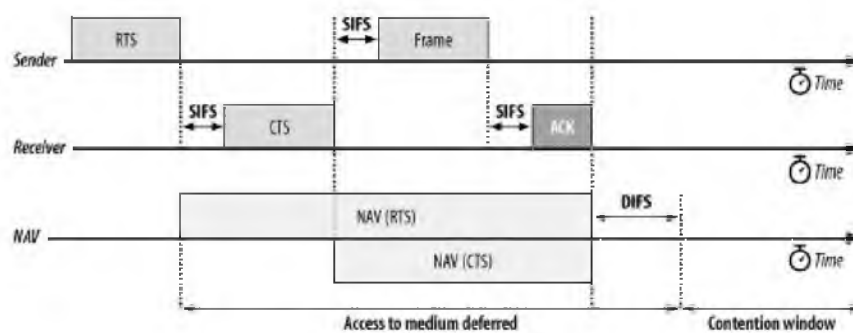


Figura 2. 21: Transmisión de una trama en una red IEEE 802.11  
Fuente: (Gast, 2005)

En muchos casos la trama de datos se debe fragmentar durante la transmisión de la misma, siguiendo la misma lógica hasta el momento explicada. Se reservará el medio para la transmisión en orden de los fragmentos de la trama y se recibirá un ACK por cada uno de estos, tal y como se ve en la figura 2.22.

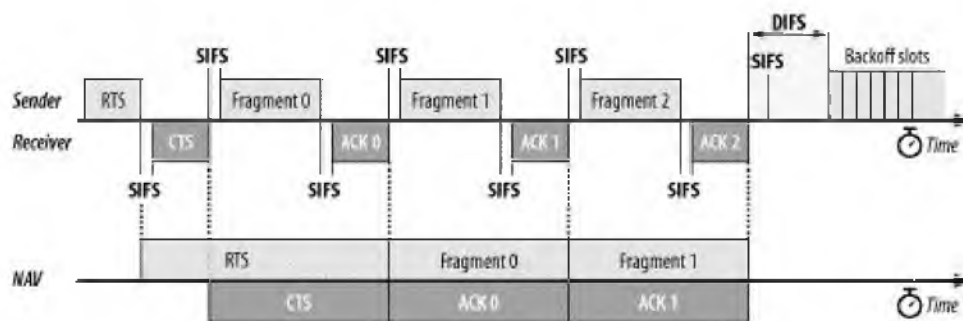


Figura 2. 22: Fragmentación de tramas en redes IEEE 802.11  
Fuente: (Gast, 2005)

La detección de errores es una responsabilidad de la estación transmisora ya que por cada trama enviada se espera recibir un ACK como respuesta y en caso que el mismo no se genere, se debe retransmitir la trama hasta que se haya completado con éxito. Los errores pueden ser ocasionados por dos motivos principalmente: un error cuando una estación intenta transmitir al medio cuando el mismo ha sido reservado previamente o cuando no se recibe un ACK de respuesta (Coleman & Westcott, 2012).

### 2.3.10. Topología malla

Una red inalámbrica de tipo mesh (malla), es una red en donde existe la continuidad de la red se realiza mediante un salto inalámbrico entre dos APs. Básicamente es un tipo de red donde existe un AP principal al cual se conectarán los demás APs de manera inalámbrica para extender el área de cobertura de un ESS. Es necesario que todos los puntos de accesos soporten esta característica, por lo general esto se cumple únicamente cuando los dispositivos a utilizar son de la misma marca. El principal escenario de aplicación donde se emplean redes mesh, es cuando realizar un cableado para la infraestructura inalámbrica puede resultar muy costoso o es de difícil acceso (Ruckus Wireless, 2010).

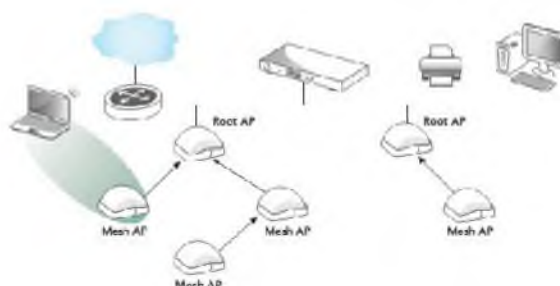


Figura 2. 23: Topología Mesh estándar  
Fuente: (Ruckus Wireless, 2010)



Para que funcionen de manera eficiente las redes mesh deben cumplir ciertas características, tales como tener la habilidad de adaptar el enlace entre los nodos principales y los que hacen la función de malla para reducir pérdidas de paquetes y latencia en el sistema. Adicionalmente los equipos mediante la posibilidad de cambiar la potencia transmitida deben minimizar la cantidad de saltos que realizan entre APs para llegar a un sector determinado.

Otra característica principal de las redes tipo mesh es que poseen una organización automática, por ejemplo si un AP o nodo deja de funcionar, la red debe optimizar la ruta en función de la cobertura de los demás APs y no dejar sin cobertura a toda la ESS. Del mismo modo, cuando aparece un nuevo AP dentro de la red, el proceso de incluirlo dentro de la red y cobertura es totalmente transparente para el usuario (Ruckus Wireless, 2010).

Existen dos topologías de funcionamiento, una estándar tal como la figura 2.30 en donde los APs únicamente sirven de nodos para extender la cobertura de la red WLAN sin necesidad de un cableado físico a la red como tal. El otro método es conocido como puente inalámbrico, en donde si es posible según las características del AP, extender el enlace inalámbrico a una red cableada tal como se ve en la figura 2.24 (Ruckus Wireless, 2010).

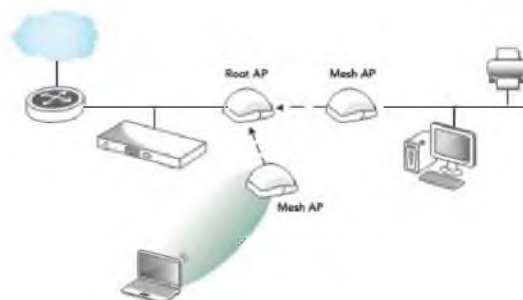


Figura 2. 24: Topología Mesh en modo puente inalámbrico  
Fuente: (Ruckus Wireless, 2010)

Sin embargo, no es recomendable conectar físicamente un AP a otro que se encuentre funcionando en modo mesh.

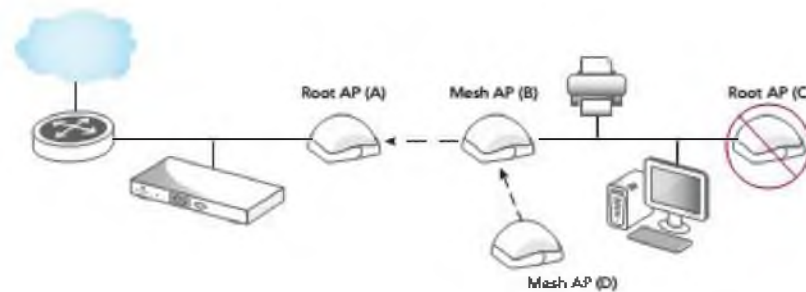


Figura 2. 25: Topología no recomendable en modo Mesh  
Fuente: (Ruckus Wireless, 2010)

Una red Mesh se puede conseguir únicamente con APs que puedan operar en doble banda (2.4 y 5 GHz) ya que reservan canales de 5 GHz para establecer conectividad con el AP principal y dar servicio a la zona en donde se encuentran con un canal en la frecuencia de 2.4 GHz (Ruckus Wireless, 2010).

## **CAPÍTULO 3: ANÁLISIS Y ESTUDIO DE LA WLAN “WIFIUCSG”**

### **3.1. Introducción**

En este capítulo analizamos el estado de la red inalámbrica, la misma que inicia desde la conexión del nodo principal de centro de cómputo con la el rack de acceso de la FETD. El estudio incluye también todos los equipos de comunicaciones inalámbricas, así como las configuraciones aplicadas y la ubicación de los mismos dentro de la facultad. Con el análisis de la red se determinan los problemas que están afectando a los equipos que brindan conectividad a la WLAN “wifiucsg”.

Al final del capítulo proponemos como solución la implementación de nuevos equipos con el fin de resolver los problemas de conectividad inalámbrica de la FETD, así como de cobertura principalmente en las zonas de alta demanda de usuarios.

### **3.2. Descripción de los componentes de la red inalámbrica**

#### **3.2.1. Estructura física de la FETD**

La FETD se encuentra dividida en siete bloques, tal como se aprecia en la figura 3.1.

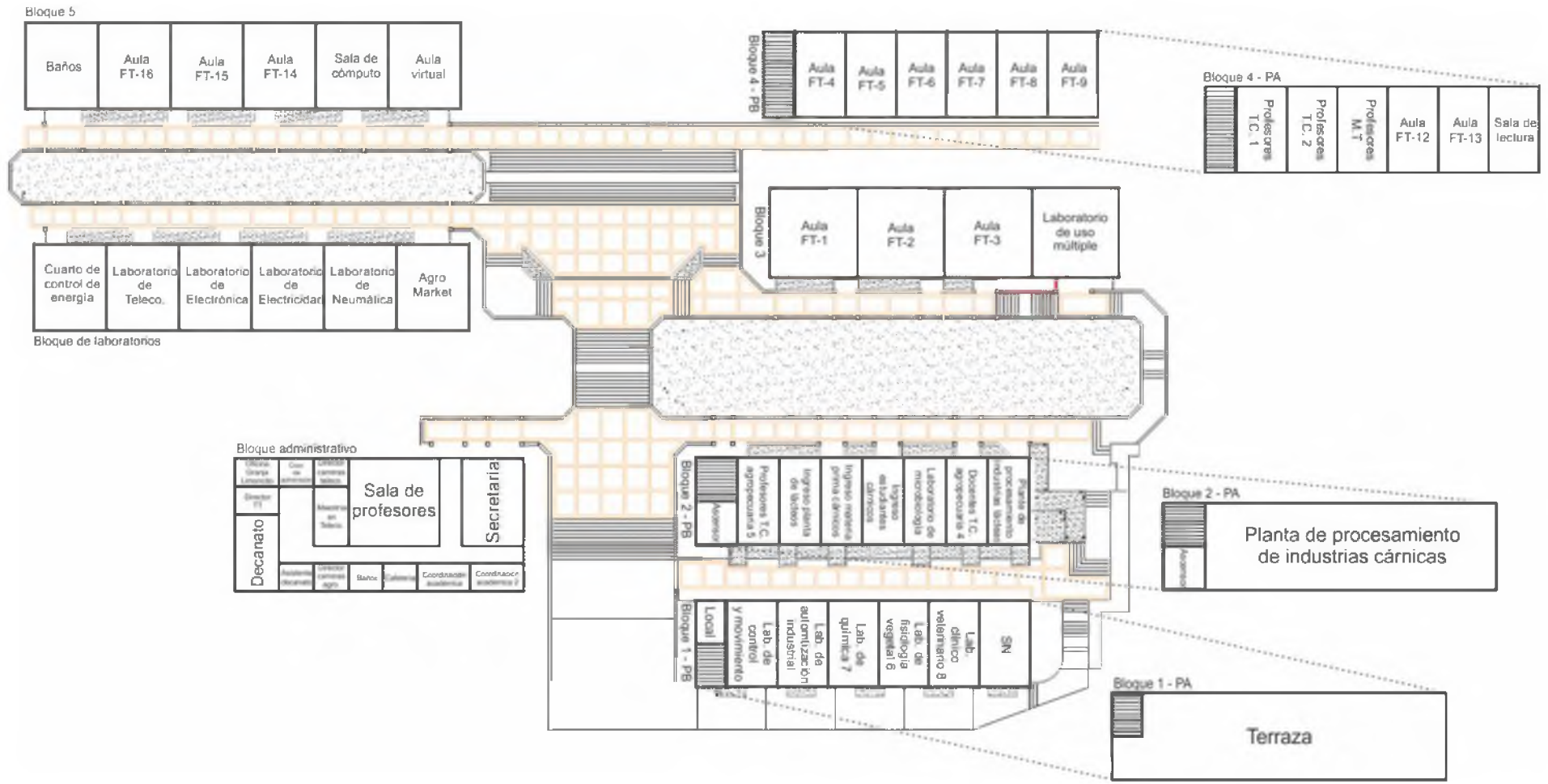


Figura 3. 1: Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo

Fuente: Los Autores

En la figura 3.2 se aprecia el bloque administrativo, el mismo se encuentra conformado por la parte de secretaria, oficinas de director de carrera, coordinador académico y decanato de la facultad técnica.



Figura 3. 2: Bloque Administrativo de la Facultad Técnica  
Fuente: Los Autores

En la figura 3.3 se aprecia el bloque de laboratorios, el mismo se encuentra integrado por los laboratorios de neumática, circuitos, electrónica y telecomunicaciones.



Figura 3. 3: Bloque de Laboratorios  
Fuente: Los Autores

En la figura 3.4 se aprecia el bloque #1, el mismo se encuentra formado por los laboratorios de automatismo, química y veterinaria.



Figura 3. 4: Bloque #1 Laboratorios de Automatismo  
Fuente: Los Autores

En la figura 3.5 se aprecia el bloque #2, el mismo se encuentra formado por la oficina y planta de procesamiento, laboratorio de agropecuaria de cárnicos y lácteos y salón de profesores agropecuaria.



Figura 3. 5: Bloque #2 Laboratorios de Agropecuaria  
Fuente: Los Autores

En la figura 3.6 se aprecia el Bloque #3, el mismo se encuentra conformado por la Aulas desde la FT-1 hasta la FT-3.



Figura 3. 6: Bloque #3 Aulas FT-1 a FT-3  
Fuente: Los Autores

En la figura 3.7 se aprecia el bloque #4, el mismo se encuentra formado en planta baja por la Aulas desde la FT-4 a la FT-9; en planta alta por Sala de Profesores 1, Sala de Profesores 2, Sala de Profesores 3, Sala de lectura y de la FT-12 a la FT-13.



Figura 3. 7: Bloque #4 Aulas y Sala de Profesores  
Fuente: Los Autores



En la figura 3.8 se aprecia el bloque #5, el mismo se encuentra formado por el Aula Virtual, Sala de Cómputo y las aulas FT-14 a la FT-16.



Figura 3. 8: Bloque #5 Aula Virtual y Sala de Computo  
Fuente: Los Autores

### **3.2.2. Estructura de la red inalámbrica**

La FETD actualmente cuenta con una solución inalámbrica de equipos con tecnología de alto rendimiento y transmisión de una misma marca (Ruckus), por esta razón la flexibilidad y opciones de configuración para los mismos son mayores. Las estaciones se conectan a los APs provistos en la facultad, los mismos que a través del cableado estructurado llegan al switch (conmutador) ubicado en el rack de acceso del bloque administrativo que se aprecia en la figura 3.9.

El switch se encarga de repartir la VLAN (red de área local virtual) con ID 311 usada para internet inalámbrico en la UCSG y el mismo se encuentra conectado por un enlace de fibra al centro de datos ubicado en centro de



cómputo permitiendo la comunicación entre los APs y la controladora ZoneDirector Ruckus 3000.

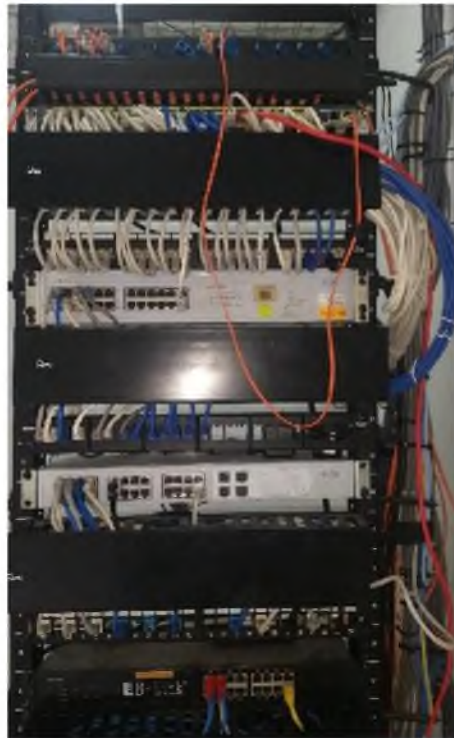


Figura 3. 9: Rack de Acceso del Bloque Administrativo de la Facultad Técnica  
Fuente: (García Gamboa, 2015)

### **3.2.3. Características de los equipos**

El levantamiento de información y características técnicas referente a los equipos que conforman la infraestructura de la red es importante para conocer las limitaciones y posibilidades de la misma.

