



**REPÚBLICA DEL ECUADOR**

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL**

**TRABAJO DE GRADO**

**PARA LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE:**

**INGENIERÍA EN GESTIÓN DE TELECOMUNICACIONES CON  
MENCION EN REDES DE ACCESO Y TELEFONÍA**

**TEMA:**

**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA PARA LAS COMUNICACIONES  
INALÁMBRICAS BASADAS EN LA TECNOLOGÍA MESH PARA LA  
UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL EN  
EL 2017**

**AUTOR:**

**GLORIA DEL CARMEN MUÑOZ BAQUERIZO**

**OCTUBRE-2016**

**GUAYAQUIL-ECUADOR**

## **DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD**

Yo, Gloria del Carmen Muñoz Baquerizo

### DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA PARA LAS COMUNICACIONES INALÁMBRICAS BASADAS EN LA TECNOLOGÍA MESH PARA LA UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE GUAYAQUIL EN EL 2017, previo a la obtención del Título de Ingeniera en Gestión de Telecomunicaciones Mención en Redes de Acceso y Telefonía, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, 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 mi total autoría.

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

Guayaquil, a los 27 días del mes de octubre del año 2016

El Autor

---

Gloria del Carmen Muñoz Baquerizo

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por sus bendiciones y guía en todo momento por permitirme seguir adelante para alcanzar mis metas propuestas.

A mis maestros por expandir sus conocimientos, que con sus motivaciones han sido fundamentales para ayudarnos a superar cada día nuestras expectativas.

A la universidad y a su departamento de sistema por el apoyo brindado para la elaboración de este proyecto.

**Gloria del Carmen Muñoz Baquerizo**

## **DEDICATORIA**

A mis padres. Por inculcarme siempre que para poder estar orgulloso de ti mismo y ser una mejor persona en la vida hay que trabajar duro y no renunciar a los sueños por muy difícil que sean. Gracias a ustedes por ese apoyo incondicional en los malos y en los mejores momentos de mi vida.

A mi hermana y mis buenos amigos por acompañarme en este largo proceso y proyecto que cierra una etapa en mi vida convirtiéndose en otro logro más y el inicio de una nueva etapa.

**Gloria del Carmen Muñoz Baquerizo**

## INDICE DE CONTENIDO

<b>CAPITULO 1</b> .....	1
<b>PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.</b> .....	1
1.1 Planteamiento de Problema .....	1
1.2 Formulación del problema.....	2
1.3 Objetivo general.....	2
1.4 Objetivos específicos.....	2
1.5 Alcance del problema .....	2
1.6 Hipótesis .....	2
1.7 Justificación.....	3
1.8 Delimitación del Problema .....	3
<b>CAPITULO 2</b> .....	4
<b>MARCO TEÓRICO</b> .....	4
2.1 Antecedentes investigativos .....	4
2.2 Definición de las Variables.....	5
2.3 Constelación de la variable independiente.....	5
2.4 Constelación de la variable dependiente.....	6
2.5 Comunicaciones Inalámbricas .....	6
2.6 Redes Inalámbricas .....	7
2.7 Tipos de redes .....	7
2.7.1 Wireless Personal Área Network (WPAN) .....	7
2.7.2 Wireless Local Área Network (WLAN) .....	8
2.7.3 Wireless Metropolitan Area Network (WMAN). .....	8
2.7 4 Wireless Wide Area Network.....	8
2.8 Redes AD-HOC .....	9
2.9 Red de Infraestructura.....	9
2.10 Punto a Punto .....	10
2.11 Topología de Redes Inalámbricas.....	10
2.12 Seguridad en redes.....	12
2.13 Estándar IEEE 802.11 .....	12
2.14 Medios de transmisión .....	14

2.14.1 Alámbricos.....	14
2.14.2 Inalámbricos.....	15
2.15 Arquitectura de Red.....	16
2.16 Redes Mesh.....	17
2.17 Router.....	17
2.18 Access Point.....	17
2.18.1 Access point virtuales.....	18
2.19 Red de área local virtual (Vlans).....	18
2.20 Sistemas de Distribución Inalámbrico (WDS).....	19
2.21 Rapid Spanning Tree Protocol RSTP.....	19
2.22 Ancho de banda.....	20
2.23 Frecuencias y canales.....	21
2.24 Backbone.....	21
2.25 Protocolo de Ruteo.....	21
2.25.1 Métrica de la red.....	22
2.25.2 Mejor ruta.....	22
2.25.3 Protocolo de ruteo de redes mesh.....	22
2.26 Calidad de servicio (QoS).....	23
2.27 Escenarios de aplicabilidad.....	24
<b>CAPITULO 3.....</b>	<b>25</b>
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>25</b>
3.1 Enfoque y tipo de investigación.....	25
3.2 Población.....	26
3.4 Muestra.....	26
3.5 Operacionalización de Variables.....	28
3.5.1 Variable Independiente:.....	28
3.5.2 Variable Dependiente:.....	28
3.6 Técnicas y herramientas de recolección de información.....	29
3.6.1 Plan para la recolección de la información.....	30
3.6.2 Procesamiento y análisis de la información.....	30
<b>CAPÍTULO 4.....</b>	<b>32</b>
<b>ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....</b>	<b>32</b>
4.1 Análisis y Procesamiento de datos.....	32

4.1 Resultados de las encuestas.....	32
4.3 Verificación de la Hipótesis.....	43
4.4 Conclusiones y recomendaciones.....	44
<b>CAPÍTULO 5.....</b>	<b>45</b>
<b>PROPUESTA.....</b>	<b>45</b>
5.1 Resumen ejecutivo.....	45
5.2 Objetivo general.....	46
5.2.1 Objetivo específicos.....	46
5.3 Análisis de la situación del entorno .....	46
5.3.1 Requisitos para el diseño de la red WMNS .....	47
5.4 Planteamiento estratégico .....	48
5.5 Planteamiento operativo.....	48
5.6 Evaluación y control de la propuesta .....	49
5.6.1 Topología Mesh .....	49
5.6.2 Arquitectura de las redes mesh .....	50
5.6.3 Técnicas de funcionamiento de redes mesh. ....	51
5.6.4 Niveles o capas de las redes mesh.....	52
5.6.5 Protocolo de enrutamiento mesh.....	52
5.6.6 Elementos de Enrutamiento mesh .....	52
5.6.7 Tipos de protocolos de enrutamiento mesh.....	53
5.7 Recopilación de información.....	54
5.8 Red actual de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.....	55
5.9 Datos técnicos y marcas de equipos en el mercado .....	56
5.10 Diseño de la red .....	59
5.11 Evaluación de la propuesta .....	67
CONCLUSIONES .....	68
RECOMENDACIONES .....	69
ANEXO .....	72

## INDICE DE TABLA

Tabla 1.- Comparación de las tecnologías WPAN, WLAN, WMAN .....	8
Tabla 2.- Topología de redes inalámbricas .....	11
Tabla 3.- Tabla de enmiendas 802.11 .....	13
Tabla 4.- Medios de transmisión alámbricos. ....	15
Tabla 5.- Medios de transmisión inalámbricos .....	16
Tabla 6.- Población .....	26
Tabla 7.- Variable independiente .....	28
Tabla 8.- Variable dependiente .....	28
Tabla 9.- Pregunta N°1 Encuesta a usuarios .....	32
Tabla 10.- Pregunta N°2 Encuesta a usuarios .....	34
Tabla 11.- Pregunta N°3 Encuesta a usuarios .....	35
Tabla 12.- Pregunta N°4 Encuesta a usuarios .....	36
Tabla 13.- Pregunta N°5 Encuesta a usuarios .....	37
Tabla 14.- Pregunta N°6 encuesta a usuario.....	38
Tabla 15.- Pregunta N°7 Encuesta a usuarios .....	39
Tabla 16.- Pregunta N°8.- Encuesta a usuarios.....	40
Tabla 17.- Pregunta N°9 Encuesta a usuarios .....	41
Tabla 18.- Pregunta N°10 Encuesta a usuarios.....	42
Tabla 19.- Pregunta N°11 Encuesta a usuarios.....	43
Tabla 20.- Niveles de las redes mesh.....	52
Tabla 21.- Protocolo proactivo del enrutamiento mesh.....	53
Tabla 22.- Protocolo reactivo del enrutamiento mesh.....	53
Tabla 23.- Proveedores de Internet de la universidad .....	55
Tabla 24.- Características de equipo open- mesh .....	57
Tabla 25.- Características de equipos Ubiquiti.....	58