#### **3.2.3.1. Switch de Acceso**

El Switch Cisco 4507R se encuentra en centro de cómputo y establece conexión por medio de un enlace de fibra óptica hasta llegar al cuarto de comunicaciones de la FETD para brindar conectividad a un Switch Cisco 2950

48P y permitir la conexión a las distintas VLANs destinadas para diferentes servicios.

El switch Cisco Catalyst Series 4500 permite a las empresas y a los clientes con redes metro Ethernet desplegar redes convergentes con mayores niveles de desempeño, resistencia, seguridad y administración. Los clientes pueden converger y controlar más fácilmente los datos del Protocolo de Internet (IP), streaming de video, telefonía y aplicaciones basadas en Internet para una rentabilidad y productividad mejorada de la fuerza de trabajo. En la figura 3.10 podemos visualizar las características del equipo. (Almacen Informatico, 2013)



Figura 3. 10: Switch Cisco 4507R  
Fuente: (Almacen Informatico, 2013)

El switch Cisco 2950 - 48P pertenece a la serie de conmutadores inteligentes Ethernet Cisco Catalyst 2950. Son terminales de configuración fija e independientes, que proporcionan conectividad a las redes alámbricas Fast Ethernet y Gigabit Ethernet de altas velocidades. Es uno de los conmutadores

ciscos más económicos del mercado, en la figura 3.11 podemos visualizar las características del equipo y la configuración aplicada por centro de cómputo al puerto 48 en donde se le asigna la VLAN para la red inalámbrica. (Almacen Informatico, 2009)



Figura 3. 11: Switch Cisco Catalyst 2950 y configuración del puerto 48  
Fuente: (Almacen Informatico, 2009)

### 3.2.3.2. Controladora Zone Director 3000

Pertenece al grupo de controladoras de Ruckus Wireless, esta permite tener un sistema de red inalámbrico de área local inteligente de gama empresarial dando como solución la seguridad, resistencia y la escalabilidad de la red a futuro. Tiene la capacidad para administrar hasta 500 APs y 10.000 clientes desde el mismo equipo. La controladora 3000 es ideal para cualquier escenario que necesite un sistema centralizado de redes inalámbricas de alto rendimiento que se pueda implementar y administrar con facilidad. Posee aplicaciones adicionales como Smart/OS de Ruckus brindando funciones avanzadas como integración inalámbrica inteligente, alta disponibilidad, autenticación de zonas de concentración y seguridad Wi-Fi dinámica. (Ruckus Wireless, Inc., 2013)

En la figura 3.12 y 3.13 podemos apreciar la interfaz web de la controladora, dispositivos de clientes activos, las descripciones del sistema, las configuraciones de red de la controladora, etc.

The screenshot displays the ZoneDirector 3000 web interface with several sections:

- Descripción general del sistema:**
  - Nombre de sistema: ruckusucsg
  - IP Address: 172.16.0.2
  - MAC Address: 58:93:96:3F:FD:58
  - Tiempo de funcionamiento: 3m 24s
  - Modelo: ZT3055
  - AP con licencia: 100
  - Núm. de serie: 171208000030
  - Versión: 9.9.0.0 build 205
- Puntos de acceso más usados:**

Dirección MAC	IP Address	Descripción	Modelo	Clietes
2c:e6:cc:11:3d:90	10.1.0.5		z77035	67
2c:e6:cc:11:3a:30	10.1.0.4	Ed. Nuevo Piso 2 pasillo interior	z77035	60
e4:c1:7c:21:7a:30	172.15.3.16		z77025	59
r0:5a:de:04:68:a0	179.15.1.35		z77769	50
2c:e6:cc:11:3e:50	10.1.0.9		z77035	50
- Dispositivos cliente más activos (since the last connection):**

Dirección MAC	IP Address	Usuario	Uso
e4:3a:ba:af:91:3b	172.16.2.140		737M
08:63:df:ca:1a:09	172.16.3.150		662M
f4:05:d8:05:3a:9d	10.1.1.125		633M
00:e3:b2:ed:9b:1f	172.16.5.49		563M
08:ed:b9:8a:30:7b	172.16.5.33		495M
- Resumen de uso:**

	1 hr	24 hr
Máx. de usuarios simultáneos	1598	593
Bytes transmitidos	48G	77G
Señal media (%)	59%	50%
Núm. de dispositivos conflictivos	237	235
- Descripción general de los dispositivos:**

Núm. de AP	83
Núm. de dispositivos cliente # of Total Client Devices	1339
Núm. de dispositivos conflictivos	1940
- AP administrados actualmente:**

Dirección MAC	Nombre del dispositivo	Ubicación
e4:c1:7c:21:7b:00	RuckusAP_Medicina7	Piso 2 pasillo interior
2c:e6:cc:11:3a:30	RuckusAP_Adminstrativa	Direccion Adm nistrativa
e4:c1:7c:21:87:30	RuckusAP_Ingenieria1	Hal Planta Eaje
e4:c1:7c:21:86:10	RuckusAP_Economia3	Asociacion de Estudiantes
e4:c1:7c:21:86:20	RuckusAP_Tecnica3	Agro Market
2c:e6:cc:11:3e:30	RuckusAP_Medicina23	Piso 3 pasillo interior
2c:e6:cc:11:39:70	RuckusAP_Fecursos Humanos	Planta Baja Edif Principal
e4:c1:7c:21:7a:d0	RuckusAP_Economia2	III Piso Infocsi
2c:e6:cc:11:3e:10	RuckusAP_Medicina1	Piso 2 pasillo Universidad
r0:5a:de:04:6a:60	RuckusAP_Filomfa	Terraza 5H Administrativa Facultad de Filosofía
8c:0c:90:3ac4:11	RuckusAP_Arquitectura3	PISO 3 (Quemado)
c0:5a:de:06:39:d0	RuckusAP_Tecnica_Antena	Facultad Tecnica para el Desarrollo Terraza Edif. Administrativo
2c:e6:cc:2f:cc:10	RuckusAP_Medicina09	Piso 2 pasillo izquierdo
24:c3:a1:00:7c:40	RuckusAP_Posgrado	1er. Piso
e4:c1:7c:21:84:f0	RuckusAP_Tecnica2	Afueras de Oficinas Administrativas
- Actividades de los AP:**

Jan 25 11:33:14 ruckusucsg sysbg: eventd\_to\_syslog():The Channelry AP [RuckusAF\_Patio Central@e0:8a:da:06:1b:...

Figura 3. 12: Interfaz Web de Controladora ZoneDirector 3000  
Fuente: Los Autores

The screenshot shows the IPv4 Configuration section of the ZoneDirector 3000 web interface:

- Sistema:**
  - WLAN
  - Puntos de acceso
  - Control de acceso
  - Mapas
  - Funciones
  - Usuarios
  - Acceso de invitado
  - Servicios de Hotspot
  - Hotspot 2.0 Services
  - Mesh
  - Servidores AAA
  - DHCP Relay
  - Valores de configuración de la alarma
  - Servicios
  - WIPS
  - Certificado
- Sistema:**
  - Identidad:**
    - Nombre de sistema\*: ruckusucsg
  - IP de administración:**
    - If ZoneDirector is on a IPv6 network, you can turn on its IPv6 support.
    - Enable IPv6 Support
    - If you click "Manual" and make the correct entries. If you click "DHCP", no "Manual" entries are needed.
  - IPv4 Configuration:**
    - Manual  DHCP
    - IP Address\*: 172.16.0.2
    - Netmask\*: 255.255.240.0
    - Gateway\*: 172.16.0.1
    - Servidor DNS primario: 200.31.30.47
    - Servidor DNS secundario: 200.31.6.34
    - Access VLAN\*: 1

Figura 3. 13: Direccionamiento IPV4 de la Controladora  
Fuente: Los Autores

En las figuras 3.14 y 3.15 apreciamos las configuraciones para el control de acceso administrativo de la controladora, el sistema ntp, código de país, email server y la cantidad de licencias disponibles en la controladora.

**Control de Acceso Administrativo**

Esta tabla especifica las direcciones IP permitidas para acceder al ZoneDirector. Haga clic en Crear Nueva para agregar una dirección IP o en Editar para cambiar una entrada existente.

<input type="checkbox"/>	Nombre Dirección IP	Acciones
<input type="checkbox"/>	188 172.16.12.19	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
<input type="checkbox"/>	rango 172.16.1.100 - 172.15.1.150	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>
<input type="checkbox"/>	127 172.16.0.127	<a href="#">Editar</a> <a href="#">Eliminar</a>

[Crear nuevo](#) [Eliminar](#)

---

**Hora del sistema**

Haga clic en Actualizar para actualizar la hora que se muestra en esta página. Haga clic en Sincronizar la hora con el equipo para sincronizar manualmente el reloj interno del ZoneDirector con el del PC de administración.

La hora actual del sistema es **(GMT -5:00) 12/25/2016 11:41:41**. Your browser's current time is **25/12/2016 11:41:41 a. m.** [Actualizar](#)

Utilizar NTP para sincronizar automáticamente el reloj del ZoneDirector

Servidor NTP:

Select time zone for your location:

Automatically adjust clock for daylight saving changes

[Sincronizar la hora con el equipo](#) [Aplicar](#)

---

**Código de país**

En cada país existen diferentes regulaciones acerca del uso de los canales de radio. Para asegurarse de que el ZoneDirector esté utilizando un canal de radio autorizado, seleccione el código de país correcto para su ubicación.

Código de país:

[Aplicar](#)

---

**Valores de configuración de registro**

**Nivel de registro de eventos**  Mostrar más  Eventos críticos y de advertencia  Sólo eventos críticos

**Syslog remoto**  Habilitar informes a un servidor syslog remoto en  (IP Address)

[Remote Syslog Advanced Settings](#)

[Aplicar](#)

---

**Email Server**

Enable Email Server

From Email Address:

Figura 3. 14: Servidor NTP y Control de Acceso Administrativo  
Fuente: Los Autores

**Ruckus WIRELESS ZoneDirector - ruckusucsg**

Panel de control | Supervisar | Configurar | **Administrar**

**Licencia**

**Actualización de licencia**

La licencia actual es [100 AP Management], y admite 100 AP.

Función	Número de pedido de venta	Estado	Acciones
50 AP Management	8230	Activa	<a href="#">Delete</a>
Temporary license	000046	Inactiva	<a href="#">Detail</a>
50 AP Management (ID:o8D3CYhg)	69974	Activa	<a href="#">Delete</a>

Importar una nueva licencia

No file selected

Figura 3. 15: Licencias activas para 100 APs  
Fuente: Los Autores

En las figuras 3.16 y 3.17 apreciamos las configuraciones de la red WLAN “wifiucsg” como método de autenticación, sus características y los puntos de acceso.

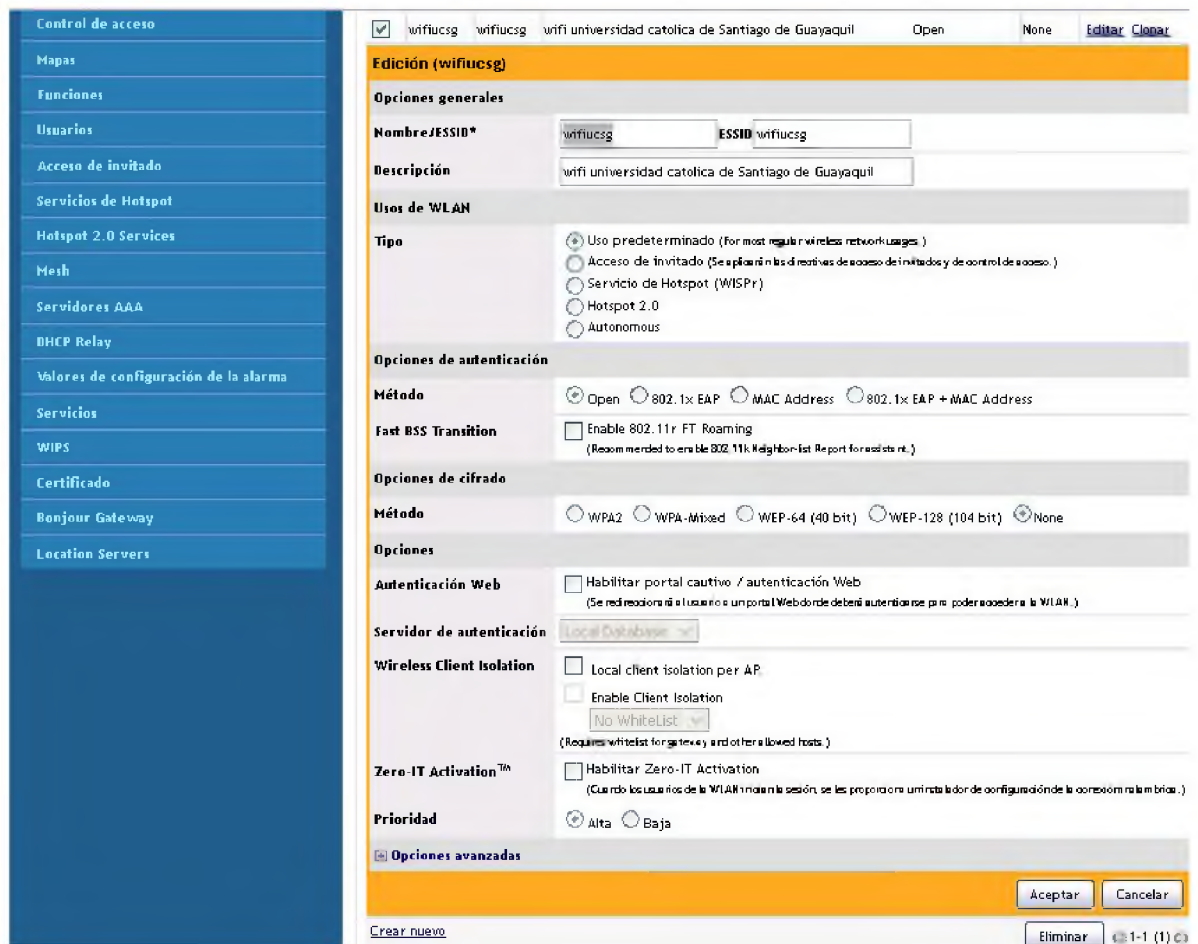


Figura 3. 16: Configuraciones de la WLAN “wifiucsg”

Fuente: Los Autores

<input type="checkbox"/>	c4:01:7c:21:17:90	RuckusAP_tecnica4	* (11b/g/n-*)	Máxima (11b/g/n)	* (11b/g/n)	Sí	<a href="#">Editar</a>
<input type="checkbox"/>	c4:01:7c:21:86:20	RuckusAP_Tecnica3	* (11b/g/n-*)	Máxima (11b/g/n)	* (11b/g/n)	Sí	<a href="#">Editar</a>
<input type="checkbox"/>	c4:01:7c:21:87:10	RuckusAP_Tecnica1	* (11b/g/n-*)	Máxima (11b/g/n)	* (11b/g/n)	Sí	<a href="#">Editar</a>
<input type="checkbox"/>	c4:01:7c:21:84:f0	RuckusAP_Tecnica2	* (11b/g/n-*)	Máxima (11b/g/n)	* (11b/g/n)	Sí	<a href="#">Editar</a>

Figura 3. 17: Puntos de Acceso de la Facultad Técnica

Fuente: Los Autores



### 3.2.3.3. Puntos de acceso inalámbrico

ZoneFlex Ruckus 7025 es el primer modelo en puntos de acceso de pared inalámbrica y por cable de la industria, integra conexiones de altas velocidades en el estándar 802.11n. Fue creado con el objetivo de ofrecer servicios de redes convergentes principalmente en escenarios como hoteles y dormitorios. Opera únicamente en la banda de frecuencia de 2.4GHz, ofreciendo adicionalmente flexibilidad al proporcionar 4 conexiones para acceso Ethernet siendo un puerto de estos PoE, en la figura 3.18 podemos ver el equipo. (Ruckus Wireless, Inc., 2014)



Figura 3. 18: Ruckus ZoneFlex 7025  
Fuente: (Ruckus Wireless, Inc., 2014)

ZoneFlex Ruckus 7762 es un punto de acceso de exterior cumpliendo con la norma 802.11n, operando en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz. Este integra un arreglo de antenas adaptables para amplificar las señales transmitidas proporcionando un mejor alcance y una mayor penetración en construcciones. Es ideal para escenarios en donde se desee expandir la cobertura inalámbrica de manera robusta y en donde el cableado pueda

resultar complejo ya que gracias a su operación en banda dual son capaces de soportar topologías de malla con otros equipos. Adicional a esto, permite seleccionar de manera dinámica el canal de operación optimizando el rendimiento visto por los clientes al seleccionar el mejor canal para operar, en la figura 3.19 podemos ver el equipo. (Ruckus Wireless, Inc., 2014).



Figura 3. 19: ZoneFlex Ruckus 7762  
Fuente: (Ruckus Wireless, Inc., 2014)

### **3.3. Análisis y estudio previo al rediseño de la red inalámbrica**

Se realizó un estudio de campo para determinar la calidad de la WLAN “wifiuicsg” en la FETD analizando múltiples factores que la integran entre ellos la calidad y estado del cableado estructurado para la conexión de los APs, cobertura de la señal en distintos puntos de la facultad y finalmente otras fuentes que pueden ocasionar problemas al servicio como interferencias y la asignación de un ancho de banda limitado.

#### **3.3.1. Cableado estructurado y topología empleada**

El cableado estructurado empleado para la red inalámbrica representa el pilar de funcionamiento para la misma. Comienza desde el centro de cómputo en donde se encuentra la controladora Zone Director 3000 administrando de manera centralizada todos los APs de la UCSG. La conexión



del centro de cómputo con la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo se realiza gracias a un tramo de fibra óptica multimodo.

Del rack principal de la FETD se extiende el cableado en topología tipo bus o cascada a los equipos de comunicaciones inalámbricas desde el primer punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7025 ubicado en Administración de la facultad hasta el último punto de acceso ubicado fuera de la sala de profesores en el primer piso del bloque #4.

El uso de una topología tipo bus como se ve en la figura 3.20 representa un escenario poco ideal ya que toda la instalación puede estar sujeta a la pérdida del servicio en caso de la desconexión de un equipo. Lo recomendable siempre en un diseño para obtener mayor eficiencia y rendimiento es que cada punto de acceso tenga su propio e independiente punto de datos.

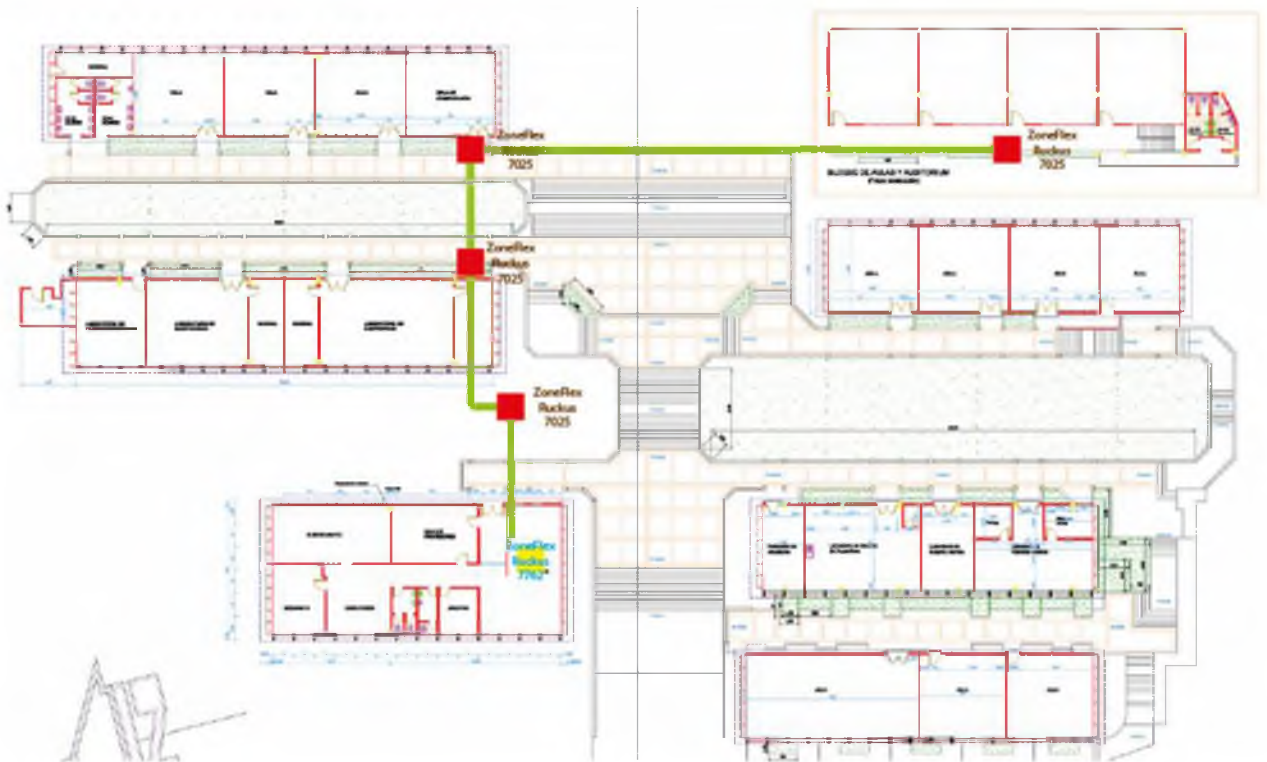


Figura 3. 20: Arquitectura de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo  
Fuente: UCSG

El estado del cableado utilizado para la conexión de los equipos no era el óptimo, esto es debido a que no se siguieron las normas y estándares para la instalación del mismo. Por ejemplo, en muchos tramos el cableado de datos se encuentra cerca del eléctrico causando posibles interferencias por inducción. Otra razón es el uso de cables sin protección en exteriores causando su rápido deterioro.

Al momento de la inspección se constató que los puntos de datos como tal no llegaban a una caja sobrepuesta como lo indica la norma, sino más bien se empleaban directamente conectores RJ45. Adicional a esto, algunos de los conectores utilizados se encontraban mal ponchados lo cual puede significar problemas en la respuesta de los equipos en la red.

### **3.3.2. Conexiones y estado de equipos**

De los APs instalados en la FETD cuatro de ellos son ZoneFlex Ruckus 7025, equipos de interior diseñados por el fabricante para ser usados en escenarios como hoteles o dormitorios. Su característica principal radica en que su patrón de onda es de forma direccional, es decir, la radiación de la señal no se propaga en todas las direcciones.

En las figuras 3.21 y 3.22 podemos apreciar la ubicación y estado de los equipos ubicados en el bloque #4 y la sala de profesores respectivamente.



Figura 3. 21: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque #4 Sala de Profesores  
Fuente: (García Gamboa, 2015)



Figura 3. 22: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque de Laboratorios  
Fuente: (García Gamboa, 2015)

En las figuras 3.23 y 3.24 podemos observar los equipos colocados en el bloque administrativo y bloque #5 estos se encuentran protegidos con una

cobertura metálica que prevenga del hurto de estos equipos, pero al mismo tiempo genera interferencia directa ya que es el primer obstáculo que tiene que atravesar la señal para llegar al usuario final.



Figura 3. 23: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque de Administración  
Fuente: (García Gamboa, 2015)



Figura 3. 24: ZoneFlex Ruckus 7025 Bloque #5 Aula Virtual  
Fuente: (García Gamboa, 2015)

### **3.3.3. Cobertura**

InSSIDer es un programa que permite realizar un escaneo y análisis de la operación de las redes inalámbricas en el entorno del dispositivo donde se

encuentra instalado. Cuando se está ejecutando el programa se obtiene información como: dirección MAC de los APs cercanos, SSID de las redes, canal de operación, seguridad activada y la intensidad de la señal que recibe el dispositivo (MetaGeek, 2016).

Se realizó un estudio de campo real sobre el área de cobertura de los puntos de acceso ZoneFlex Ruckus 7025 y el ZoneFlex Ruckus 7762 instalados durante la inspección realizada, tomando en cuenta que el límite establecido para una óptima conectividad es de -65 dB, al sobrepasar este límite comienza a existir pérdida de la señal inalámbrica e intermitencia.

En la figura 3.25 observamos la estabilidad de la señal y cobertura en -60 dB en el Laboratorio de Electrónica en la banda de 2.4 GHz.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
wifiucsg	-86	13	Open	8C:0C:90:34:05:08	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-75	10	Open	C0:8A:DE:06:36:ED	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-78	4	Open	C0:8A:DE:04:FF:58	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-83	12	Open	C4:017C:21:37:18	65	n	Infrastructure
wifiucsg	-84	112+10B	Open	C0:8A:DE:06:39:DC	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-60	12	Open	C0:8A:DE:04:FF:A8	156	n	Infrastructure
wifiucsg	-75	8	Open	C4:10:8A:71:3D:A8	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-63	1	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-84	12	Open	C4:017C:21:37:18	65	n	Infrastructure
wifiucsg	-74	9	Open	C0:8A:DE:06:36:FB	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-87	40+36	Open	C0:8A:DE:06:36:ED	300	n	Infrastructure

Figura 3. 25: InSSIDer cobertura en laboratorio de electrónica  
Fuente: Los Autores

En las figura 3.26, 3.27 y 3.28 observamos la medición de cobertura de la señal inalámbrica para el aula virtual a -76 dB, para las Aulas FT-8 y FT-9 a -86 dB y para el aula FT-1 a -79 dB para los canales en la banda de 2.4 GHz.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
wifiucsg	-70	7	Open	C4:017C:21:86:28	65	n	Infrastructure
wifiucsg	71	40+36	Open	C4:108A:21:3D:A7	300	n	Infrastructure
Claro_ALJANDRO0C00933C	-74	11	WEP	30:E5:C2:F3:7F:9D	54	g	Infrastructure
sala_emp_2	-75	6	WPA2-Personal	00:1E:58:B8:4F:1B	54	g	Infrastructure
wifiucsg	-75	13	Open	C0:8A:DE:06:36:E3	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-76	40+36	Open	8C:0C:90:34:D5:C8	300	n	Infrastructure
aula 3	-76	3+7	WPA2-Personal	4:CC:20:97:C2:F8	300	n	Infrastructure
CNT//ORRALA	-76	11	WPA2-Personal	88:53:D4:82:A2:D8	270	n	Infrastructure
Terraza 7	-77	6+2	Open	B0:48:7A:A0:8C:38	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-77	40+36	WPA2-Personal	C4:108A:21:3D:A7	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-80	36+40	Open	2C:E6:CC:11:59:D8	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-82	40+36	WPA2-Personal	8C:0C:90:34:D5:C7	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-82	1	Open	2C:E6:CC:11:59:D8	144	n	Infrastructure

Figura 3. 26: InSSIDer cobertura en aula virtual  
Fuente: Los Autores

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
wifiucsg	-64	40+36	WPA2-Personal	C4:108A:A1:3D:A7	300	n	Infrastructure
wifiucsg	65	8	Open	C0:8A:DE:06:36:E8	130	n	Infrastructure
s_lectura TEC	-66	6	Open	F8:D1:11:A6:36:BC	54	g	Infrastructure
wifiucsg	-69	13	Open	8C:0C:90:34:D5:C8	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-70	1	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
islanc-04DAE0	-73	1	WPA2-Personal	C0:8A:DE:44:DA:E3	130	n	Infrastructure
CATSECURITY1	-76	132+136	WPA2-Personal	04:18:D6:52:22:40	300	n	Infrastructure
INGMANUELROMERO_Netv	-76	1+5	WPA2-Personal	B0:48:7A:A0:89:E0	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-77	12	Open	C0:8A:DE:06:1B:C8	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-80	12	Open	C0:8A:DE:06:1B:C8	130	n	Infrastructure
Coordinacion_Academica	-79	11	WPA2-Personal	48:EE:0C:4B:4A:D6	150	n	Infrastructure
wifiucsg	79	11	Open	C4:017C:21:17:98	65	n	Infrastructure
HP4F136	-80	10	Open	02:29:59:6C:04:58	11	b	Ad Hoc

Figura 3. 27: InSSIDer cobertura en aulas FT-8 y FT-9  
Fuente: Los Autores

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
wifiucsg	-64	40+36	WPA2-Personal	C4:108A:A1:3D:A7	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-66	8	Open	C0:8A:DE:06:36:F8	130	n	Infrastructure
s_lectura TEC	65	6	Open	F8:D1:11:A6:36:BC	54	g	Infrastructure
wifiucsg	-68	1	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-69	13	Open	8C:0C:90:34:D5:C6	130	n	Infrastructure
CATSECURITY1	-75	132+136	WPA2-Personal	04:18:D6:52:22:40	300	n	Infrastructure
INGMANUELROMERO_Netv	-76	1+5	WPA2-Personal	B0:48:7A:A0:89:E0	300	n	Infrastructure
islanc-04DAE0	-75	1	WPA2-Personal	C0:8A:DE:44:DA:E3	130	n	Infrastructure
wifiucsg	-75	11	Open	C4:017C:21:17:90	65	n	Infrastructure
Coordinacion_Academica	-73	11	WPA2-Personal	48:EE:0C:4B:4A:D6	150	n	Infrastructure
wifiucsg	-81	40+36	Open	C0:8A:DE:06:36:EC	300	n	Infrastructure
wifiucsg	-82	1	Open	2C:E6:CC:11:59:D8	144	n	Infrastructure
wifiucsg	-82	3C+40	Open	C0:8A:DE:06:1B:9C	300	n	Infrastructure

Figura 3. 28: InSSIDer cobertura en aula FT-1  
Fuente: Los Autores

En las figura 3.29 y 3.30 observamos la medición de cobertura de la señal inalámbrica, para el Bloque #1 en la terraza con -80 dB y para el bloque administrativo -44 dB para los canales en la banda de 2.4 Ghz.



SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	302.1	NETWORK TYPE
wifucsg	-76	1	Open	C0:8A:DE:06:1B:C0	100	n	Infrastructure
Docu Califica	-76	11+7	WPA2-Personal	EC:CB:3C:5C:E3:F4	270	n	Infrastructure
wifucsg	-77	12	Open	C4:01:7C:21:87:18	65	n	Infrastructure
wifucsg	-78	4	Open	C0:8A:DE:04:EE:58	130	n	Infrastructure
HP-Print-81-LaserJet 400 cc	-78	6	Open	BC:82:56:A3:B4:8F	54	g	Infrastructure
wifucsg	-79	11+103	Open	C0:8A:DE:06:39:DC	300	n	Infrastructure
wifucsg	-79	40+36	Open	C0:8A:DE:06:36:EC	300	n	Infrastructure
UCSGFEE	-79	1	Open	00:3A:98:28:35:A1	54	g	Infrastructure
	-80	40+36	WPA2-Personal	C0:8A:DE:06:36:E7	300	n	Infrastructure
wifucsg	-80	12	Open	C0:8A:DE:04:F8:A8	156	n	Infrastructure
CATSECURITY1	-80	132+136	WPA-Personal	04:18:D6:52:22:40	300	n	Infrastructure
TP-LINK	-81	6	Open	00:1D:0F:D6:EA:74	54	g	Infrastructure
Tecnica 7	-81	6+2	Open	B0:40:7A:A0:0C:30	300	n	Infrastructure

Figura 3. 29: InSSIDer cobertura en Bloque #1 Terraza  
Fuente: Los Autores

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	302.1	NETWORK TYPE
wifucsg	-44	5	Open	C4:01:7C:21:87:18	156	n	Infrastructure
wifucsg	-64	11	Open	C4:10:8A:21:3D:A8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-65	1	Open	2C:36:CC:11:59:D0	144	n	Infrastructure
CATSECURITY1	-67	132+136	WPA-Personal	04:18:D6:52:22:40	300	n	Infrastructure
wifucsg	-67	1	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-68	13	Open	8C:0C:90:34:D5:C8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-70	7	Open	C4:01:7C:21:86:78	65	n	Infrastructure
wifucsg	-72	8	Open	C0:8A:DE:06:36:E8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-73	36+40	Open	2C:36:CC:11:59:DC	300	n	Infrastructure
	-75	40+36	WPA2 Personal	C4:10:8A:A1:3D:A7	300	n	Infrastructure
wifucsg	-75	40+36	Open	8C:0C:90:34:D5:0C	300	n	Infrastructure
wifucsg	-76	40+36	Open	C4:10:8A:21:3D:AC	300	n	Infrastructure
wifucsg	-77	12	Open	C0:8A:DE:04:F8:A8	130	n	Infrastructure

Figura 3. 30: InSSIDer cobertura en Administración  
Fuente: Los Autores

### 3.3.4. Interferencias y saturación de canales

El espectro de frecuencias en la banda de 2.4 GHz para la operación de las redes inalámbricas cuenta con canales muy limitados. Los puntos de acceso ZoneFlex de marca Ruckus se encuentran manejados de manera centralizada por un mismo equipo, lo cual permite que la configuración de los mismos cambie de manera automática seleccionando el canal menos saturado para operar. Sin embargo, cuando la potencia de la red no es la suficiente esta opción no representa una solución real al problema.