## INDICE DE FIGURA

Grafico 1.- Inclusiones conceptuales .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 2.- Constelación de ideas de la variable independiente. ¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 3.- Constelación de ideas de la variable dependiente.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 4.- Conexión inalámbrica modo Ad-Hoc.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 5.- Conexión inalámbrica modo Infraestructura.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 6.- Conexión de una red punto a punto .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 7.- Diagrama de muestra .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 8.- Pregunta N°1 Encuesta a usuarios.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 9.- Pregunta N°2 Encuesta a usuarios.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 10.- Pregunta N°3 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 11.- Pregunta N°4 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 12.- Pregunta N°5 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 13.- Pregunta N°6 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 14.- Pregunta N°7 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 15.- Pregunta N°8 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 16.- Pregunta N°9 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 17.- Pregunta N°10 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 18.- Pregunta N°11 Encuesta a usuarios .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 19.- Escenario típico de una red mesh.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 20.- Esquema de una red mesh en una ciudad. ....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 21.- Funcionamiento de nodos en una red mesh.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 22.- Universidad Tecnológica empresarial.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 23.- Conexión actual de la red inalámbrica de estudiantes en la universidad...¡Error!	
<b>Marcador no definido.</b>	
Grafico 24.- Conexiones de los access point de manera simplificada ..... ¡Error! Marcador no	
<b>definido.</b>	
Grafico 25.- Configuraciones de la placa inalámbrica en el router principal...¡Error! Marcador	
<b>no definido.</b>	
Grafico 26.- Configuraciones de los Ap secundarios (ap2, ap3) .¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 27.- Configuraciones en la banda de acceso 2Ghz.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 28.- Configuraciones Bridge Alumno y Profesores .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 29.- Configuraciones de Ap Virtuales para profesores....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 30.- Configuraciones de Ap Virtuales para Alumnos.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 31.- Bridgegear Mesh 5Ghz y Acceso 2Ghz.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 32.- Configuraciones de Vlans de acceso en ap1. ....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 33.- Bridgegear VLANs y APVirtuales .....	¡Error! Marcador no definido.
Grafico 34.- Red funcional.....¡Error! Marcador no definido.	
Grafico 35.- Diagrama de ubicaciones de equipo .....	¡Error! Marcador no definido.

## **Resumen**

Debido a la facilidad con la que hoy se tiene acceso y al alcance de nuevas tecnologías que está dispuesto a soportar la infraestructura, disponibilidad servicio y seguridad, se presenta la siguiente tesis, donde se realiza el análisis de un diseño de una red tipo mesh para las comunicaciones inalámbricas en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, presentando una solución eficiente y económica para mejorar la cobertura, seguridad y movilidad de la red inalámbricas de los estudiantes.

En los primeros capítulos se describen los conceptos básicos utilizados en la implementación de esta tecnología. En los siguientes capítulos se explica cómo será levantado o implementado el diseño de la red mesh en la universidad, sus posibles configuraciones y punto estratégicos a conectar.

Finalmente se redacta las conclusiones a las que se llegó una vez finalizado el diseño, demostrando así los resultados que se obtuvieron.

**Palabras claves:** Redes mesh, comunicaciones inalámbricas, telecomunicaciones, cobertura, tecnología, movilidad, conectividad.

## **Abstract**

Due to the ease with which today have access and affordable new technologies that are willing to support the infrastructure, service availability and security, it presented in the following thesis, where the analysis of a design of a mesh type network for wireless communications is done in the business technological University of Guayaquil, presenting an efficient and economical solution to improve coverage, security and wireless network mobility of students.

In the early chapters the basic concepts used in the implementation of this technology are described. In the following chapters explain how it will be raised or implemented the design of the mesh network at the university, its possible configurations and connect strategic point.

Finally, the conclusions that were reached upon completion of the design, demonstrating the results that were obtained.

**Keywords:** Mesh network, wireless communications, telecommunications, coverage, technology, mobility, connectivity

## INTRODUCCIÓN

Las redes inalámbricas son cada vez más populares, en hogares, oficinas, cafeterías, bibliotecas y demás sitios públicos se están equipando con este tipo de redes para conectar computadoras, dispositivos PDA y teléfonos inteligentes (Smartphone) a internet. (Pearson, 2012).

Existen muchas formas de hacer redes mesh de hecho, las redes son una gran malla sobre internet que vienen acompañadas de una serie de protocolos de comunicaciones que hacen factibles el flujo de datos entre los nodos y clientes de una red.

Las redes inalámbricas mesh networks (WMNs) consiste en dos tipos de nodos los enrutadores y los clientes, donde los enrutadores tienen movilidad mínima y forma el “backbone”. Estas redes pueden integrarse a otras como Internet, IEEE 802.11<sup>1</sup>, IEEE 802.15<sup>2</sup>, IEEE 802.16<sup>3</sup>

Estas redes solucionan las limitaciones y mejora el rendimiento de las redes ad-hoc.

Debido a que los equipos móviles se conectarían a distintos puntos de accesos en lugar de uno solo, se aumenta el ancho de banda que puede tener cada cliente, resulta más estable ya que si se cae un nodo puede seguir funcionando.

Estas características aportan grandes ventajas en la red como son robustez, fiabilidad y mantenimiento fácil de redes. En las redes mesh se obtiene mayor flexibilidad ya que los nodos normalmente están equipados con múltiples interfaces que pueden ser de diferentes tecnologías de acceso inalámbrica.

---

<sup>1</sup> 802.11, Es un estándar que define las características de una red de área local de tipo inalámbrica (ISO/IEC 8802-11)

<sup>2</sup> 802.15, Especializado en redes inalámbricas de área personal (wireless personal área networks, WPAN)

<sup>3</sup> 802.16, Especializado en redes de acceso metropolitanas inalámbricas de banda ancha fija (Wimax).

## **CAPITULO 1**

### **PLANTEAMIENTO DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA.**

#### **1.1 Planteamiento de Problema**

En la actualidad los sistemas de comunicación evolucionan a un ritmo muy rápido y las comunicaciones tradicionales tienen la necesidad de mejorar. La implementación de una red inalámbrica facilita la transferencia de la información sin utilizar cables.

El avance tecnológico a nivel de Latinoamérica se ha desarrollado notablemente en todas las áreas y campos, cada vez hay más aplicaciones y servicios que requieren una mayor capacidad, y sobre todo seguridad en la transmisión de la información.

En muchos países del mundo y en Ecuador, las redes inalámbricas forman un elemento clave en la industria de telecomunicaciones. Han sido de gran ayuda al dar servicios en lugares de difícil acceso.

En Guayaquil las redes inalámbricas WLAN (Wireless Local Area Networks), desempeñan un papel importante en las comunicaciones y se han convertido en una excelente alternativa para brindar conectividad en los lugares donde es imposible brindar una red cableada.

La Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil cuenta con una red inalámbrica, pero en la actualidad se presenta una baja cobertura en algunas áreas tanto interna como externa por lo que se ha recurrido a la instalación de varios routers cada uno con una red diferente. Esto hace que tengamos distintas redes en la universidad y al cambiarnos de área tenemos que elegir otra red con mejor señal para conectarnos e ingresar la clave respectiva de manera manual en nuestros equipos.

Los profesores actualmente utilizan la misma red inalámbrica de los alumnos. Para la administración o configuración de los routers, se debe ingresar a cada uno de manera independiente.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Es factible la implementación de tecnologías mesh en las comunicaciones inalámbricas de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil para el 2017?

## **1.3 Objetivo general**

Determinar como la infraestructura de las comunicaciones inalámbricas incide al utilizar la tecnología tipo mesh mejorando la cobertura de las comunicaciones inalámbricas en la universidad.

## **1.4 Objetivos específicos**

- Identificar qué tipo de infraestructura inalámbrica utiliza la universidad para verificar sus puntos de operatividad.
- Analizar los componentes y la cobertura para optimizar y mejorar los servicios en las comunicaciones inalámbricas.
- Proponer la estructura de las comunicaciones inalámbricas operando con tecnología tipo mesh.

## **1.5 Alcance del problema**

Este proyecto tiene como finalidad diseñar las comunicaciones inalámbricas de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, basados en tecnología mesh, proponiendo una óptima configuración e instalación de los equipos inalámbricos.

## **1.6 Hipótesis**

¿Con el diseño de la red inalámbrica basada en la tecnología mesh, permitirá optimizar la calidad de servicio en las comunicaciones inalámbricas en la Uteg?

## 1.7 Justificación

El crecimiento de las redes inalámbricas en diferentes ámbitos es hoy una realidad que ofrece grandes posibilidades de conectividad. En la actualidad, se ha aumentado significativamente el uso de esta tecnología, viendo una gran ventaja en las empresas para ofertar algún tipo de servicio a sus usuarios.

Las comunicaciones en malla pueden llegar abarcar grandes zonas de cobertura, explorando la capacidad de múltiples saltos por cada uno de los nodos que la componen, volviendo a la red flexible y robusta con costos de operación bajo en comparación con las redes inalámbricas centralizadas.

Implementar la tecnología mesh en las comunicaciones inalámbricas en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, ayudaría a mejorar el servicio de conectividad de los estudiantes, docente y demás personal en la universidad, como también permitiría profundizar y consolidar los conocimientos adquiridos durante mis estudios en la carrera de Gestión de Telecomunicaciones realizadas en esta universidad.

Este tema es relevante porque permite combinar más de un protocolo de comunicación como a su vez poder estudiar el funcionamiento de cada uno de ellos para la aplicación de sus mejores características en las comunicaciones inalámbricas en la Universidad Tecnológicas Empresarial de Guayaquil.

## 1.8 Delimitación del Problema

**Campo:** Ingeniería en Gestión de Telecomunicaciones

**Área:** Telecomunicaciones

**Delimitación espacial:** Esta investigación se realizará en la Universidad Tecnología Empresarial de Guayaquil.

**Delimitación Temporal:** El presente proyecto de investigación tendrá una duración de 12 meses, a partir de que este aprobado por el Consejo de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.

## **CAPITULO 2**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes investigativos**

El presente Trabajo investigativo, no ha sido realizado como proyecto de tesis por los estudiantes de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, no proyectos relacionados sobre redes mesh en la biblioteca de la universidad.

Sin embargo al analizar otros trabajos de investigación realizado en otras instituciones de educación superior, “Diego V”, en su trabajo de denominado, “Red Inalámbrica tipo Malla (WNM) estándar 802.11 de transmisión y la optimización de cobertura en los colegios de la provincia de Tungurahua.”, al hablar sobre este tipo de redes malladas concluye que “Se realizó un estudio de las redes inalámbricas WNM analizando su arquitectura y seleccionando el equipamiento necesario para implementar la red, logrando reducir los costos de acceso a internet brindado un óptimo servicio”

De acuerdo a la conferencia sobre red mesh para campus universitario, realizada en Bolivia y ver realizado el proyecto en una universidad muestra el diseño de la red y su estructura, enfatizando en los puntos más relevantes que se deben de considerar al realizar la implementación de las redes mesh. (Dobladez, 2015).

(Montenegro, 2009) En su libro. “Redes Inalámbricas Malladas” Indica que “Las redes inalámbricas de área local (WLAN) han demostrado con creces su eficiencia, y sus estaciones base (AP) son comunes en grandes áreas públicas. La planificación de redes se ha considerado como una tarea esencial para reducir costes. Los propios usuarios pueden controlar las WLANs, a nivel de aplicación y transporte, creando lo que se ha dado en llamar redes de usuarios”.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

## 2.2 Definición de las Variables

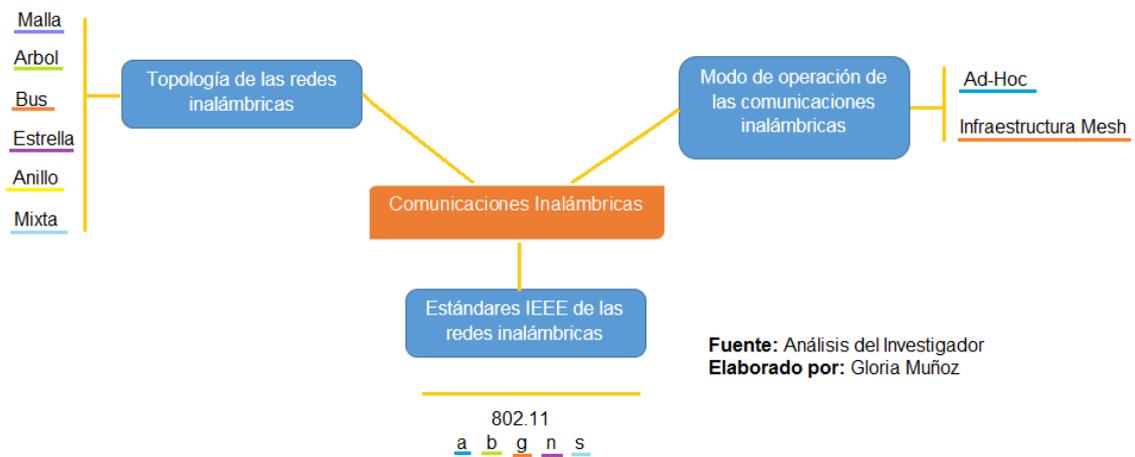
**GRAFICO 1.-INCLUSIONES CONCEPTUALES**



Fuente: Análisis del Investigador  
Elaborado por: Gloria Muñoz

## 2.3 Constelación de la variable independiente

**GRAFICO 2.-CONSTELACIÓN DE IDEAS DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE.**



Fuente: Análisis del Investigador  
Elaborado por: Gloria Muñoz

## 2.4 Constelación de la variable dependiente



## 2.5 Comunicaciones Inalámbricas

El término comunicaciones inalámbricas se emplea para referirse al conjunto de sistemas de telecomunicaciones y tecnologías asociadas que utilizan el espectro radio eléctrico como vehículo de la comunicación. (Telecomunicaciones, 2014)

Dentro de las comunicaciones inalámbricas y en el ámbito de las telecomunicaciones cabe distinguir las siguientes categorías:

- Comunicaciones móviles
- Comunicaciones por satélite.
- Acceso Inalámbrico fijo.

Comunicaciones móviles, permite que un usuario pueda utilizar servicios de telecomunicaciones mientras se desplaza a lo largo de un territorio. Las comunicaciones por satélite, en esencia, un repetidor colocado en órbita. Consiste en reflejar los datos que se le envían desde una estación terrestre hacia unos terminales instalados en el territorio al que el satélite da cobertura.

Acceso Inalámbrico fijo, son aquellos que utilizan el espectro radioeléctrico como medio para establecer la conexión entre la red de telecomunicaciones y el domicilio del cliente. Se les conoce también con otros nombres como “bucle de acceso local vía radio”, “bucle local inalámbrico” o “sistemas de acceso inalámbrico punto-multipunto” también aparece en ocasiones bajo los acrónimos ingleses FWA (Fixed Wireless Access) o WLL (Wireless Local Loop).

## **2.6 Redes Inalámbricas**

“Las redes inalámbricas wireless (wireless network) son redes sin cables que se suelen comunicar por medios no guiados a través de ondas electromagnéticas.” (Joaquín Andreu, 2005).

Las redes inalámbricas son aquellas que carecen de cables. Gracias a las ondas de radios se logra la comunicación entre los diferentes puntos de accesos.

Red inalámbrica es un término que se utiliza en informática para designar la conexión de nodos sin necesidad de una conexión física mediante ondas electromagnéticas. La recepción y la transmisión se realizan a través de puertos. Existen básicamente tres divisiones de redes inalámbricas.

- Larga distancia.
- Media distancia.
- Corta distancia.

Largas distancias, se utilizan para transmitir información desde una misma ciudad o hasta varios países

Media distancia, se utilizan en distancias cortas como barrios o conjuntos residenciales.

Cortas distancias, Se utilizan en redes corporativas en uno o varios edificios cercanos.

## **2.7 Tipos de redes**

### **2.7.1 Wireless Personal Área Network (WPAN)**

Red de área personal es una red conformada por una pequeña cantidad de equipos, establecidos en una distancia corta. Este tipo de red permite que la comunicación sea rápida y efectiva. Sus implementaciones se basan en enlaces infrarrojos, bluetooth y ZigBee.

Este tipo de redes tiene como característica su baja complejidad en su diseño y bajos costos. (Wikipedia, 2016)

### 2.7.2 Wireless Local Área Network (WLAN)

Las redes WLAN se utilizan en un área geográfica limitada, como son oficinas o edificios. Se logra una conexión rápida, donde todos tienen acceso a la misma información y dispositivos de manera sencilla. En redes LAN podemos encontrar tecnologías basadas en HiperLAN2 un estándar actualizado del grupo ETSI, o tecnología basada en Wi-Fi que sigue o compite en este aspecto con la versión a la del IEEE 802.11.