La razón de la saturación de la banda de 2.4 GHz es debido a que la mayoría de dispositivos inalámbricos utiliza los canales de la misma para la conexión a las WLANs debido a su tipo de tecnología. Mediante el uso de InSSIDer en la figura 3.31 podemos observar la saturación actual de los canales en el área de la facultad según lo indicado.



Figura 3. 31: InSSIDer interferencia por canales y frecuencias  
Fuente: Los Autores

En la facultad durante los últimos años se han instalado otras soluciones inalámbricas operando de manera individual. Estas soluciones al momento de realizar la inspección se encontraban encendidas pero sin funcionalidad alguna ya que se encuentran desconectadas de la red. El resultado de esto es que están generando saturación en los canales inalámbricos ocasionando interferencias a los equipos ZoneFlex Ruckus que se encuentran operativos.

En las figuras 3.32 y 3.33 podemos observar equipos caseros de redes inalámbricas de marca TP-LINK ubicado en el bloque #3 y LINKSYS ubicado en la sala de profesores de la planta alta del bloque #4 respectivamente.





Figura 3. 32: Equipo TP-LINK ubicado afuera del aula FT-2 bloque #3  
Fuente: (García Gamboa, 2015)



Figura 3. 33: Equipo Cisco Linksys ubicado en la sala de profesores  
Fuente: (García Gamboa, 2015)

En las figuras 3.34 y 3.35 se ven equipos TP-LINK y D-LINK que de igual manera aún se encuentran en funcionamiento en el laboratorio de telecomunicaciones y en la oficina del coordinador académico.



Figura 3. 34: Equipo TP-LINK ubicado en el laboratorio de telecomunicaciones  
Fuente: (García Gamboa, 2015)



Figura 3. 35: Equipo D-LINK ubicado en la oficina del coordinador académico  
Fuente: (García Gamboa, 2015)

Los equipos TP-LINK de las figuras 3.36 y 3.37 se encuentran brindando servicio en la sala de lectura y en la oficina del decano respectivamente.



Figura 3. 36: Equipo TP-LINK ubicado en la sala de lectura bloque #4  
Fuente: (García Gamboa, 2015)



Figura 3. 37: Equipo TP-LINK ubicado en la oficina del decano  
Fuente: (García Gamboa, 2015)

### 3.3.5. Ancho de banda

El ancho de banda asignado por centro de cómputo para la red inalámbrica es de 60 Mbps, permitiendo la conexión a un máximo de 4094 usuarios limitado por la máscara de la red configurada en el servidor DHCP. Los datos se reparten a través de la VLAN con ID 311 para separar a los usuarios de la red inalámbrica y evitar congestión por la cantidad de dispositivos conectados en toda la institución.

Este ancho de banda puede resultar muy limitado en horas de gran afluencia de usuarios en la red de toda la UCSG. Como se ve en la figura 3.38 las 18:00 hay poco más de 2000 usuarios conectados.

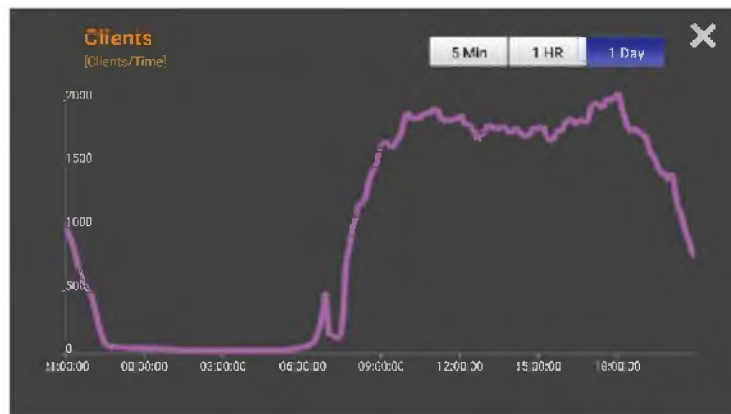


Figura 3. 38: Concurrencia de usuarios en la red WLAN “wifiucsg” en la UCSG  
Fuente: Los autores

### 3.3.6. Dimensionamiento de la red

Uno de los factores principales para asegurar la calidad del servicio, es que la infraestructura tecnológica instalada sea suficiente para satisfacer la demanda de acceso a la red. En la FETD, como se ve en la figura 3.39 para el año 2012 se contó con 872 estudiantes distribuidos entre las carreras de: Ingeniería en telecomunicaciones, Ingeniería en eléctrico-mecánica, Ingeniería en control y automatismo, Ingeniería Agropecuaria, Veterinaria e Ingeniería Agroindustrial.

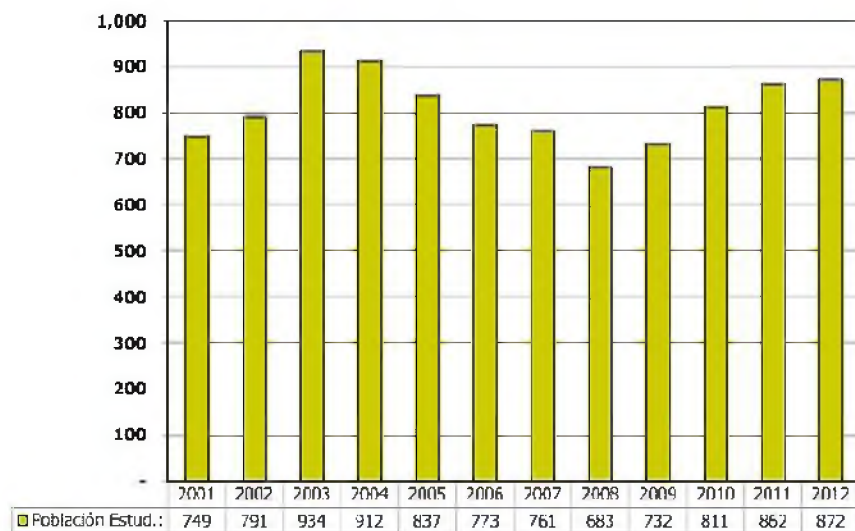


Figura 3. 39: Población estudiantil en la FETD entre los años 2001 - 2012  
Fuente: (Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2013)

La comunidad universitaria en la FETD está conformada por: estudiantes, docentes y personal administrativo y de limpieza. Considerando el crecimiento de la población estudiantil y por propósitos de análisis se estimará una cantidad de 1000 estudiantes. Según datos de la UCSG la cantidad de docentes para el año 2012 fue de 95, nuevamente para efectos de estudio se considerará un crecimiento a 100 profesores en total. El

personal administrativo y de limpieza se proyectará a una cantidad de 30 personas.

Se estima por lo tanto un total de 1130 dispositivos que podrían conectarse a la WLAN “wifiucsg” en la FETD. La mayor cantidad de concurrencia de conexiones se realiza únicamente en ciertas horas del día y se considera que los equipos conectados sean el 60% del total, es decir, aproximadamente 700 terminales distribuidos en distintas áreas de la facultad.

El ancho de banda de la WLAN “wifiucsg” es independiente del usado por los equipos conectados a los otros segmentos de redes de la UCSG, esto es debido a que la conexión de 60 Mbps asignada por centro de cómputo fue realizada exclusivamente para la red inalámbrica.

La infraestructura tecnológica con la que cuenta la FETD al momento del estudio, son un total de 4 equipos ZoneFlex Ruckus 7025 los cuales soportan una carga de 100 conexiones simultáneas. Adicional a este se cuenta con un ZoneFlex Ruckus 7762 el mismo que soporta 500 usuarios concurrentes. Sumando las capacidades de los equipos se estima que el escenario permita la conectividad de hasta 900 usuarios lo cual comprueba que los equipos Ruckus soportan la carga en función del total de conexiones, sin embargo se debe incrementar la cobertura del sistema para que la solución se eficiente.

### **3.4. Resultados y proyección**

Según los datos recopilados el escenario de la WLAN “wifiucsg” presentaba varios inconvenientes, siendo uno de los principales la falta de

cobertura en múltiples puntos de la FETD debido a la poca cantidad de APs instalados. Adicional a esto, el cableado para la conexión de la infraestructura inalámbrica se encontró en malas condiciones y la topología empleada para la misma no es la ideal. Finalmente las interferencias ocasionadas por otros APs ajenos a la red ocasionan problemas de conectividad que se presentan en modo de intermitencia o alta latencia en el tiempo de respuesta de los equipos en la red, tal como se ve en la figura 3.40.

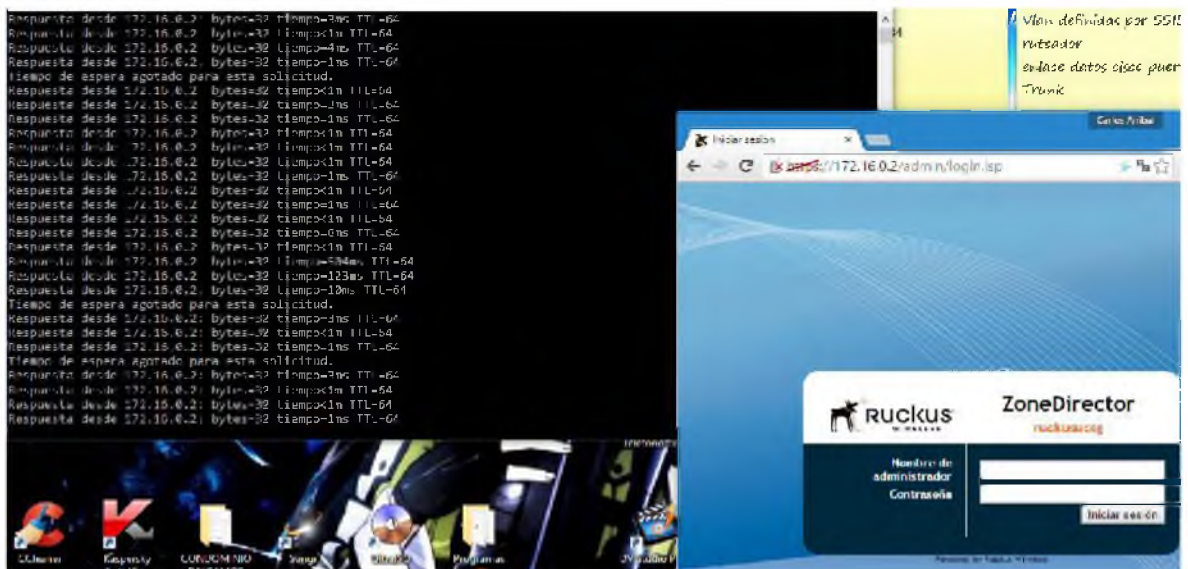


Figura 3. 40: Perdida de Paquetes  
Fuente: Los Autores

El diseño aplicado hasta el momento no cubría las necesidades de la FETD en temas de cobertura. Por lo tanto se busca implementar una solución con el fin de mejorar el cableado estructurado, las configuraciones y aumentar la cantidad de APs que incluyen modelos como el ZoneFlex Ruckus 7982, 7762, 7363, 7372 para brindar servicio en áreas de uso múltiple en la facultad.

## **CAPÍTULO 4: IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS OBTENIDOS.**

### **4.1. Introducción.**

En el presente capítulo se detalla los trabajos que fueron realizados en relación al estudio realizado en el capítulo 3. Veremos las características técnicas de los equipos utilizados durante esta etapa del proyecto, así como también las nuevas configuraciones aplicadas para mejorar la calidad de la red.

Se muestran los resultados de un estudio posterior a la implementación analizando las nuevas medidas de potencia de la señal de la red inalámbrica en distintos puntos de la facultad demostrando de esta manera los resultados obtenidos del proyecto.

### **4.2. Listado de equipos y características**

Podemos dividir a los materiales empleados en dos grupos principales. El primero involucra a todos los punto de acceso que fueron agregados a la red existente para amplificar el área de cobertura de la misma.

El segundo grupo de materiales utilizados, son todos aquellos que se emplearon al momento de implementar el cableado estructurado necesario para el funcionamiento de los nuevos puntos de acceso.

La cantidad y modelos de los nuevos puntos de acceso marca Ruckus son los siguientes: 1 Zoneflex 7762, 1 Zoneflex 7982, 1 Zoneflex 7363, 2 Zoneflex 7372.

El punto de acceso inalámbrico Zoneflex Ruckus 7982 está diseñado para interiores y es uno de los más robustos de este tipo. Contiene a un conjunto de arreglo de antenas capaces de proporcionar más de 3000 patrones de antena diferentes. Puede admitir hasta 500 usuarios concurrentes, ofreciendo una conexión de hasta 450 Mbps. Es capaz de funcionar simultáneamente en canales de 2.4 GHz y 5 GHz siendo compatible con los estándares IEEE 802.11 a/b/g/n. Tiene una potencia máxima de transmisión de 28 dBm para la frecuencia de 2.4 GHz, mientras que para los 5 GHz la potencia máxima llega hasta los 26 dBm. Puede operar de manera independiente o en una red que se encuentre administrada por una controladora. En condiciones óptimas es capaz de tener una sensibilidad de recepción de hasta -101 dBm, ideal para redes de tipo malla. Está enfocado para funcionar en escenarios en donde la carga por usuario sea muy alta sin que la calidad de la red se pierda. Puede ser energizado por medio de una fuente de 12 VDC a 1 A, o por medio de un puerto POE según el estándar IEEE 802.3af. En la imagen 4.1 se puede apreciar las medidas del mismo y su peso (Ruckus Wireless, 2013).



Figura 4. 1: Punto de acceso inalámbrico Ruckus ZoneFlex 7982

Fuente: (Ruckus Wireless, 2013)



El punto de acceso Ruckus ZoneFlex 7372 es diseñado para interiores pero de menor potencia y tamaño que el 7982. Están enfocados a los usuarios que necesiten una relación costo-calidad para la infraestructura de su red inalámbrica. Puede proporcionar una velocidad de transmisión de hasta 225 Mbps en concordancia con los estándares IEEE 802.11 a/b/g/n. La potencia máxima que puede transmitir varía en función de cada país, sin embargo, físicamente el equipo alcanza hasta los 26 dBm en la banda de 2.4 GHz y 24 dBm en la banda de 5 GHz. Puede soportar hasta 500 usuarios concurrentes conectados al mismo punto de acceso, con la posibilidad de ser administrado igual que el 7982 de manera independiente o por medio de una controladora en la red. Gracias a la tecnología del arreglo de antenas interno y gestión de hasta 128 patrones de antenas diferentes, se puede conseguir una reducción de interferencias hasta de 10 dB (Ruckus Wireless, 2014).

El punto de acceso ZoneFlex 7363 ya no tiene soporte actual de Ruckus, sin embargo, no pierde compatibilidad para funcionar bajo un escenario manejado por controladora. Es un punto de acceso para interiores que presenta características similares a sus versiones sucesoras. Puede operar en bandas de 2.4 GHz y 5 GHz con compatibilidad a los estándares IEEE 802.11 a/b/g/n, permite igualmente una potencia de transmisión de 26 dBm para las bandas de 2.4 GHz y 24 dBm para las bandas de 5 GHz. Puede manejar una carga de 256 usuarios concurrentes, con un arreglo de antenas adaptativas que pueden ofrecer hasta más de 300 patrones diferentes de antenas. Ofrece una conexión de hasta 130 Mbps empleando un canal de 20

MHz, sin embargo la misma puede subir hasta los 300 Mbps si se duplica el canal a 40 MHz (Ruckus Wireless, 2014).