### 2.7.3 Wireless Metropolitan Area Network (WMAN).

Las redes WMAN tienen un alcance de 4 a 10 kilómetros, muy útiles en compañías de telecomunicaciones. En las redes WMAN se encuentran tecnología basadas en WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access, o en español Interoperabilidad Mundial para Acceso con Microondas), un estándar basado en la norma IEEE802.16. WiMAX tiene más cobertura y ancho de banda comparado con Wi-Fi. (Wikipedia, 2016)

### 2.7 4 Wireless Wide Area Network

Usa tecnología de red celular de comunicaciones móviles WiMAX, UMTS, EGDE, HSPA, 3G, 4G. También en tecnología digital para móviles GPRS

En la tabla 1 se puede ver una comparativa de las principales características de la tecnología WPAN, WLAN y WMAN.

**TABLA 1.- COMPARACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS WPAN, WLAN, WMAN**

	Tecnología	Frecuencia	Distancia	Velocidad	Obstáculos
<b>WPAN</b>	Bluetooth	2.4 GHz	10 m	3 Mbps	No
	Infrarrojo	1.9 GHz	200 m	2 Mbps	Si
	DECT	3 a 6 GHz	2 m	16 Mbps	No
<b>WLAN</b>	WiFi	2,4 y 5 GHz	300 m	500 Mbps	Si
	HomeRF	2.4 GHz	50 m	100 Mbps	Si
	hiperLAN	5 GHz	50 m	10 Mbps	Si
<b>WMAN</b>	LMDS	28 GHz	35 Km	8 Mbps	No
	Wimax	2-11 GHz	50 km	70 Mbps	Si

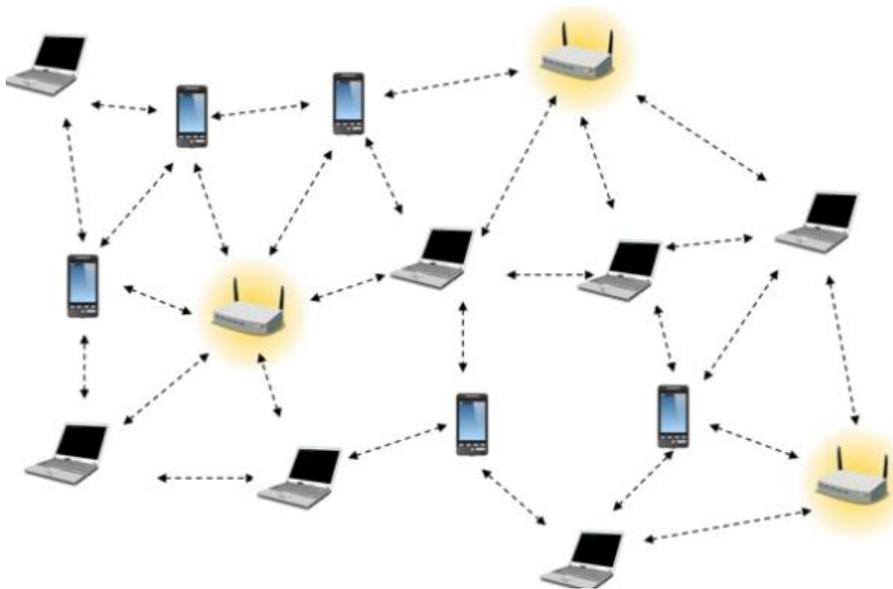
**Fuente:** Análisis del Investigador  
**Elaborado por:** Gloria Muñoz

## 2.8 Redes AD-HOC

También es conocido como redes de punto a punto, todos los nodos de una red ad-hoc se pueden comunicar entre los clientes directamente. En una red ad-hoc el rendimiento es menor a medida que el número de nodos crece. (TSebastian Buettrich wire.less.dk, 2007)

Cada uno de los nodos debe de configurar su adaptador en el modo ah-hoc, su mismo número de canal y los mismos identificadores de la red.

**GRAFICO 4.- CONEXIÓN INALÁMBRICA MODO AD-HOC.**



**Fuente:** Internet

**Elaborado por:** (new redes, 2014)

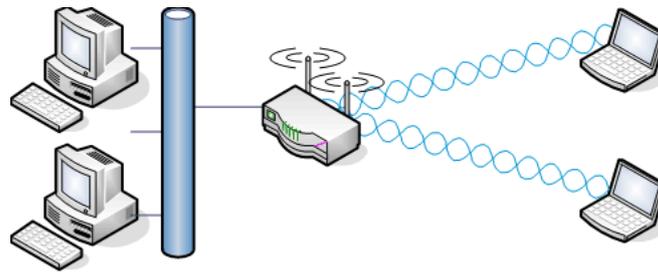
## 2.9 Red de Infraestructura

No tiene un elemento central. Cada cliente inalámbrico se conecta a un punto de acceso a través de un enlace inalámbrico. Si el punto de acceso se conecta a una red Ethernet cableada, los clientes inalámbricos pueden acceder a la red fija a través del punto de acceso.

Para asegurar que se maximice la capacidad total de la red, se recomienda no configurar el mismo canal en todos los puntos de accesos que se encuentran en la misma red física.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 5.- CONEXIÓN INALÁMBRICA MODO INFRAESTRUCTURA**



**Fuente:** Internet

**Elaborado por:** Observatorio Tecnológico.

## 2.10 Punto a Punto

En los enlaces punto a punto son un elemento de infraestructura inalámbrica estándar. Pueden ser parte de la topología tipo estrella, de una simple conexión entre dos puntos o entre otras topologías. Un enlace punto a punto puede establecerse en modo infraestructura o modo ad hoc.

**GRAFICO 6.- CONEXIÓN DE UNA RED PUNTO A PUNTO**



**Fuente:** Internet

**Elaborado por:** (neoclan.net, 2010)

## 2.11 Topología de Redes Inalámbricas

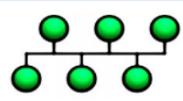
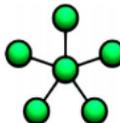
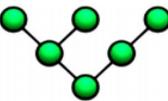
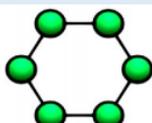
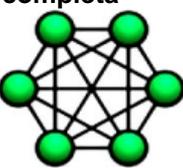
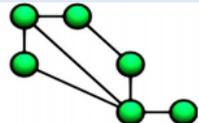
Una topología de red se refiere a las diferentes formas en las que se pueden interconectar los nodos. Existen dos formas de describir una topología de red.

**Topología Física:** Se refiere a la instalación y configuración de antenas, computadoras, cables, y otros dispositivos físicos de la red.

**Topología Lógica:** Se consideran a los métodos y al flujo de información que se trasmite entre nodos.

Para ellos debemos de elegir la mejor topología para las redes inalámbricas, que brinde las características necesarias para emplear de mejor manera nuestro proyecto. Las topologías más relevantes en redes inalámbricas son las mencionadas en la tabla n° 2.

**TABLA 2.-TOPOLOGÍA DE REDES INALÁMBRICAS**

Topología	Relevancia en redes Inalámbricas
<b>Bus o Barra</b> 	No aplicable generalmente. En esta topología cada nodo se conecta a todos los demás nodos. Donde un cable se conecta con los demás cables. Equivalente a una red malla completa operando en un canal único
<b>Estrella</b> 	Sí, esta es la topología estándar de una red inalámbrica.
<b>Línea (multiconcentrador)</b> 	Sí, con dos o más elementos. Una línea de dos nodos es un enlace punto a punto.
<b>Árbol</b> 	Sí, típicamente es usado por proveedores de internet inalámbricos.
<b>Anillo</b> 	Sí, Posible pero no es muy utilizable dentro de la industria.
<b>Malla completa</b> 	Sí, pero la mayoría son mallas parciales. Su rendimiento no decae cuando muchos usuarios utilizan la red.
<b>Malla parcial</b> 	Sí.

**Fuente:** Análisis del Investigador  
**Elaborado por:** Gloria Muñoz

## **Topología en Malla**

En este tipo de Topología cada nodo se conecta a uno o más nodos por medio de un tramado de cables. La información viaja de un nodo a otro por diferentes caminos.

Esta configuración permite que, si un nodo falla, los otros nodos interconectados sean el camino disponible para la información transmitida.

## **Ventajas**

- Debida a su configuración redundante, puede seguir operando si una conexión o punto de acceso falla.
- Posee caminos alternativos lo cual permite si conexión de datos con cualquier dispositivo.
- Todos los puntos de acceso están interconectados entre sí, independientemente respecto de la anterior.
- Seguridad y privacidad, al enviar un mensaje viaja a través de la conexión dedicada, solamente lo ve el receptor adecuado.

## **Desventajas**

- Debido a la redundancia el costo de la instalación es mucho más, debido a abundancia de cableado y gran número de conexiones requeridas.
- Es más costosa y difícil de configurar.

### **2.12 Seguridad en redes**

La tecnología inalámbrica en la actualidad está generando el aumento de desarrollo de productos para redes WMN. También están mejorando la estandarización en interoperabilidad de las redes existentes.

### **2.13 Estándar IEEE 802.11**

Sus siglas en inglés The Institute of Electrical and Electronics Engineers (Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos).

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**TABLA 3.- TABLA DE ENMIENDAS 802.11**

Estándar	Frecuencia	Técnica de Modulación	Tasa de transmisión nominal	Descripción
<b>802.11a</b>	5 GHz	OFDM	54 Mbps	8 Canales no solapados. No ofrece QoS
<b>802.11b</b>	2.4 GHz	DSSS, CCK	11 Mbps	14 Canales solapados
<b>802.11g</b>	2.4 GHz	OFDM, CCK, DSSS	54 Mbps	14 Canales solapados. Compatibilidad con el 802.11b
<b>802.11n</b>	2.4 GHz	OFDM	360/600 Mbps	En este estándar se agrega el concepto de Mimo que permite mejorar el rendimiento mediante multiplexación espacial.
<b>802.11s</b>	2.4 GHz y 5 GHz			Pretende responder a la fuerte demanda de infraestructuras WLAN móviles con un protocolo para la autoconfiguración de rutas entre puntos de acceso mediante topologías multisalto

**Fuente:** Análisis del Investigador  
**Elaborado por:** Gloria Muñoz

### **Estándar 802.11a -Transmisión de datos en la banda de 5Ghz a alta velocidad**

Consigue velocidades de 54Mbps, llegando a alcanzar hasta los 108Mbps. Trabaja en la banda de 5GHz.

### **Estándar 802.11b -Transmisión de datos en banda de 2.4 Ghz.**

Opera en la banda de frecuencia de 2,4GHz. Su velocidad de transmisión es de 11Mbps. Es muy sensible a interferencias con otras tecnologías inalámbricas.

### **Estándar 802.11g – Transmisión de datos adicional banda 2.4 Ghz.**

Es compatible con equipos 802.11b, es prácticamente su evolución opera en la banda de 2,4GHz y tiene velocidades de 5Mbps

### **Estándar 802.11n – Transmisión de datos – Altas velocidades (MIMO)**

Su velocidad es de hasta 600 Mbps, opera en las bandas 2,4GHz y 5,4Ghz. En este estándar se introduce el concepto de MIMO (Multiple Input, Multiple Output).

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

Multiples-entradas, multiples-salidas. Es decir, varios transmisores y múltiples receptores.

### **Estándar 802.11s- Redes Mesh**

Es desarrollado para redes tipo mesh, pretende responder a la fuerte demanda de infraestructuras WLAN móviles con protocolo de autoconfiguración mediante multisalto. Esta topología constituirá un WDS y deberá soportar el tráfico unicast, multicast y broadcast. Trabaja en la capa física.

Este estándar desarrolla una extensión para redes mesh. En su forma actual, 802.11s añade las necesarias funciones para la selección de la ruta, el redireccionamiento de marco más multiples saltos inalámbricos, también añade un marco de seguridad descentralizada y conceptos de ahorro de energía.

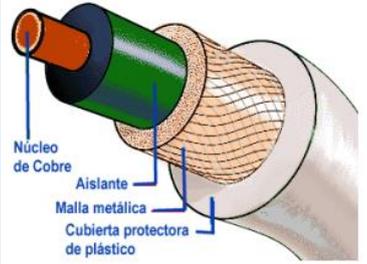
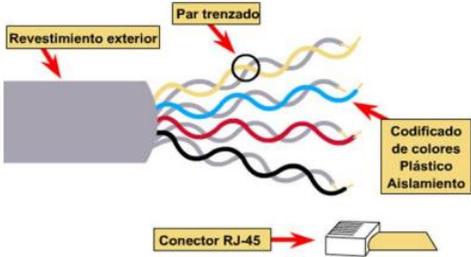
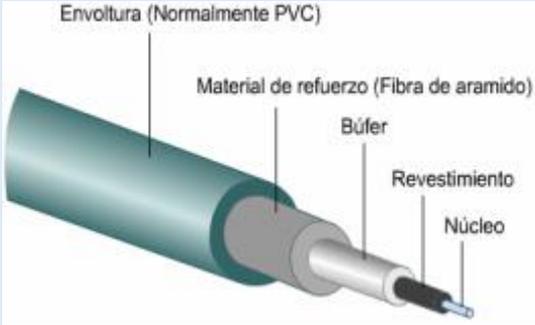
### **2.14 Medios de transmisión**

Los medios de transmisión de acuerdo a su estructura física pueden ser guiados y no guiados. Están constituidos por los enlaces que interconectan los diferentes equipos de red y a través de ellos se transporta la información desde un punto a otro. (Andrew S. Tanenbaum, 2012).

#### **2.14.1 Alámbricos**

Los medios de transmisión alámbricos son alambres o fibras que conducen luz o electricidad. En la tabla 4 se muestran algunas características de ellos.

**TABLA 4.- MEDIOS DE TRANSMISIÓN ALÁMBRICOS.**

Tipo	Descripción
<p><b>Coaxial</b></p>  <p>Núcleo de Cobre Aislante Malla metálica Cubierta protectora de plástico</p>	<p>Tiene un hilo de cobre rodeado por un aislante, una malla de cobre y una cubierta externa.</p> <p>El núcleo trasporta señales eléctricas que forma la información.</p>
<p><b>Par Trenzado</b></p>  <p>Revestimiento exterior Par trenzado Codificado de colores Plástico Aislamiento Conector RJ-45</p>	<p>Está formado por dos alambres de cobre cubiertos por un plástico que son trenzados cada uno contra otro.</p> <p>Cuando uno o más pares trenzados son combinados en un jacket común, se forma un cable de par trenzado.</p>
<p><b>Fibra óptica</b></p>  <p>Envoltura (Normalmente PVC) Material de refuerzo (Fibra de aramido) Búfer Revestimiento Núcleo</p>	<p>Capaz de conducir rayos ópticos, posee capacidades de transmisiones en enormes, del orden de miles de millones de bits por segundo.</p> <p>Existen dos tipos que son monomodo y multimodo</p>

**Fuente:** Análisis del Investigador

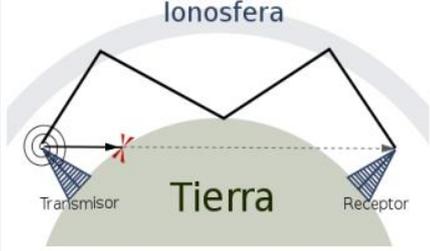
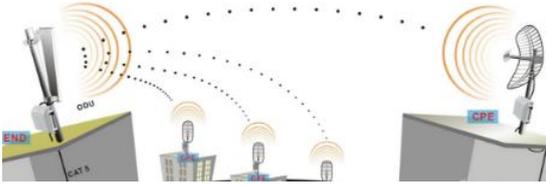
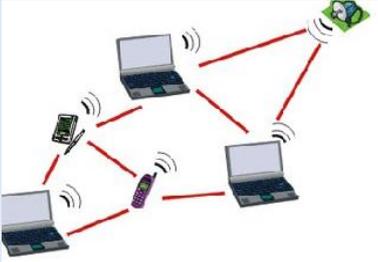
**Elaborado por:** Gloria Muñoz

### 2.14.2 Inalámbricos

Las transmisiones de datos se dan vía radio, microondas, láser o infrarrojos. La opción inalámbrica es una solución cuando el costo de realizar una infraestructura por cable es muy superior o cuando se requiere “movilidad”. (Barcell, 2009)

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**TABLA 5.- MEDIOS DE TRANSMISIÓN INALÁMBRICOS**

Tipo	Descripción
<p><b>Ondas de radio</b></p> 	<p>Se utilizan para transmitir información en grandes distancias a través del aire, Son empleadas en sistemas de televisión y radio. Su frecuencia va desde 50 Mhz a los 3000 Mhz.</p>
<p><b>Microondas</b></p> 	<p>Se especializan en elevado ancho de banda. Utilizan Antenas parabólicas y de tambor. Su frecuencia esta entre 3Ghz y los 300Ghz.</p>
<p><b>Infrarrojos</b></p> 	<p>Permiten comunicaciones para pequeñas distancias, los puntos de conexión deben ser siempre visibles. Su campo de aplicación es limitado.</p>

**Fuente:** Análisis del Investigador

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

## 2.15 Arquitectura de Red.

La arquitectura de malla sostiene la intensidad de la señal mediante las largas rupturas a distancias, en una serie de saltos más cortos. Los nodos intermedios no solo aumentan la señal, también realizan un enrutamiento.