Figura 4. 2: Punto de acceso inalámbrico Ruckus ZoneFlex 7363

Fuente: (Ruckus Wireless, 2014)

Los materiales utilizados para realizar el cableado estructurado se pueden apreciar en la tabla 4.1.

Tabla 4. 1: Materiales empleados para el cableado estructurado.

Descripción	Unidad	Total
Cable UTP categoría 5e	m	305
Cable FTP categoría 5e	m	20
Patch Cord UTP categoría 5e	u	22
Jack RJ45 categoría 5e	u	22
Tubería PVC ½ pulgada	u	60
Codos PVC ½ pulgada	u	60
Vinchas metálicas para tubería ½ pulgada	u	84
Canaleta lisa 20x12	u	20
Caja sobrepuesta plástica (con tapa)	u	6
Faceplate de 1 puerto	u	5
Faceplate de 4 puertos	u	1

Fuente: Los autores.

### 4.3. Estudio financiero

Una parte importante en esta etapa es considerar y evaluar el presupuesto optimizando en función de los beneficios. En la tabla 4.2 puede notarse los valores según la cotización realizada para todos los materiales utilizados empleados en la ejecución de la propuesta.

Tabla 4. 2: Cotización de materiales para realización del proyecto.

Descripción	Cantidad	Precio Total
Ruckus ZoneFlex 7982	1 u	\$ 1282.00
Ruckus ZoneFlex 7372	2 u	\$ 1672.00
Ruckus ZoneFlex 7363	1 u	\$ 475.00
Ruckus ZoneFlex 7762	1 u	\$ 2575.00
Switch TotoLink de 8 puertos	1 u	\$ 89.00
Switch POE Engenius de 8 puertos	1 u	\$ 197.00
Cable UTP categoría 5e	305 mt	\$ 120.00
Cable FTP categoría 5e	20 mt	\$ 25.00
Patch Cord UTP categoría 5e	22 u	\$ 110.00
Jack RJ45 categoría 5e	22 u	\$ 87.78
Tubería PVC ½ pulgada	60 u	\$ 36.61
Codos PVC ½ pulgada	60 u	\$ 4.2
Vinchas metálicas para tubería ½ pulgada	84 u	\$ 4.2
Canaleta lisa 20x12	20 u	\$ 55
Caja sobrepuesta plástica (con tapa)	6 u	\$ 11.34
Faceplate de 1 puerto	5 u	\$ 5.20
Faceplate de 4 puertos	1 u	\$ 1.20
Total		\$ 6750.53

Fuente: Los autores

#### **4.4. Implementación**

Esta etapa del proyecto se dividirá en tres fases: creación del nuevo cableado estructurado para la operación de los equipos, configuración de los puntos de acceso inalámbrico y finalmente ubicación de los nuevos puntos de acceso inalámbrico.

##### **4.4.1 Cableado estructurado e instalación de los equipos**

Para el funcionamiento de la red, se debía realizar el tendido del cable siguiendo las normas de cableado estructurado y tratando de optimizar los materiales empleados considerando al cableado actual de la facultad en la medida de lo posible.

Con el análisis previo a la ejecución del proyecto pudimos apreciar como mayor parte del problema con la red inalámbrica de la facultad radicaba en el cableado de los equipos, por este motivo se debía considerar incluir un nuevo tendido de cable para que los tres equipos ZoneFlex Ruckus 7025 ubicados en los bloques 4, 5 y en los laboratorios puedan brindar el servicio sin los problemas presentados.

Una lista detalla de todos los puntos de datos a instalar empleando cable categoría 5E capaz de soportar conexiones de hasta 1 Gbps, se puede apreciar en la tabla 4.3.

Tabla 4. 3: Lista de puntos de datos a implementar.

Origen	Final	Propósito
Rack principal en el bloque administrativo	Laboratorio de electrónica	Servir de enlace de datos entre el switch Cisco Catalyst 2950 y el switch POE Engenius.
Laboratorio de electrónica	Laboratorio de electrónica	Funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7982
Laboratorio de electrónica	Fuera del Laboratorio de Neumática	Funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7025
Laboratorio de Electrónica	Fuera de la Sala de Cómputo	Funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7025
Puerto POE del ZoneFlex Ruckus 7025 fuera de la Sala de Cómputo	Fuera del Aula Virtual	Funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7372
Rack aéreo de la Sala de Profesores Tiempo Completo	Pilar del bloque # 4	Funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7762 por medio de topología Mesh
Rack aéreo de la Sala de Profesores Tiempo Completo	Fuera del Aula FT-12	Funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7025
Fuera de Aula FT-9	Entre Aula FT-8 y FT-9	Funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7363 por medio de topología Mesh

Fuente: Los autores.

El primer punto de datos es la base de todo el nuevo diseño de la red, ya que corresponde a la conexión entre el switch Cisco ubicado en el rack del bloque administrativo en donde se encuentra el enlace con centro de cómputo y el switch POE ubicado en el laboratorio de electrónica que permitirá el funcionamiento de 4 puntos de acceso inalámbricos. El punto de datos inicia en el puerto 13 del Patch Panel del rack ubicado en el bloque administrativo, el cual se encontrará conectado al puerto 48 del switch Cisco Catalyst 2950.



Figura 4. 3: Switch Cisco Catalyst 2950 del rack principal bloque administrativo

Fuente: Los autores

Utilizando las canaletas existentes se realiza el paso del cable hasta fuera del cuarto y se continúa con tubería plástica PVC hasta el extremo opuesto del bloque administrativo, en donde el camino a seguir para llegar al laboratorio de electrónica será bajar y realizar un microsajado en el suelo en donde se va a enterrar la tubería y posteriormente subir hasta ingresar al otro bloque.



Figura 4. 4: Paso de tubería por el bloque administrativo

Fuente: Los autores



Figura 4. 5: Tubería PVC después del microsanjado

Fuente: Los autores

En el laboratorio de electrónica ingresa el cable por medio de un orificio creado en la pared, para así llegar a una caja sobrepuesta a donde posteriormente llegarán 3 puntos de datos adicionales. Todos estos puntos de

la caja sobrepuesta están conectados al switch POE Engenius ubicado cerca de la misma.



Figura 4. 6: Caja sobrepuesta de 4 puertos con switch POE Engenius

Fuente: Los autores

Por medio de canaletas de 20x12 para interiores se realiza un punto dentro del laboratorio de electrónica partiendo de la caja sobrepuesta de 4 puertos mencionada anteriormente, hasta el cielo raso del mismo laboratorio donde se instalará el punto de acceso inalámbrico ZoneFlex Ruckus 7982.



Figura 4. 7: Punto de datos y AP en el laboratorio de electrónica

Fuente: Los autores



Adicional al punto anterior a través de la misma canaleta se pasaron los cables para los puntos de datos de los APs ZoneFlex Ruckus 7025 ubicados: fuera del laboratorio de neumática y fuera de sala de cómputo. Para continuar la trayectoria y tendido de los cables fuera del laboratorio de electrónica se realizó un orificio en la pared en la parte superior de la puerta de ingreso.



Figura 4. 8: Creación de orificio para el paso de cables fuera del laboratorio de electrónica

Fuente: Los autores

Se realizó el tendido por el techo del bloque de laboratorios con tubería plástica PVC hasta llegar al extremo, bajar y realizar el ponchado del mismo fuera del laboratorio de neumática para la operación del ZoneFlex Ruckus 7025.



Figura 4. 9: Punto de datos y AP fuera del laboratorio de neumática

Fuente: Los autores

Para el siguiente punto de datos se aplicó la técnica del microsajado con el propósito de enterrar la tubería plástica para lograr llegar al bloque #5, en donde se realizó el punto de datos fuera de la sala de cómputo.



Figura 4. 10: Tubería para el punto de datos fuera la sala de cómputo

Fuente: Los autores



Figura 4. 11: Punto de acceso ubicado fuera del Aula Virtual

Fuente: Los autores

El punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7025 brinda un puerto POE, lo cual beneficia en ciertos escenarios donde tender un cable para un nuevo punto de datos resulta muy costoso en comparación con realizar una cascada desde este equipo a otro. Fuera de la sala de cómputo y el aula virtual se realizó esto para que el punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7372 pueda operar.



Figura 4. 12: Tubería para el punto de datos fuera del aula virtual

Fuente: Los autores

En el bloque # 4 de la facultad se realizaron 3 puntos de datos. Dos de ellos partieron del rack aéreo ubicado en la sala de profesores tiempo completo y el último ubicado entre las aulas FT-8 y FT-9 que funciona de manera independiente.

En esta parte de la implementación realizar un tendido de cable desde el laboratorio de electrónica hasta la parte superior del bloque # 4 de la facultad hubiese resultado muy costoso y poco estético, por lo que se optó extender la red empleando la tecnología mesh que brindan los dispositivos Ruckus.

El punto de datos para el AP ZoneFlex Ruckus 7762 va a cumplir dos propósitos: dar la energía por medio del estándar POE para que el punto de acceso opere y servir como enlace de datos físico a través del modo mesh para el funcionamiento de otro punto de acceso.



Figura 4. 13: Punto de datos en pilar del Bloque # 4

Fuente: Los autores



Figura 4. 14: Punto de acceso ubicado en el pilar del bloque # 4

Fuente: Los autores

Como este punto de datos puede verse afectado por condiciones del exterior, se empleó cable blindado FTP para la realización del mismo.

El siguiente punto de datos se encuentra fuera del aula FT-12 en el mismo bloque, en donde opera un punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7025. Este punto de datos al igual que el anterior, llegan hasta el patch panel ubicado en el rack aéreo de la sala de profesores de tiempo completo, en donde serán conectados a un switch de 8 puertos TotoLink y energizados por medio de 2 inyectores POE.



Figura 4. 15: Punto de datos fuera del aula FT-12

Fuente: Los autores



Figura 4. 16: Rack aéreo de la sala de profesores de tiempo completo

Fuente: Los autores

El último punto de datos realizado permitirá el funcionamiento del punto de acceso ZoneFlex Ruckus 7363 ubicado entre las aulas FT-8 y FT-9. Va a operar en modo mesh, por lo que el punto de datos es únicamente para brindarle energía por medio de un inyector POE conectado a un punto eléctrico arriba de la puerta del aula FT-9.



Figura 4. 17: Punto de datos y AP entre aulas FT-8 y FT-9

Fuente: Los autores

El último punto de acceso colocado opera en modo mesh en la sala de profesores ubicada en el bloque administrativo energizado con un inyector POE.



Figura 4. 18: Punto de acceso ubicado en la Sala de Profesores

Fuente: Los autores



## 4.4.2 Configuración de los equipos

En un escenario como el de la universidad en donde toda la administración de los puntos de acceso es realizado por medio de una controladora, la configuración de los nuevos equipos es transparente para el usuario. Al conectar un nuevo AP a la red el mismo recibirá una dirección IP automáticamente por el servidor DHCP y la controladora lo detectará y le cargará los archivos necesarios para su funcionamiento dentro de la red tales como: firmware y datos de configuración.

Para una mejor administración, después de que los APs fueron agregados a la controladora es recomendable cambiarles el nombre y la descripción según su ubicación.

**Director - ruckusucsg**

control Supervisar Configurar Administrar

### Puntos de acceso

En esta tabla aparecen todos los puntos de acceso actualmente activos, así como información básica sobre ellos (por ejemplo, el número de clientes por AP). A continuación se muestra

#### AP administrados actualmente

Dirección MAC	Nombre del dispositivo	Ubicación	Modelo	Estado	Modo Mesh
c4:d1:7c:21:86:20	RuckusAP_Tecnica3	Agro Market	zF7025	Conectado	Not Supported
c0:8a:de:06:39:d0	RuckusAP_Tecnica_Antena	Facultad Tecnica para el Desarrollo Terraza Edif. Administrativo	zF7762	Conectado	Disabled
c4:d1:7c:21:84:f0	RuckusAP_Tecnica2	Afuera de Oficinas Administrativas	zF7025	Conectado	Not Supported
6e:aa:b3:30:0d:90	RuckusAP_TecnicaTesis4	Aula virtual	zF7372	Conectado (Root AP)	Auto
8c:dc:90:34:d5:d0	RuckusAP_TecnicaTesis2	Entre FT6 y FT9	zF7363	Conectado (Mesh AP, 1 hop)	Auto
c4:10:8a:21:3d:a0	RuckusAP_TecnicaTesis5	Bloque 4	zF7762	Conectado (Mesh AP, 1 hop)	Auto
2c:e6:cc:29:a6:80	RuckusAP_TecnicaTesis3	Eventos	zF7372	Desconectado (2015/12/11 18:22:02)	Auto
c4:d1:7c:21:17:90	RuckusAP_Tecnica4	Profesores Tiempo Completo 1	zF7025	Desconectado (2016/02/10 08:48:57)	Not Supported
c4:d1:7c:21:87:10	RuckusAP_Tecnica1	bloque 5, fuera del aula virtual	zF7025	Conectado	Not Supported
2c:5d:93:15:f4:b0	RuckusAP_TecnicaTesis1	Laboratorio de Electronica	zF7982	Conectado (Root AP)	Auto

Buscar   Incluir todos los términos  Incluir cualquiera de estos términos

#### Grupos APs Gestionados Actualmente

Miembro	Nombre del dispositivo/Descripción	APs	Clientes	Estado	Acción
<input checked="" type="checkbox"/>	System Default	System default group for Access Points	94	1575	

Buscar   Incluir todos los términos  Incluir cualquiera de estos términos 1/1 94/94

Figura 4. 19: Lista de APs de la facultad Técnica en la interfaz web de la controladora

Fuente: Los autores

Otro parámetro modificado para mejorar la calidad de la señal fue la potencia que cada dispositivo emite. La controladora permite modificar la potencia de tal modo que la misma escoja un valor automático o se puede



configurar según un valor específico. Para los APs en la facultad hemos dejado a cada uno emitiendo señal a la máxima potencia que cada uno permita.



Figura 4. 20: Potencia de transmisión de los APs de la facultad Técnica

Fuente: Los autores

#### 4.5. Logros y resultados

Los resultados obtenidos se demuestran considerando los nuevos niveles de potencia que tendrá la señal inalámbrica perteneciente a la red con SSID: "wifiucsg" en múltiples puntos de la facultad. Para conseguir esto se empleó el programa inSSIDer para realizar las mediciones de potencia correspondientes.