La arquitectura de una WMN se clasifica en:

**WMN de Infraestructura/Backbone:** Se forma utilizando diversas tecnologías inalámbricas, pero la más utilizada es la 802.11. Si alguno de los enrutadores mesh cuenta con funciones de Gateway, se puede brindar acceso a internet al cliente mesh.

**WMN de Cliente:** Se establece conexión punto a punto entre los clientes, no es necesaria la presencia de un enrutador mesh. Es conocida como una red ad-hoc convencional

**WMN Híbridas:** Se combina las WMN de infraestructura y las de cliente, tienen mayor cobertura, ya que los clientes se pueden conectar a la red por medio de los enrutadores mesh directamente o mediante conexiones de otros clientes.

## **2.16 Redes Mesh**

Denominadas redes de malla inalámbrica, se mezclan dos topologías de red como son infraestructura y ad-hoc. Los Enrutadores tipos malla forman un backbone inalámbrico de la red.

Los clientes mesh se conectan a la red a través de los enrutadores mesh. Existen muchos equipos que pueden ser utilizados como clientes mesh como pueden ser, laptop, computadoras de escritorio, PDA, teléfonos. (Joaquín Chung, 2013)

### **Mesh Dual**

Se compone de una red con acceso de backbone de 5Ghz donde todos los AP van conectados entre sí y una red de acceso de 2.4Ghz para cliente de dispositivos móviles como son Laptop Smartphone. (Dobladez, 2015)

## **2.17 Router**

Significa Ruteador, se trata de un dispositivo utilizado en redes de área local (LAN-Local Area Network), una red local es aquella que cuenta con una interconexión de computadoras relativamente cercanas, por medio de cables. El router permite la interconexión de redes LAN y su función es la de guiar los paquetes de datos para que fluyan hacia la red correcta e ir determinando que caminos son los más cercanos para llegar a su destino.

## **2.18 Access Point**

En español significa punto de acceso. Se trata de un dispositivo utilizado en redes inalámbricas de área local (WLAN- Wireless Local Area Network), una red local inalámbrica es aquella que cuenta con una interconexión de computadoras relativamente cercanas, sin necesidad de cables, estas redes funcionan a base

de ondas de radio específicamente. Se encarga de ser una puerta de entrada a la red inalámbrica en un lugar específico y para una cobertura de radio determinada, para cualquier dispositivo que solicite acceder, siempre y cuando esté configurado y tenga los permisos necesarios.

Los access points, pueden funcionar en tres tipos de modo diferentes:

**Modo maestro (Root)**, Múltiples usuarios acceden al punto de acceso al mismo tiempo.

**Modo Repetidor (Repeater)**, Se usa para extender la señal, se reemplaza el punto de acceso en modo repetidor dentro del área de un punto de acceso en modo root. La señal del access point maestro se extenderá con igual fuerza a través de este repetidor mejorando el alcance de la señal

**Modo Puente (Bridge)**, Se realiza un puente inalámbrico entre dispositivos. Cuando dos AP están en modo bridge, solo hablan entre ellos.

Existen diferencias entre usuarios móviles y un usuario roaming. Un usuario móvil es el que está conectado al mismo punto de acceso. Un usuario roaming se mueve del área de cobertura de un Access Point (celda) a otro Access Point distinto.

### **2.18.1 Access point virtuales**

Una tarjeta física inalámbrica se le pueden generar o configurar dos redes en paralelo de manera lógica, estas se encuentran relacionada con la misma interfaz física. La parte física se refiere a misma frecuencia, banda y la parte lógica se refiere a crear SSID nuevo.

Una de las principales ventajas que tienen los AP virtuales es que me permite levantar dos WDS en paralelo en un mismo equipo. (Dobladez, 2015)

### **2.19 Red de área local virtual (Vlans)**

Acrónimo de virtual LAN (red de área local), se utiliza para crear redes independientes de manera lógica dentro de la red física. Ayudan a reducir el tamaño del dominio de difusión teniendo mayor control en la administración.

Existen varios tipos de vlans dependiendo de la conmutación y el nivel.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

- Vlan de nivel 1, Se define según los puertos de conexión
- Vlan de nivel 2, Se define según las direcciones MAC de las estaciones
- Vlan de nivel 3, en este nivel tenemos vlans basadas en la dirección de red (según la dirección IP) y basadas en protocolos (según el protocolo de la red)

## **2.20 Sistemas de Distribución Inalámbrico (WDS)**

Su sigla en inglés significa “Wireless Distribution System”, es una topología que tiene plena conectividad bidireccional entre sus nodos. Permite que una red inalámbrica pueda ser amplificada mediante múltiples puntos de acceso. Es similar al modo repetidor, pero con la salvedad de que hay que especificar las MAC (direcciones físicas) de los puntos de acceso a conectar. Todos los puntos de accesos deben de estar configurados para utilizar un mismo canal central y compartir las claves de red.

En este modo, todos los nodos de la red (punto de acceso), no tienen un único camino a otros nodos, debido a que pueden tener acceso a otra red con otros nodos, es decir todos son puntos de acceso. El concepto mesh tiene algunos modos como son, full mesh, mesh parcial y Hybrid Mesh. (Moghadam, 2013)

En Router Mikrotik aconsejo que se puede configurar en dos modelos:

**Modelo 1:** Wireless Mesh WDS con el acoplamiento de interfaz

**Modelo 2:** Wireless Mesh WDS con el puente del interfaz

## **2.21 Rapid Spanning Tree Protocol RSTP**

Protocolo de nivel de enlace de datos de la segunda capa del modelo OSI, dedicado a gestionar enlaces redundantes. Es la evolución del Spanning tree protocol (STP). Registrado en la IEEE 802.1w, reduce significativamente el tiempo de convergencia de la red cuando en la topología ocurre un cambio.

Los puertos de RSTP tienen los siguientes roles:

- **Raíz-** Es el puerto de envío elegido por la topología Spanning Tree
- **Designado-** Es el puerto de envío elegido para cada segmento de la red.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

- **Alternativo-** Es el camino alternativo hacia el puente raíz. Este camino es diferente al que usa el puerto raíz.
- **Respaldo-** Es el camino de respaldo/Redundante (de mayor costo) a un segmento donde hay otro puerto ya conectado.
- **Deshabilitado-** Es el puerto que no tiene una asignación o papel dentro de la operación de Spanning Tree.

Los estados de los puertos RSTP:

- **Learning-** Escucha los BPDUs y guarda información relevante.
- **Forwarding-** Una vez ejecutado el algoritmo para evitar bucles, los puertos activos pasan a este estado.
- **Discarding-** No recibe BPDUs por lo cual no se encuentran participando en la instancia activa de STP.

RSTP se encarga de monitorear la trayectoria del enlace:

- Si una dirección activa se cae, RSTP activa las direcciones redundantes.
- Configura de nuevo la topología de la red adecuadamente.

Características de RSTP:

- Cuando un enlace falla, el tiempo de convergencia lo disminuye de 30 o 60 segundos a milisegundos.
- Soporta redes extendidas, 2048 conexiones o 4096 puertos interconectados comparados con 256 puertos en STP.
- compatibilidad con STP.

## 2.22 Ancho de banda

Se denomina al conjunto de información o datos que puede enviar a través de una conexión de red en un periodo dado. Este generalmente en bits por segundo (Bps), kilobits por segundo (Kbps), o megabits por segundo (Mbps). Para señales analógicas, el ancho de banda es la longitud, medida en Hz, del rango de frecuencia en el que se concentra la mayor parte de la potencia de la señal. Puede ser calculado a partir de una señal temporal mediante el análisis de Fourier, también son llamadas frecuencias efectivas. (Valeria Jordán, 2010)

### **2.23 Frecuencias y canales**

En los estándar IEEE 802.11, se especificó los tres rangos de frecuencias disponibles para los dispositivos que desearan emitir de esta forma: 2.4 Ghz, 3.6 Ghz y 5 Ghz. La mayor parte de los dispositivos actuales operan en franja de frecuencias cercanas a los 2.4 Ghz. Cada rango de frecuencia fue subdividido en múltiples canales. Los equipos Wi-Fi en banda de 2.4, se dividieron en 11 canales utilizables, pero no son completamente independiente. El ancho de banda de la señal 22 Mhz es superior a la separación entre canales consecutivos 5 Mhz, por eso se hace necesaria una separación de al menos 5 canales con el fin de evitar interferencias entre las celdas adyacentes. En cada país y zona geográfica aplica sus propias restricciones al número de canales disponibles. En Norteamérica solo se utilizan los 11 primeros canales y en Europa se utilizan 13.

### **2.24 Backbone**

El backbone es usa para conmutar el tráfico entre las células y para conectar las estaciones base por medio de troncales de fibra óptica o backhaul inalámbrico.

La configuración es punto a punto basada topología estrella, cuando el concentrador central (hub), es responsable de modular y de modular el volumen de tráfico agregado en una situación central y distribuirlo seguidamente como una señal analógica sobre los enlaces de fibra en las estaciones base. Esto es atractivo cuando es pequeño el número de estaciones base, el costo del despliegue es significativo cuando el número de estaciones bases mayor y estas necesitan ser conectadas al hub central.

Otra alternativa es una configuración híbrida, que involucra anillos y conexiones de radio punto a punto, integrando la alta fiabilidad de la infraestructura de los anillos y la flexibilidad, portabilidad y el crecimiento modular de las conexiones de radio punto a punto. (Dennisse Mier, 2013)

### **2.25 Protocolo de Ruteo**

Se establece una ruta óptima para una instancia de comunicación desde una fuente o un destino. La ruta debe optimizar en lo posible el conjunto de

parámetros, como el retardo de tránsito, el número de saltos, el tamaño de las colas, el caudal de salida.

Las decisiones de encaminamiento son incrementables. El nodo debe de decidir a qué nodo adyacente debe transmitir los datos, quedando establecida la ruta.

### **2.25.1 Métrica de la red.**

Una de las meticas de la red puede ser el número de salto para ir de un nodo a otro, aunque no es una metica óptima ya que supone 1 para todos los enlaces. También la medición del retardo de tránsito entre nodos vecinos, expresada en unidades de tiempo y sus valores dependen del tráfico de la red, es decir no son constante.

### **2.25.2 Mejor ruta**

Una mejor ruta se define por las siguientes condiciones.

- Se fija en mantener acotado el retardo entre los pares de nodos de la red
- Se fija en ofrecer altas cadencias efectivas independientemente del retardo medio de tránsito.
- Permite ofrecer el menor costo.
- El criterio más sencillo es elegir el camino más corto, es decir la ruta que pasa por el menor número de nodos, esto es una generalización del criterio del coste mínimo.

Los algoritmos de direccionamiento para redes wireless Ad-hoc existentes se clasifican: Proactivo, reactivo e hibrido.

### **2.25.3 Protocolo de ruteo de redes mesh.**

Es conocido como B.A.T.M.A.N. (Better Approach To Mobile Adhoc Networking). Fue desarrollado como una alternativa de OLSR. Debido a que los algoritmos comunes no se desarrollaban bien en redes ad-hoc, debido a fluctuaciones en la calidad del enlace. Cada protocolo encuentra una ruta óptima, pero muchos protocolos no reaccionan inmediatamente a los cambios de topología y los hace ineficiente.

B.A.T.M.A.N. muestra un nuevo enfoque, puede considerarse entre las ideas de AODV y OLSR para el descubrimiento de ruta. Todos los nodos difunden los mensajes originales de manera periódica que contienen la dirección del nodo más el número de secuencia y un TTL. Cuando un nodo recibe un MDS actualiza la tabla de enrutamiento entre ellos contienen los siguientes datos

- **Dirección origen:** La dirección de origen del remitente del mensaje de saludo.
- **Numero de escala actual:** Numero de secuencia del último mensaje saliente, se utiliza para detectar duplicados y la información obsoleta.
- **Ventanas correderas:** Se almacena en cada autor y cada tramo del anterior una lista de número de secuencia, es decir un vecino que le han transmitido o se originó el mensaje contestador.

### **Funcionamiento**

Detecta otros nodos B.A.T.M.A.N. y encuentra el mejor camino o ruta a los mismos. Informa a sus vecinos cuando detecta otros nuevos nodos. Es decir, cada nodo envía la llamada emisión, un mensaje general para todos de esa manera se informa a todos los nodos vecinos acerca de su existencia. Esto conduce la información a cada nodo en la red con el fin de encontrar la mejor ruta para un cierto nodo. Este protocolo cuenta los mensajes de origen que han sido recibidos y los registros de donde fueron emitidos dichos mensajes.

De igual manera que el protocolo de vector distancia, pero a diferencia de los protocolos de estado de enlace, este protocolo no trata de determinar la forma general, sino que, mediante el uso del mensaje de origen solo utiliza el primer paquete en la dirección correcta.

### **2.26 Calidad de servicio (QoS)**

Es la capacidad que tiene una red para proporcionar un comportamiento adecuado del tráfico, cumpliendo los parámetros relevantes para brindar un óptimo servicio al usuario final. Asegurando una correcta entrega de la información en uso eficiente de los recursos, seleccionado un tráfico específico priorizando la importancia de utilización de métodos de control de la red.

## 2.27 Escenarios de aplicabilidad

Se puede aplicar en los diferentes escenarios:

- **Mesh Comunitaria:** En acceso a internet compartido, seguridad vecinal y vigilancia, respuestas médicas y de emergencia.
- **Mesh municipal:** En ciudades, zonas comerciales como puntos de información a la ciudadanía, internet municipal, comunicación permanente entre distintos organismos como son hospitales, bomberos, etc.)
- **Mesh Hogar:** En sistemas de inteligencia ambiental dentro del hogar, equipos de audio y video, teléfono móvil y fijo, laptops e interruptores inteligentes.
- **Mesh Espontanea:** En llamadas peer-to-peer, servicios de datos, voz y video momentáneo.
- **Campus Mesh:** Instituciones o campus educativos.

## **CAPITULO 3**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1 Enfoque y tipo de investigación**

La investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno. Hernández, Fernández, Baptista, (2010)

Los enfoques que se puede tener una investigación son cuantitativos y cualitativos. Los cuantitativos se basa en la medición numérica y los cualitativos utiliza la recolección de datos sin medición numérica. El proyecto en mención tiene un enfoque de investigación tipo mixto.

Nuestra investigación se basa en el tipo descriptivo, como menciona Hernández, Fernández, Baptista, (2010) *es describir situaciones y eventos. Es decir, únicamente pretenden medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables. Busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.*

Por lo tanto, bajos estos conceptos nos enfocaremos en los proyectos ya realizando por empresas grandes de tecnologías como, por ejemplo: Cisco, Mikrotik, Zebra, proveedores como Telconet de manera local que ha implementado redes mesh en diferentes puntos entre otras, en diferentes tipos de sectores como son ciudades, empresas, y grandes universidades. Actualmente la ciudad de Guayaquil busca ser la primera ciudad digital en Sudamérica y está conectando sus puntos de accesos de conectividad inalámbrica con la tecnología mesh. Con estos estudios exploratorios partiremos para realizar este proyecto y profundizaremos en el análisis que involucra a la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil para fundamentar la viabilidad de nuestro proyecto

El objetivo será identificar los factores que influyen en las comunicaciones inalámbricas, la calidad del servicio, la rapidez en las conexiones y sobre todo la

cobertura en la universidad. Estos factores son considerados como variables que podrán medirse y adquirir valores con los que podremos sustentar nuestro proyecto.

- Según el objetivo: Aplicada
- Según los medios empleados: Documental
- Según el nivel de análisis: Descriptiva

### 3.2 Población

Se define como el conjunto de todos los individuos en los que se desea estudiar alguna propiedad o característica. (José María Sarabia, 2012).

Como menciona el autor la población es el total de elementos que se desea estudiar, en este caso la población fue tomada de los estudiantes de la modalidad presencial y semipresencial de las carreras de sistemas y de telecomunicaciones de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.

**TABLA 6.- POBLACIÓN**

<b>Carrera</b>	<b># de alumnos</b>
Telecomunicaciones	21
Sistemas	39
<b>Total</b>	<b>60</b>

**Fuente:** Análisis del Investigador

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

Equivalente al aproximado del 9,57% del total de los alumnos registrados en las diferentes carreras en sus dos modalidades.

### 3.4 Muestra

“La muestra se define como un subgrupo de la población. Para delimitar las características de la población” (Hernández Sampier, Fernández Collado, & Baptista Lucio, 2003).

Se determinó la muestra a través de la siguiente formula, puesto a que se conocía toda la población y las variables de estudio son cualitativas.

### Fórmula para calcular el tamaño de la muestra

Para calcular la muestra a menudo se utiliza la siguiente formula:

$$n = \frac{N\sigma^2Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2Z^2}$$

Dónde:

n= El tamaño de la muestra

N= Tamaño de la población

&= Desviación estándar de la población, suele utilizarse el valor constante de 0,5. Cuando no se tiene su valor.

Z= Valor obtenido mediante niveles de confianza. Como no lo tenemos tomaremos un valor constante en relación al 95% equivalente al 1,96.

e= Límite aceptable de error muestral, utilizaremos el 8%(0,08). Cuando no se tiene su valor se puede utilizar entre el 1%(0,01) y 9%(0,09).