En el bloque de laboratorios se puede notar un incremento considerable de la potencia de la señal en cada una de sus aulas. En la figura 4.21 se aprecia la potencia de la señal en el laboratorio de electrónica.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
New Wifi	-29	12	Open	2C:5D:93:55:F4:88	216	n	Infrastructure
wifucsg	-29	12	Open	2C:5D:93:15:F4:88	216	n	Infrastructure
New Wifi	-31	2	Open	2C:5D:93:55:F4:88	216	n	Infrastructure
New Wifi	-35	116+120	Open	2C:5D:93:55:F4:8C	450	n	Infrastructure
	-35	116+120	WPA2-Personal	2C:5D:93:95:F4:87	450	n	Infrastructure
wifucsg	-35	116+120	Open	2C:5D:93:15:F4:8C	450	n	Infrastructure
wifucsg	-35	104+100	Open	2C:5D:93:15:F4:8C	450	n	Infrastructure
New Wifi	-37	104+100	Open	2C:5D:93:55:F4:8C	450	n	Infrastructure
	-38	104+100	WPA2-Personal	2C:5D:93:95:F4:87	450	n	Infrastructure
	-40	128+124	WPA2-Personal	2C:5D:93:95:F4:87	450	n	Infrastructure
New Wifi	-41	128+124	Open	2C:5D:93:55:F4:8C	450	n	Infrastructure
wifucsg	-41	128+124	Open	2C:5D:93:15:F4:8C	450	n	Infrastructure
New Wifi	-45	161+157	Open	2C:5D:93:55:F4:8C	450	n	Infrastructure
wifucsg	-46	161+157	Open	2C:5D:93:15:F4:8C	450	n	Infrastructure

Figura 4. 21: Potencia de la señal en el laboratorio de electrónica

Fuente: Los autores

En la figura 4.22 y 4.23 se pueden notar la potencia en los laboratorios de telecomunicaciones y electricidad respectivamente.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
TP-LINK	-47	6	Open	00:1D:0F:D6:EA:74	54	g	Infrastructure
wifucsg	-50	9	Open	C0:8A:DE:06:36:E8	156	n	Infrastructure
New Wifi	-52	12	Open	2C:5D:93:55:F4:88	216	n	Infrastructure
New Wifi	-53	9	Open	2C:5D:93:55:F4:88	216	n	Infrastructure
wifucsg	-53	12	Open	2C:5D:93:15:F4:88	216	n	Infrastructure
wifucsg	-53	9	Open	2C:5D:93:15:F4:88	216	n	Infrastructure
New Wifi	-57	9	Open	C0:8A:DE:46:36:F8	130	n	Infrastructure
aula 3	-62	3+7	WPA2-Personal	14:CC:20:97:C2:F8	300	n	Infrastructure
wifucsg	-64	7	Open	C0:8A:DE:04:EE:58	130	n	Infrastructure
wifucsg	-65	13	Open	C4:01:7C:21:86:28	65	n	Infrastructure
UCSGFEE	-67	1	Open	00:22:90:D9:08:01	54	g	Infrastructure
New Wifi	-67	13	Open	C4:01:7C:61:86:28	65	n	Infrastructure
New Wifi	-68	2	Open	2C:5D:93:55:F4:88	216	n	Infrastructure
HPD110a.9ESD6C	-68	6	Open	02:25:E5:D4:1E:D4	54	g	Ad Hoc

Figura 4. 22: Potencia de la señal en el laboratorio de telecomunicaciones

Fuente: Los autores

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
wifucsg	-44	12	Open	2C:5D:93:15:F4:88	216	n	Infrastructure
wifucsg	-50	9	Open	C0:8A:DE:06:36:E8	156	n	Infrastructure
	-54	124+128	WPA2-Personal	2C:5D:93:95:F4:87	450	n	Infrastructure
New Wifi	-55	124+128	Open	2C:5D:93:55:F4:8C	450	n	Infrastructure
wifucsg	-55	124+128	Open	2C:5D:93:15:F4:8C	450	n	Infrastructure
wifucsg	-58	2	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-58	2	Open	C0:8A:DE:46:39:D8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-63	12	Open	2C:5D:93:55:F4:88	216	n	Infrastructure
New Wifi	-63	157+161	Open	2C:5D:93:55:F4:8C	450	n	Infrastructure
New Wifi	-67	4	Open	C4:10:8A:61:3D:A8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-67	3	Open	8C:0C:90:74:D5:C8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-68	4	Open	C4:10:8A:21:3D:A8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-68	10	Open	C4:01:7C:21:87:18	65	n	Infrastructure
wifucsg	-71	3	Open	8C:0C:90:34:D5:C8	130	n	Infrastructure

Figura 4. 23: Potencia de la señal en el laboratorio de electricidad

Fuente: Los autores

En el laboratorio de neumática, se pudo tomar medida de una señal de hasta -39 dB.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
wifucsg	-39	11	Open	C4:01:7C:21:86:28	65	n	Infrastructure
wifucsg	-41	1	Open	C4:01:7C:21:86:28	65	n	Infrastructure
New Wifi	-42	11	Open	C4:01:7C:61:86:28	65	n	Infrastructure
New Wifi	-42	1	Open	C4:01:7C:61:86:28	65	n	Infrastructure
wifucsg	-46	4	Open	C4:10:8A:21:3D:A8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-46	4	Open	C4:10:8A:61:3D:A8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-50	9	Open	C0:8A:DE:06:36:E8	156	n	Infrastructure
wifucsg	-50	3	Open	8C:0C:90:34:D5:C8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-50	3	Open	8C:0C:90:74:D5:C8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-59	12	Open	6C:AA:83:70:0D:98	144	n	Infrastructure
wifucsg	-60	12	Open	6C:AA:83:30:0D:98	144	n	Infrastructure
New Wifi	-60	104+100	WPA2-Personal	C4:10:8A:A1:3D:A7	300	n	Infrastructure
New Wifi	-61	104+100	Open	C4:10:8A:61:3D:AC	300	n	Infrastructure
New Wifi	-61	9	Open	C0:8A:DE:46:36:E8	130	n	Infrastructure

Figura 4. 24: Potencia de la señal en el laboratorio de neumática

Fuente: Los autores

En el bloque 5, las aulas donde existe una mejora en la potencia de la señal son principalmente el aula virtual y la sala de cómputo. En la figura 4.25 se nota la medición de la potencia dentro del aula virtual.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
	-37	104+100	WPA2-Personal	6C:AA:83:30:0D:97	300	a, b, n	Infrastructure
wifucsg	-50	12	Open	6C:AA:83:30:0D:98	156	n	Infrastructure
New Wifi	-56	12	Open	6C:AA:83:70:0D:98	144	n	Infrastructure
wifucsg	-57	7	Open	C0:8A:DE:06:36:E8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-58	4	Open	C4:10:8A:61:3D:A8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-58	2	Open	C0:8A:DE:46:36:E8	130	n	Infrastructure
	-59	104+100	WPA2-Personal	C4:10:8A:A1:3D:A7	300	a, b, n	Infrastructure
wifucsg	-59	4	Open	C4:10:8A:21:3D:A8	130	n	Infrastructure
print server 1987C6	-60	11	Open	02:E2:41:C4:0E:1F	11	L	Ad Hoc
New Wifi	-61	104+100	Open	6C:AA:83:70:0D:9C	300	n	Infrastructure
wifucsg	-61	4	Open	C0:8A:DE:06:36:E8	130	n	Infrastructure
wifucsg	-61	104+100	Open	6C:AA:83:30:0D:9C	300	n	Infrastructure
S_lect_ECD	-66	8+4	Open	F8:D1:11:A6:37:E6	450	n	Infrastructure
wifucsg	-67	13	Open	C4:01:7C:21:07:10	65	n	Infrastructure

Figura 4. 25: Potencia de la señal en el aula virtual

Fuente: Los autores

La potencia en la sala de cómputo puede notarse en la figura 4.26.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	302.11	NETWORK TYPE
New Wifi	-56	12	Open	6C:AA:83:70:0D:98	144	n	Infrastructure
wifi.usg	-60	104-100	WPA2-Personal	6C:AA:83:BC:0D:97	300	a, b, n	Infrastructure
wifi.usg	-60	2	Open	6C:AA:83:30:0D:98	144	n	Infrastructure
IOS ONLY	-63	8	WPA2-Personal	00:26:5A:F9:2F:81	130	n	Infrastructure
wifi.usg	-63	12	Open	2C:5D:93:5:F4:38	216	n	Infrastructure
HP-Print-DB-Desk: 5520 s	-66	6	Open	2C:59:E5:82:2A:58	65	n	Infrastructure
New Wifi	-66	12	Open	2C:5D:93:5:F4:38	216	n	Infrastructure
New Wifi	-67	104-100	WPA2-Personal	C4:10:8A:21:3D:A8	300	a, b, n	Infrastructure
New Wifi	-67	3	Open	8C:0C:90:74:D5:C8	130	n	Infrastructure
wifi.usg	-71	13	Open	C4:01:7C:21:87:1E	65	n	Infrastructure
wifi.usg	-71	2	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-71	2	Open	C0:8A:DE:46:39:D8	130	n	Infrastructure
wifi.usg	-75	12	Open	C0:8A:DE:06:1B:C8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-75	4	Open	C0:8A:DE:46:36:E8	130	n	Infrastructure

Figura 4. 26: Potencia de la señal en la sala de cómputo

Fuente: Los autores

En la planta baja del bloque 4, puede notarse un considerable incremento de potencia en la señal recibida en las aulas FT-9 y FT-8 tal como se ve en las figuras 4.27 y 4.28 respectivamente.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	302.11	NETWORK TYPE
New Wifi	-35	3	Open	8C:0C:90:74:D5:C8	130	n	Infrastructure
wifi.usg	-42	3	Open	8C:0C:90:34:D5:CC	300	n	Infrastructure
New Wifi	-58	104-100	Open	8C:0C:90:74:D5:CC	300	n	Infrastructure
wifi.usg	-57	104-100	Open	8C:0C:90:34:D5:CC	300	n	Infrastructure
wifi.usg	-60	104-100	WPA2-Personal	8C:0C:90:84:D5:77	300	n	Infrastructure
wifi.usg	-60	4	Open	C4:10:8A:21:3D:A8	156	n	Infrastructure
New Wifi	-63	2	Open	C0:8A:DE:46:39:D8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-64	8	Open	2C:E6:CC:51:59:D8	144	n	Infrastructure
wifi.usg	-65	3	Open	2C:E6:CC:11:59:D8	144	n	Infrastructure
wifi.usg	-65	8	Open	2C:E6:CC:11:59:D8	144	n	Infrastructure
wifi.usg	-67	2	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-66	7	Open	C0:8A:DE:44:EE:53	130	n	Infrastructure
wifi.usg	-66	7	Open	C0:8A:DE:04:EE:53	130	n	Infrastructure
New Wifi	-68	12	Open	6C:AA:83:70:0D:98	144	n	Infrastructure

Figura 4. 27: Potencia de la señal en el aula FT-9

Fuente: Los autores

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	302.11	NETWORK TYPE
wifi.usg	-61	3	Open	8C:0C:90:34:D5:CC	130	n	Infrastructure
wifi.usg	-63	104-100	Open	8C:0C:90:34:D5:CC	300	n	Infrastructure
New Wifi	-63	104-100	Open	8C:0C:90:74:D5:CC	300	n	Infrastructure
wifi.usg	-63	8	Open	2C:E6:CC:11:59:D8	144	n	Infrastructure
wifi.usg	-64	104-100	WPA2-Personal	8C:0C:90:84:D5:77	300	a, n	Infrastructure
wifi.usg	-66	12	Open	6C:AA:83:30:0D:98	144	n	Infrastructure
New Wifi	-67	12	Open	6C:AA:83:70:0D:98	144	n	Infrastructure
New Wifi	-68	2	Open	C0:8A:DE:46:39:D8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-60	3	Open	8C:0C:90:74:D5:C8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-69	8	Open	2C:E6:CC:51:59:D8	144	n	Infrastructure
New Wifi	-70	10	Open	C0:8A:DE:44:EE:53	130	n	Infrastructure
wifi.usg	-70	4	Open	C4:10:8A:21:3D:A8	156	n	Infrastructure
wifi.usg	-72	10	Open	C0:8A:DE:04:F8:A8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-73	161-157	Open	2C:E6:CC:51:59:D8	300	n	Infrastructure

Figura 4. 28: Potencia de la señal en el aula FT-8

Fuente: Los autores



En la planta alta del mismo bloque en la sala de profesores puede notarse una señal de hasta -48 dB tal como se ve en la figura 4.29.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
New Wifi	47	4	Open	C4:10:8A:61:3D:A8	130	n	Infrastructure
wifiuicsg	-48	4	Open	C4:10:8A:21:3D:A8	156	n	Infrastructure
wifiuicsg	56	104+100	Open	C4:10:8A:21:3D:AC	300	n	Infrastructure
New Wifi	58	104+100	Open	C4:10:8A:61:3D:AC	300	n	Infrastructure
wifiuicsg	-60	104+100	Open	C4:10:8A:A1:3D:A7	300	a n	Infrastructure
wifiuicsg	-60	3	Open	8C:0C:90:54:D5:C8	156	n	Infrastructure
Technica 7	-63	6	Open	BC:48:7A:A0:8C:38	300	n	Infrastructure
New Wifi	-64	3	Open	8C:0C:90:74:D5:C8	130	n	Infrastructure
s_lectura_1bC	-65	9	Open	F8:D1:11:A6:36:BC	54	g	Infrastructure
New Wifi	66	2	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	130	n	Infrastructure
wifiuicsg	-66	2	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	100	n	Infrastructure
wifiuicsg	-66	12	Open	2C:5D:93:15:F4:B3	216	n	Infrastructure
New Wifi	-67	4	Open	C0:8A:DE:46:36:F8	130	n	Infrastructure
wifiuicsg	-67	7	Open	C0:8A:DE:04:EE:58	130	n	Infrastructure

Figura 4. 29: Potencia de la señal en la sala de profesores del bloque 4

Fuente: Los autores

En el salón de profesores del bloque administrativo se tiene una señal de hasta -44 dB como se nota en la figura 4.30.

SSID	SIGNAL	CHANNEL	SECURITY	MAC ADDRESS	MAX RATE	802.11	NETWORK TYPE
Coordinacion_Academica	-11	1	WPA2-Personal	48:EE:3C:48:AA:D6	150	n	Infrastructure
New Wifi	42	4	Open	C4:10:8A:51:3D:A3	130	n	Infrastructure
wifiuicsg	-44	4	Open	C4:10:8A:21:3D:A3	130	n	Infrastructure
wifiuicsg	-47	2	Open	C0:8A:DE:06:39:D8	156	n	Infrastructure
HP1-2136	-54	10	Open	02:22:82:01:01:11	11	b	Ad Hoc
Technica 7	58	6+2	Open	B0:48:7A:AC:8C:38	300	n	Infrastructure
New Wifi	58	2	Open	C0:8A:DE:46:39:D8	130	n	Infrastructure
linksys	-61	6	Open	68:7F:74:E2:C7:94	65	n	Infrastructure
New Wifi	-62	104+100	Open	C4:10:8A:51:3D:AC	300	n	Infrastructure
wifiuicsg	-62	104+100	Open	C4:10:8A:21:3D:AC	300	n	Infrastructure
FACULTADTECNICA	-65	4+8	WPA2-Personal	B0:48:7A:AC:89:E0	300	n	Infrastructure
wifiuicsg	-66	10	Open	C0:8A:DE:04:F3:A8	130	n	Infrastructure
New Wifi	-68	4	Open	C0:8A:DE:46:36:F8	130	n	Infrastructure
s_lectura TEC	-69	9	Open	F8:D1:11:A6:36:BC	54	a	Infrastructure

Figura 4. 30: Potencia de la señal en la sala de profesores del bloque administrativo

Fuente: Los autores

El nuevo esquema de la red WLAN “wifiuicsg” puede verse en la figura 4.31, mostrando la ubicación de los APS y los equipos que permiten su conectividad.

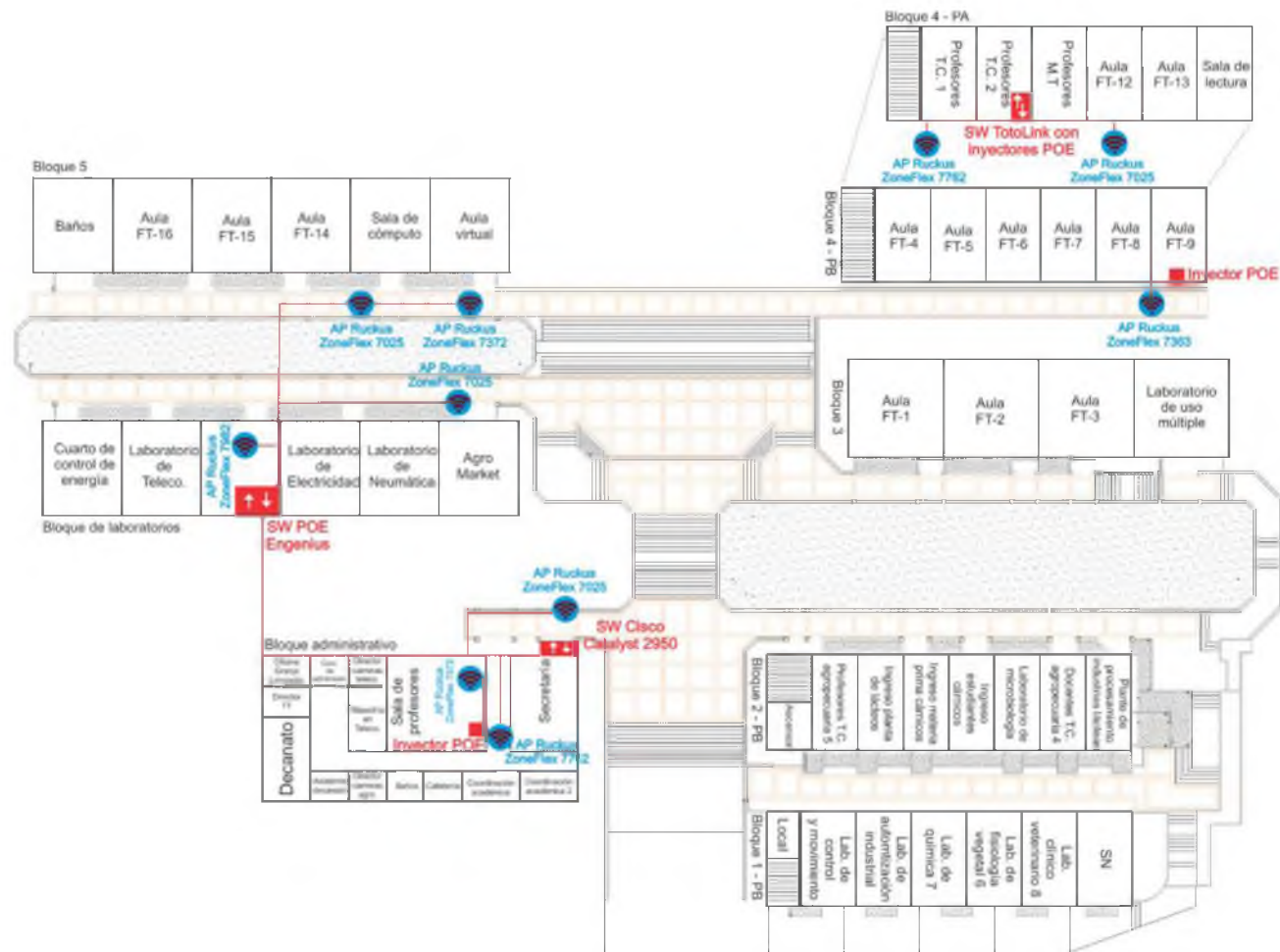


Figura 4. 31: Esquema de infraestructura de la WLAN “wifrucsg” en la FETD

Fuente: Los autores

## **CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

### **5.1. Conclusiones**

- La medición de potencia permitió comprobar que la cobertura de la WLAN “wifiucsg” en la FETD se encontraba limitada a la sala de cómputo en el bloque #5, laboratorio de neumática y la zona de estar fuera del área de secretaría.
- Con el análisis efectuado de los factores que componen a la red inalámbrica “wifiucsg” en la FETD se determinó que los problemas de conectividad se originaban del estado del cableado estructurado usado para la conexión de los APs existentes, y se presentaban en forma de intermitencia y alta latencia de respuesta en los paquetes de la red.
- Con el rediseño de la red, configuración aplicada y la instalación de nuevos APs se consiguió mejorar la cobertura de la red WLAN “wifiucsg” en la FETD en las zonas donde se tenía proyectado al inicio del proyecto: aula virtual, sala de cómputo, aulas FT-8 y FT-9, pasillos, campo abierto de la facultad y laboratorios de electrónica, telecomunicaciones y electricidad.
- Se mejoró los inconvenientes de conectividad presentados a los usuarios por los APs instalados previamente por la UCSG con el nuevo cableado realizado para los mismos.

## **5.2. Recomendaciones**

- Realizar segmentación del ancho de banda asignado para la WLAN “wifiucsg” por facultades según la demanda de usuarios para evitar congestión en el tráfico de los usuarios en la red.
- Implementar un firewall para la red inalámbrica con el propósito de bloquear contenido inapropiado para el ámbito universitario que podría causar congestión en la red.
- Utilizar equipos de protección eléctrica tales como UPSs, reguladores de voltaje o supresores de pico para los equipos de la infraestructura de la red inalámbrica, ya que los mismos son sensibles a variaciones de voltaje.
- Asignar un mayor ancho de banda para la WLAN “wifiucsg” a medida que la comunidad universitaria incrementa.
- Crear una red backbone entre los bloques de la FETD con el objetivo de simplificar el cableado utilizado para los APs y mejorar la respuesta y fiabilidad de los equipos en la red como tal.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almacen Informatico. (31 de Enero de 2009). *Redes*. Obtenido de Switches:  
[http://www.almacen-informatico.com/CISCO\\_switch-catalyst--2950-series-WS-C2950-24\\_22682\\_p.htm](http://www.almacen-informatico.com/CISCO_switch-catalyst--2950-series-WS-C2950-24_22682_p.htm)
- Almacen Informatico. (26 de 04 de 2013). *Redes*. Obtenido de Accesorios de Red: [http://www.almacen-informatico.com/CISCO\\_Catalyst-4507R-E-WS-C4507R-E\\_146644\\_p.htm](http://www.almacen-informatico.com/CISCO_Catalyst-4507R-E-WS-C4507R-E_146644_p.htm)
- Anixter. (2013). *Standards reference guide*. Obtenido de Anixter Web Site:  
<https://www.anixter.com/content/dam/Anixter/Guide/12H0001X00-Anixter-Standard-Ref-Guide-ECS-US.pdf>
- Cisco Meraki. (2015). *802.11 Association process explained* Obtenido de Cisco Meraki Documentation:  
<https://documentation.meraki.com/@api/deki/pages/2110/pdf/802.11%2bAssociation%2bprocess%2bexplained.pdf>
- Coleman, D., & Westcott, D. (2012). *CWNA Certified Wireless Network Administrator Official study guide* (Tercera ed.). Indianapolis, Estados Unidos: John Wiley & Sons.
- Consejo de Evaluación, A. y. (2012). *CEAACES*. Obtenido de ACTAS Y RESOLUCIONES: <http://www.ceaaces.gob.ec/sitio/wp-content/uploads/2013/10/Fichas-Te%CC%81cnicas.pdf>
- García Gamboa, D. A. (02 de 09 de 2015). *Universidad Catolica de Santiago de Guayaquil* Obtenido de Facultad de Educacion Tecnica para el Desarrollo:

<http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/123456789/3722/1/T-UCSG-PRE-TEC-ITEL-84.pdf>

Gast, M. (2005). *802.11 Wireless networks: The definitive Guide* (Segunda ed.). Sebastopol, Estados Unidos: O'Reilly Media.

Hewitt, P. (2007). *Física conceptual* (Décima ed.). México: Pearson Educación.

Intelsat. (s.f.). *Circular polarization vs. Linear polarization*. Obtenido de Intelsat Web site: <http://www.intelsat.com/pdfs/circular-polarization-vs-linear-polarization-2/>

Joskowicz, J. (2013). *Cableado estructurado*. Universidad de la República, Facultad de ingeniería, Montevideo. Obtenido de <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>

MetaGeek. (2016). *MetaGeek Product Suite: Metageek*. Obtenido de <http://www.metageek.com/products/>

Ruckus Wireless. (2010). *Best Practice Guide Wireless Mesh*. Obtenido de Ruckus Wireless: <http://c541678.r78.cf2.rackcdn.com/appnotes/bpg-wireless-mesh.pdf>

Ruckus Wireless. (2013). *Hoja de datos de ZoneFlex 7982*. Obtenido de Ruckus Wireless: <http://c541678.r78.cf2.rackcdn.com/datasheets/ds-zoneflex-7982-es.pdf>

Ruckus Wireless. (2014). *Data Sheet ZoneFlex 7300 Series*. Obtenido de Ruckus Wireless: <http://a030f85c1e25003d7609->

b98377aee968aad08453374eb1df3398.r40.cf2.rackcdn.com/datasheets/ds-zoneflex-7300-series.pdf

Ruckus Wireless. (2014). *Hoja de datos de ZoneFlex 7372*. Obtenido de

Ruckus Wireless: <http://a030f85c1e25003d7609->

b98377aee968aad08453374eb1df3398.r40.cf2.rackcdn.com/datasheets/ds-zoneflex-7372-es.pdf

Ruckus Wireless, Inc. (2013). *Products*. Obtenido de ZoneDirector Software

Platform: <http://c541678.r78.cf2.rackcdn.com/datasheets/ds->

zonedirector-3000-es.pdf

Ruckus Wireless, Inc. (2014). *ZoneFlex Indoor Access Points*. Obtenido de

ZoneFlex 7025: <http://c541678.r78.cf2.rackcdn.com/datasheets/ds->

zoneflex-7025-es.pdf

Ruckus Wireless, Inc. (2014). *ZoneFlex Outdoor*. Obtenido de ZoneFlex

7722: <http://a030f85c1e25003d7609->

b98377aee968aad08453374eb1df3398.r40.cf2.rackcdn.com/datasheets/ds-zoneflex-7762-series-es.pdf

Stallings, W. (2007). *Data and computer communications* (Octava ed.).

Nueva Jersey, Estados Unidos: Pearson Prentice Hall.

Tomasi, W. (2003). *Sistemas de comunicaciones electrónicas* (Cuarta ed.).

México: Pearson Educación.

Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. (2013). *Evolución de*

*población estudiantil 2001-2012*. Obtenido de Transparencia de la

información: UCSG: <http://www2.ucsg.edu.ec/transparencia-de-la->


informacion/auditoria-interna/105--5/file.html

Wireless network in the developing world. (2013). *Redes inalámbricas en los países en desarrollo* (Cuarta ed.). Copenhagen, Dinamarca. Obtenido de <http://wndw.net/>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1


### PERMISO DE CENTRO DE CÓMPUTO PARA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

  
UNIVERSIDAD CATÓLICA  
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

CC-PI-1395-2015

Guayaquil, 01 de diciembre de 2015

Ing.  
Manuel Romero Paz  
Decano (e)  
Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo



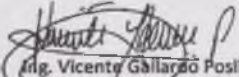
De mis consideraciones:

En atención al oficio **DFT-282-2015**, en el que solicita se conceda a los estudiantes Carlos García Jácome y Kevin Herrera Castro el asesoramiento, permisos y accesos a:

- Datos sobre Equipos Instalados en la Facultad Técnica: en la facultad se encuentran activos estos modelos de equipos Ruckus z7025 y z7762. Actualmente se están usando equipos r300 y r500.
- Inspección de Cobertura de Equipos Ruckus SSID: wifiUCSG; esto deberá realizarlo el personal de la tesis y una vez configurado y funcionando se coordinará con Centro de Cómputo para validar la cobertura del servicio wifiUCSG.
- Acceso y credenciales de la Controladora Ruckus 3000: cualquier acceso a la consola administradora se lo deberá realizar en coordinación con el área de Redes de Centro de Cómputo.
- Acceso a Racks de Datos de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo y Centro de Deportes: se realizará en conjunto con el área de Mantenimiento y el personal de la Facultad Técnica.
- Permiso para instalación de nuevos Puntos de Datos: se lo debe realizar en coordinación con el área de Mantenimiento y la facultad Técnica.
- Permiso para instalación de Equipos Ruckus Indoor y Outdoor: se debe realizar en coordinación con el área de Mantenimiento y la facultad Técnica.
- Asesoramiento para la Configuración de Equipos Ruckus: realizar la solicitud al área administrativa para que se realice en coordinación con el proveedor del servicio y el Centro de Cómputo.

Particular que informo a ud para los fines pertinentes.

Atentamente,

  
Ing. Vicente Gallardo Posilgua  
Director del Centro de Cómputo

Apartado 09-01-4671  
Teléfono 2206951  
Guayaquil – Ecuador

C.C: Archivo

BPDC  
#933

## GLOSARIO

En este glosario se recogen los términos que se utilizan con mayor frecuencia en las tecnologías actuales en el uso de las redes inalámbricas y todas las utilidades que tienen las mismas para el servicio y requerimientos de las personas, en donde podremos entender de una mejor manera el funcionamiento de las mismas.

802.11	Cliente wireless	FHSS
AES	Decibelios, db	Firewall
Access Point, Punto de	Decibelios isotrópicos, dbi	Gateway
Acceso	DHCP	Hot Spot
Ad-hoc, modo	Dipolo, antena	Hub, concentrador
Ancho de banda (Bandwidth)	Directividad	Hz, hertzios
Asociación	Diversidad	Infraestructura, modo IEEE
Autenticación	DSSS	IP, dirección
Bluetooth	Espectro radioeléctrico	ISM, banda
Bridge	ESSID	ISO, modelo
BSSID	Ethernet, red	Isotrópica, antena
Clave de encriptación	ETSI	MAC, dirección
	FCC	Modulación

Multitrayecto (multipath)	Roaming	Throughput
Network name, nombre de red	Router	VPN
Parabólica, antena	Sensibilidad	Warchalking
Omnidireccional, antena Open System,	Shared Key, Autenticación	Wardriving
Autenticación	Spread Spectrum	WEP
PHY	SSID	Wi-Fi
	TKIP	WECA
	UNII	WPA

## **802.11**

802.11, o IEEE 802.11, es un grupo de trabajo del IEEE que desarrolla distintos estándares para el uso de la tecnología de radiofrecuencia en las redes de área local (LAN).

802.11 se compone de distintas normas que operan a diferentes frecuencias, con distintas velocidades y capacidades.

## **AES (Advanced Encryption Standard).**

Algoritmo de encriptación del gobierno de EE.UU, basado en el algoritmo Rijndael, método de encriptación simétrica con clave de 128 bits desarrollada por los belgas Joan Daemen y Vincent Rijmen.



### **Access Point (AP, Punto de Acceso).**

Estación base o "base station" que conecta una red cableada con uno o más dispositivos wireless.

Existen muchos tipos de Access Point en el mercado, con diferentes capacidades: bridge, hubs, gateway, router, y las diferencias entre ellos muchas veces no están claras, porque las características de uno se pueden incluir en otro. Por ejemplo, un router puede hacer bridge, y un hub puede hacer switch.

Además, los Access Points pueden mejorar las características de la WLAN, permitiendo a un cliente realizar roaming entre distintos AP de la misma red, o compartiendo una conexión a Internet entre los clientes wireless.

### **Ad-Hoc, modo.**

Un tipo de topología de WLAN en la que sólo existen dispositivos clientes, sin la participación de ningún Access Point, de forma que los clientes se comunican de forma independiente punto a punto, peer-to-peer.

Dado que no existe un dispositivo central, las señales pueden ocasionar mayores interferencias reduciendo las prestaciones de la red.

**Ancho de banda (Bandwidth).**

Fragmento del espectro radioeléctrico que ocupa toda señal de información.

**Asociación, servicio de.**

Servicio del protocolo 802.11 que asocia un cliente wireless a un Punto de acceso.

**Autenticación.**

Proceso de identificación de un equipo o usuario. El estándar 802.11 define dos métodos de autenticación: open system y shared key.

**Bluetooth.**

Tecnología desarrollada para la interconexión de portátiles, PDAs, teléfonos móviles y similares a corta distancia (menos de 10 metros) con una velocidad máxima de 11Mbps a la frecuencia ISM de 2'4 GHz.

**Bridge.**

Dispositivo que conecta dos segmentos de red que emplean el mismo protocolo de red (por ejemplo, IP) pero con distintos medios físicos (por ejemplo, 802.11 y 10baseT).

**BSSID, Basic Service Set Identification.**

Uno de los dos tipos de SSID, el que se emplea en redes wireless en modo Ad- Hoc.

**Clave de encriptación.**

Conjunto de caracteres que se utilizan para encriptar y des encriptar la información que se quiere mantener en privado. El tipo de clave y la forma de emplearla depende del algoritmo de encriptación que se utilice.

**Cliente, o dispositivo cliente.**

Cualquier equipo conectado a una red y que solicita servicios (ficheros, impresión, etc) de otro miembro de la red.

En el caso de las WLAN, se suele emplear para referirse a los adaptadores que proporcionan conectividad a través de la red inalámbrica, como tarjetas PCMCIA, PCI o USB, que permiten al equipo acceder a la red.

**Decibelios, dB.**

Unidad logarítmica empleada habitualmente para la medida de potencias. Se calcula multiplicando por diez el resultado del logaritmo en base 10 de la potencia (en watos):  $10 * \log_{10} (W)$ . También puede usarse como medida relativa de ganancia o pérdida de potencia entre dos dispositivos.

**Decibelios isotrópicos, dBi.**

Valor relativo, en decibelios, de la ganancia de una antena respecto a la antena isotrópica. Cuanto mayor sea este valor, más directividad tiene la antena y más cerrado será su ángulo de emisión.

**DHCP, Dynamic Host Configuration Protocol.**

Protocolo para la configuración automática de los parámetros de red de los equipos. La información se almacena en un servidor DHCP al que los equipos, al encenderse, solicitan los parámetros de configuración.

**Dipolo, antena.**

Antena de baja ganancia (2.2 dBi) compuesta por dos elementos, normalmente internos, cuyo tamaño total es la mitad de la longitud de onda de la señal que trata.

**Directividad.**

Capacidad de una antena para concentrar la emisión en una determinada región del espacio. Cuanta más directiva sea la antena, se obtiene un mayor alcance a costa de un área de menor cobertura.

**Diversidad.**

Un equipo puede utilizar varias antenas distintas para mejorar la calidad en la recepción de la señal, al aprovechar las mejores características de cada una para cada situación.

### **DSSS, Direct Sequence Spread Spectrum.**

Técnica de transmisión de la señal para paliar los efectos de las interferencias, que se basa en el uso de bits de redundancia.

### **Espectro radioeléctrico.**

El espectro radioeléctrico es toda la escala de frecuencias de las ondas electromagnéticas. Considerado como un dominio de uso público, su división y utilización esta regularizado internacionalmente.

### **ESSID, Extended Service Set Identification.**

Uno de los dos tipos de SSID, el que se emplea en redes wireless en modo infraestructura.

### **Ethernet.**

Ethernet es el nombre común del estándar IEEE 802.3, que define las redes locales con cable coaxial o par trenzado de cobre.

Existen distintas versiones, desde la original 10Base5 (cable coaxial con 10 Mbps hasta 500 metros), pasando por la 10Base2 (coaxial, 10Mbps, 200m), 10BaseT (par trenzado, 10 Mbps, 100m) y 100BaseT (trenzado, 100Mbps, 100m) conocida como Fast Ethernet, el más utilizado hoy en día en redes locales.

**ETSI, European Telecommunications Standard Institute**  
**<http://www.etsi.org>.**

Organización europea sin ánimo de lucro para el desarrollo de estándares de telecomunicación, agrupa 699 miembros de 55 países.

**FCC, Federal Communication Commission <http://www.fcc.gov>.**

Agencia gubernamental de los EE.UU. para la regularización de las comunicaciones por radio, televisión, cable y satélite.

**FHSS, Frequency Hopping Spread Spectrum.**

Técnica de transmisión de la señal para paliar los efectos de las interferencias, que se basa en cambios sincronizados entre emisor y receptor de la frecuencia empleada.

**Firewall.**

Sistema de seguridad que previene el acceso no autorizado a la red, restringiendo la información que entra o sale de la red. Puede ser un equipo específico o un software instalado en una máquina de uso general.

**Gateway.**

Dispositivo que conecta a distintas redes entre sí, gestionando la información entre ellas.

**Hot Spot.**

También conocidos como lugares de acceso público, un Hot Spot es un lugar donde se puede acceder a una red wireless pública, ya sea gratuita o de pago. Pueden estar en cyber-cafes, aeropuertos, centros de convenciones, hoteles, y otros lugares de encuentro, para proporcionar acceso a su red o a Internet a los visitantes o invitados.

**Hub.**

Dispositivo de red multi puerto para la interconexión de equipos vía Ethernet o wireless. Los concentradores mediante cables alcanzan mayores velocidades que los concentradores wireless (Access Points), pero éstos suelen dar cobertura a un mayor número de clientes que los primeros.

**Hz, Hertzios.**

Unidad internacional para la frecuencia, equivalente a un ciclo por segundo. Un mega hertzio (MHz) es un millón de hertzios; un giga hertzio (GHz) son mil millones de hertzios.

**Infraestructura, modo.**

El modo de infraestructura es una topología de red inalámbrica en la que se requiere un Punto de Acceso. A diferencia del modo Ad-Hoc, toda la información pasa a través del Punto de Acceso, quien puede además proporcionar la conectividad con una red cableada y controlar el acceso a la propia red wireless.

**IEEE, Institute of Electrical and Electronics Engineers**  
**(<http://www.ieee.org>).**

Organización formada por ingenieros, científicos y estudiantes involucrados en el desarrollo de estándares para, entre otros campos, las comunicaciones.

Este organismo utiliza los números y letras en una clasificación jerárquica para diferenciar grupo de trabajo y sus normas. Así, el subgrupo 802 se encarga de las redes LAN y WAN, y cuenta con la subsección 802.11 para las redes WLAN.

**IP, dirección.**

Un número de 32 bits que identifica a un equipo a nivel de protocolo de red en el modelo ISO. Se compone de dos partes: la dirección de red, común a todos los equipos de la red, y la dirección del equipo, única en dicha red.

**ISM, Industrial, Scientific and Medical band.**

Bandas de frecuencias reservadas originalmente para uso no comercial con fines industriales, científicos y médicos. Posteriormente, se empezaron a usar para sistemas de comunicación tolerantes a fallos que no necesitaran licencias para la emisión de ondas.

802.11b y 802.11g operan en la ISM de los 2'4 GHz, así como otros dispositivos como teléfonos inalámbricos y hornos microondas, por ejemplo.



### **ISO, modelo de red.**

La ISO, International Standards Organization (<http://www.iso.org>), desarrolló un modelo para describir a las entidades que participan en una red. Este modelo, denominado Open System Interconnection (OSI), se divide en 7 capas o niveles, que son:

1. Físico.
2. Enlace.
3. Red.
4. Transporte.
5. Sesión.
6. Presentación.
7. Aplicación.

Con esta normalización de niveles y sus interfaces de comunicación, se puede modificar un nivel sin alterar el resto de capas. El protocolo 802.11 tiene dos partes, una denominada PHY que abarca el nivel físico, y otra llamada MAC, que se corresponde con la parte inferior del segundo nivel del modelo OSI.

### **Isotrópica, antena.**

Modelo teórico de antena consistente en un único punto del espacio que emite homogéneamente en todas las direcciones. Se utiliza como modelo de referencia para el resto de las antenas.

### **MAC (Media Access Control), dirección.**

En las redes wireless, el MAC es un protocolo de radiofrecuencia, corresponde al nivel de enlace (nivel 2) en el modelo ISO. Cada dispositivo wireless posee una dirección para este protocolo, denominada dirección MAC, que consiste en un número de 48 bits: los primeros 24 bits identifican al fabricante de la tarjeta, mientras que los restantes 24, a la tarjeta en sí. Este modelo de direccionamiento es común con las redes Ethernet (802.3).

### **Modulación.**

Técnicas de tratamiento de la señal que consiste en combinar la señal de información con una señal portadora, para obtener algún beneficio de calidad, eficiencia o aprovechamiento del ancho de banda.

### **Multi trayecto (multipath).**

Fenómeno que ocurre cuando una señal rebota en las superficies y alcanza el destino final por varios caminos, con efecto positivo o negativo sobre la potencia de señal recibida difíciles de controlar.

### **Network name, nombre de red.**

Identificador de la red para su diferenciación del resto de las redes. Durante el proceso de instalación y configuración de dispositivos wireless, se requiere introducir un nombre de red o SSID para poder acceder a la red en cuestión.

**Parabólica, antena.**

Antena en forma de disco curvado. Este tipo de antena ofrece la directividad más alta, lo que las hace ideales para enlaces punto a punto a larga distancias.

**Omnidireccional, antena.**

Antena que proporciona una cobertura total en un plano (360 grados) determinado.

**Open System, autenticación.**

Método de autenticación por defecto del estándar 802.11, en la que no se realiza ningún proceso de comprobación de identidad; simplemente, se declaran, por lo que no ofrece ninguna seguridad ni control de acceso.

**PHY.**

Nombre abreviado del nivel más bajo del modelo ISO, el nivel físico, que describe el medio físico en el que se transmite la información de la red.

En el caso de las redes inalámbricas, las normas 802.11 definen el nivel PHY que utilizan, el aire libre, y los parámetros empleados como la velocidad de transmisión, tipo de modulación, algoritmos de sincronización emisor/receptor, etc.

**Roaming.**

Nombre dado a la acción de moverse del área de cobertura de un Punto de Acceso a otro sin pérdida de conectividad, de forma que el usuario no lo percibe.

**Router.**

Dispositivo de red que traslada los paquetes de una red a otra. Basándose en las tablas y protocolos de enrutamiento y en el origen y destino, un router decide hacia dónde enviar un paquete de información.

**Sensibilidad.**

Potencia mínima de señal que el receptor puede transformar correctamente en datos.

**Shared Key, autenticación.**

Proceso de autenticación por clave secreta. Habitualmente, todos los dispositivos de la red comparten la misma clave.

**Spread Spectrum, espectro disperso.**

Técnica de transmisión consistente en dispersar la información en una banda de frecuencia mayor de la estrictamente necesaria, con el objetivo de obtener beneficios como una mayor tolerancia a las interferencias.

### **SSID, Service Set Identification.**

Conjunto alfanumérico de hasta 32 caracteres que identifica a una red inalámbrica. Para que dos dispositivos wireless se puedan comunicar, deben tener configurado el mismo SSID, pero dado que se puede obtener de los paquetes de la red wireless en los que viaja en texto claro, no puede ser tomado como una medida de seguridad.

Dependiendo de si la red wireless funciona en modo Ad-Hoc o en modo Infraestructura, el SSID se denomina ESSID o BSSID.

### **TKIP, Temporal Key Integrity Protocol.**

Algoritmo empleado por el protocolo WPA para mejorar la encriptación de los datos en redes wireless. Sus principales características son la renovación automática de la clave de encriptación de los mensajes y un vector de inicialización de 48 bits, lo que elimina el problema del protocolo WEP.

### **UNII, Unlicensed National Information Infrastructure.**

Banda de frecuencia en los 5 GHz reservada por la FCC para las comunicaciones wireless según el estándar 802.11a. No existe una regularización internacional común sobre los aspectos de esta banda y los dispositivos que operan en ella.

### **Velocidad de transmisión (Throughput)**

Capacidad de transmisión de un medio de comunicación en cualquier momento, se suele medir en bits por segundo (bps). Depende de múltiples factores, como la ocupación de la red, los tipos de dispositivos empleados, etc, y en el caso de redes wireless, se añaden los problemas de propagación de microondas a través de la que se transmite la información.

### **VPN, Virtual Private Network.**

Herramienta de seguridad que permite mantener en privado una comunicación a través de una red pública. Puede ofrecer otros servicios como autenticación de los extremos involucrados, integridad, etc.

### **War chalking.**

Proceso de realizar marcas en las superficies (paredes, suelo, señales de tráfico, etc) para indicar la existencia de redes wireless y alguna de sus características (velocidad, seguridad, caudal, etc).

### **War driving.**

Localización y posible intrusión en redes wireless de forma no autorizada. Sólo se necesita un portátil, un adaptador wireless, el software adecuado y un medio de transporte.

### **WEP, Wired Equivalent Privacy.**

Algoritmo de seguridad, de uso opcional, definido en el estándar 802.11. Basado en el algoritmo criptográfico RC4, utiliza una clave simétrica que debe configurarse en todos los equipos que participan en la red. Emplea claves de 40 y 104 bits, con un vector de inicialización de 24 bits.

Se ha demostrado su vulnerabilidad y que su clave es fácilmente obtenible con software de libre distribución a partir de cierta cantidad de tráfico recogido de la red.

### **Wi-Fi, Wireless Fidelity.**

Nombre dado al protocolo 802.11b. Los dispositivos certificados como Wi-Fi son interoperables entre sí, como garantía para el usuario.

### **Wi-Fi Alliance, también llamada Wireless Ethernet Compability Alliance (WECA) (<http://www.wi-fi.org>).**

Asociación internacional formada en 1999 para certificar la interoperabilidad de los dispositivos wireless basados en el estándar 802.11, con el objetivo de promover la utilización de dicha tecnología.

### **WPA, Wi-Fi Protected Access.**

Protocolo de seguridad desarrollado por la WECA para mejorar la seguridad de la información en las redes wireless y permitir la autenticación de usuario, puntos débiles del WEP.




## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Carlos Anibal García Jácome, con C.C: # 092221717-9 autor del trabajo de titulación: Análisis de la Red Wlan Wifiucsg en la Facultad De Educación Técnica para el Desarrollo y Ampliación de la Cobertura Utilizando Equipos Ruckus previo a la obtención del título de **INGENIERO 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, 14 de marzo de 2016

f. 

Nombre: Carlos Anibal García Jácome  
C.C: 092221717-9





## DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, Kevin Santiago Herrera Castro, con C.C: # 093101440-1 autor del trabajo de titulación: Análisis de la Red Wlan Wifiucsg en la Facultad De Educación Técnica para el Desarrollo y Ampliación de la Cobertura Utilizando Equipos Ruckus previo a la obtención del título de **INGENIERO 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, 14 de marzo de 2016

f. Kevin Herrera C.

Nombre: Kevin Santiago Herrera Castro  
C.C: 093101440-1



## REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

<b>TÍTULO Y SUBTÍTULO:</b>	Análisis de la red wlan wifiucsg en la facultad de educación técnica para el desarrollo y ampliación de la cobertura utilizando equipos ruckus		
<b>AUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	Carlos Anibal García Jácome Kevin Santiago Herrera Castro		
<b>REVISOR(ES)/TUTOR(ES)</b> (apellidos/nombres):	MSc. Néstor Zamora Cedeño		
<b>INSTITUCIÓN:</b>	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
<b>FACULTAD:</b>	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo		
<b>CARRERA:</b>	Ingeniería en Telecomunicaciones		
<b>TITULO OBTENIDO:</b>	Ingeniero en Telecomunicaciones		
<b>FECHA DE PUBLICACIÓN:</b>	14 de marzo de 2016	<b>No. DE PÁGINAS:</b>	135
<b>ÁREAS TEMÁTICAS:</b>	Sistemas de Redes Inalámbricas, Topología de Conexión, Cobertura		
<b>PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:</b>	COMUNICACIONES INALAMBRICAS, RUCKUS, WLAN, IEEE 802.11, PUNTOS DE ACCESO		
<b>RESUMEN/ABSTRACT (150-250 palabras):</b>	<p>El presente proyecto de la unidad de titulación especial, comprende un análisis de la red wlan "wifiucsg" y la instalación de equipos de red inalámbrica denominados puntos de acceso inalámbricos para ampliar y mejorar la cobertura de la red existente dentro de la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo (FETD) de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil (UCSG).</p> <p>El capítulo uno, contiene la introducción a las redes inalámbricas, la importancia del problema que presentan las redes existentes en la facultad, etc.</p> <p>El capítulo dos, se puntualiza conceptos de radiofrecuencias y propagación de ondas, redes de datos y el funcionamiento de las redes inalámbricas IEEE 802.11.</p> <p>En el capítulo tres, se especifican los problemas presentes en la red WLAN "wifiucsg" en la FETD mediante un análisis para determinar interferencias, etc.</p> <p>El capítulo cuatro, contiene el informe detallando la instalación realizada y los aspectos comprendidos tal como la planificación, presupuesto, cableado, configuración de los equipos y resultados obtenidos.</p>		
<b>ADJUNTO PDF:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
<b>CONTACTO CON AUTOR/ES:</b>	<b>Teléfono:</b> 042487615 042822585	<b>E-mail:</b> <a href="mailto:kevin_herrera_castro@hotmail.com">kevin_herrera_castro@hotmail.com</a> <a href="mailto:carlosgarcia5_7@hotmail.com">carlosgarcia5_7@hotmail.com</a>	
<b>CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN: COORDINADOR DEL PROCESO DE UTE</b>	<b>Nombre:</b> Palacios Meléndez Edwin Fernando <b>Teléfono:</b> 0968366762 <b>E-mail:</b> <a href="mailto:edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec">edwin.palacios@cu.ucsg.edu.ec</a>		

### SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA

<b>Nº. DE REGISTRO (en base a datos):</b>	
<b>Nº. DE CLASIFICACIÓN:</b>	
<b>DIRECCIÓN URL (tesis en la web):</b>	