N=60

&=0,5

Z=1,96

e=0,08

$$n = \frac{60 * 0.5^2 * 1.96^2}{(60 - 1) * 0.08^2 + 0.5^2 * 1.96^2}$$

$$n = 43,06$$

Para aplicar la encuesta se obtuvo una muestra de 44 personas, a las cuales se les va aplicar los cuestionarios.

### 3.5 Operacionalización de Variables

#### 3.5.1 Variable Independiente: Comunicaciones Inalámbricas

**TABLA 7.-VARIABLE INDEPENDIENTE**

Descripción	Categorías	Indicadores	Preguntas	Instrumento
Es aquella comunicación (emisor/receptor) no se encuentra unida por un medio de propagación físico, sino que se utiliza la modulación de ondas electromagnética a través del espacio.	Receptor Emisor Transmisión Redes Wi-Fi	Equipos Medios Utilizados Calidad de Servicio Capacidad Tecnológica	¿Qué tipo de enlace se emplea para la transmisión de datos en la Uteg? ¿Necesita la Uteg una red inalámbrica que solvete las necesidades de sus usuarios?	Entrevista con el personal de sistema de Uteg

**Fuente:** Análisis del Investigador

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

#### 3.5.2 Variable Dependiente: Cobertura

**TABLA 8.- VARIABLE DEPENDIENTE**

Descripción	Categorías	Indicadores	Preguntas	Instrumento
La cobertura se refiere a aquellas ubicaciones donde existe un punto de acceso	Medios de Transmisión Inalámbrico. Transmisión de Datos	Intensidad de las comunicaciones inalámbricas Medios no Guiados	¿Cuál es el mayor aspecto que afecta a la red actualmente? ¿Qué confiabilidad tiene la información transmitida entre los departamentos de la universidad? ¿Cuáles son las ubicaciones en donde están los puntos de acceso inalámbricos de los estudiantes?	Entrevista con el personal de sistema de la Uteg

**Fuente:** Análisis del Investigador

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

### **3.6 Técnicas y herramientas de recolección de información**

El marco metodológico de la selección del instrumento es muy importante y debe ser claro y se emplea para medir o registrar información.

Según Arias (2006), “Se entiende por técnica, el procedimiento o forma particular de obtener datos o información” como la observación directa, la encuesta en sus dos modalidades (entrevista o cuestionario), el análisis documental, análisis de contenido. La ejecución de una técnica lleva a la obtención de información, la cual debe ser guardada de tal manera que los datos puedan ser recuperados, procesados, analizados e interpretados posteriormente, Arias define “Un instrumento de recolección de datos es cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital)” (P.69).

#### **Herramientas a usar**

- Entrevista con el personal de sistema de la universidad  
Se realizará una entrevista con el personal de sistema de la universidad para recolectar información acerca de los recursos actuales que tienen en las comunicaciones inalámbricas de la universidad. (Anexo1 preguntas)
- Se realizará encuesta a los alumnos de la modalidad presencial y semipresencial de las carreras de sistemas y de telecomunicaciones de la universidad.  
Se realizará una encuesta a los alumnos, para medir actualmente la satisfacción con el servicio de comunicaciones inalámbricas.

Para Procesar y cuantificar los datos de la investigación se utilizarán

- Método estadístico
- Métodos Matemáticos
- Herramientas de apoyo

**Método estadístico:** Para determinar el tamaño de la muestra

**Métodos matemáticos:** Para ponderar y calcular los resultados.

**Herramientas de apoyo:** Se utilizan herramientas como Excel para realizar gráficos que muestren las tendencias de los resultados de cada pregunta,

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

también utilizaremos Wireshark para determinar patrones, picos o caídas de la conexión.

### 3.6.1 Plan para la recolección de la información

El plan de recolección de la información incluye lo siguiente:

Para procesar la información utilizaremos herramientas informáticas, en Excel diseñaremos las tablas y los gráficos de cada una de las preguntas encuestadas.

- Revisión de la información recogida.
- Tabulación de la información obtenida.
- Elaboración de gráficos y cuadros.

GRAFICO 7.- DIAGRAMA DE MUESTRA



En el análisis del resultado estadístico se destacará las relaciones fundamentales de acuerdo a los objetivos del tema.

- Interpretación de resultados obtenidos.
- Comprobación de la hipótesis.
- Conclusiones y recomendaciones.

### 3.6.2 Procesamiento y análisis de la información

#### Plan que se empleará para procesar la información recogida

Conocer con exactitud el problema es la clave para recopilar los datos y estudiar el problema, de manera que se asegura que los datos sean reales para procesarlos y obtener los resultados esperados.

### **Plan de análisis e interpretación de resultados.**

Los datos que se obtuvieron de la recolección de información constituyeron a tener un conocimiento amplio del problema para obtener los factores posibles que me permitan diseñar la red inalámbrica con tecnología mesh que permita mejorar la cobertura en la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.

## CAPÍTULO 4

### ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Análisis y Procesamiento de datos

El siguiente análisis corresponde a los resultados obtenidos de la encuesta realizada a 44 estudiantes de la carrera de sistemas y a estudiantes de telecomunicaciones de la modalidad presencial y semipresencial, los mismos que brindaron total disposición para colaborar con la encuesta y proporcionar la información a la actual condición de las comunicaciones inalámbricas.

La información fue tabulada y analizada de forma sistemática con las interrogantes planteadas, se realizan diagramas de pastel con su respectivo análisis donde se interpretarán los resultados de las encuestas.

4.1 Encuesta dirigida a:

Estudiantes de las carreras de telecomunicaciones y de sistemas: **44**

#### 4.1 Resultados de las encuestas

##### Pregunta N°1

1. Enumere en orden de frecuencia las redes a las que usted se conecta en la universidad, siendo 1 la más frecuente y 13 la menos frecuente y marque con un X en la jornada lo realiza.

TABLA 9.- PREGUNTA N°1 ENCUESTA A USUARIOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Uteg	15	34%
Aulas400-Postgrado	2	5%
Laboratorios-520-UTEG	13	30%
Admisiones-UTEG	0	0%
Pasillo-520-UTEG	4	9%
Biblioteca-UTEG-610	3	7%
2dopiso-610UTEG	1	2%
Admisiones-UTEG-520	0	0%
Casa-Rectoral-2	0	0%
Aulas-UTEG-520	3	7%
Postgrado-Aulas400	0	0%
402-Aula-UTEG	1	2%
Aulas-501	2	5%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

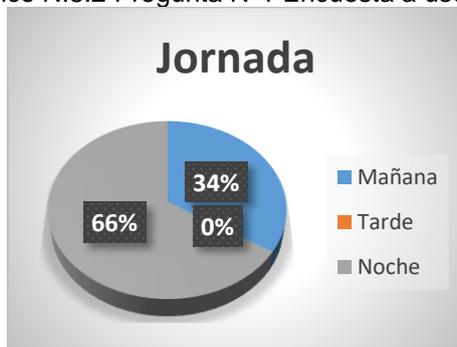
**GRAFICO 8.-PREGUNTA N°1 ENCUESTA A USUARIOS**



**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**Grafico N.8.2 Pregunta N°1 Encuesta a usuarios**



**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** De acuerdo a los usuarios encuestados, el 34% se conecta a la red Uteg, el 30% se conecta a la red de Laboratorios-520-UTEG, el 9% utiliza la red del pasillo-520-Uteg el 7% se conecta a la red de Aulas-UTEG-520 y a la de Biblioteca, el 5% utiliza la red de Aula400-Postgrado y Aulas-501, el 2% lo realiza en la red 2do piso-610UTEG y 402-Aula-UTEG. El 66% de los usuarios encuestados se conectan en la noche y el 34% también utiliza la red en la mañana.

**Interpretación:** Con esta pregunta podemos concluir que los estudiantes de las carreras de telecomunicaciones y de sistemas utilizan con mayor frecuencia la red de Uteg, Laboratorios-520-UTEG, Aulas-UTEG-520, Pasillo-520-Uteg. Estas redes se encuentran más cercas a las aulas de sus clases. En las noches hay una mayor carga de usuarios conectados a la red de estudiantes de la universidad.

## Pregunta N°2

2.- A su consideración, ¿Cuál es el mayor aspecto que afecta el rendimiento de la red de la universidad actualmente?

TABLA 10.- PREGUNTA N°2 ENCUESTA A USUARIOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Disponibilidad	5	11%
Cobertura	24	55%
Velocidad de navegación	15	34%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

GRAFICO 9.-PREGUNTA N°2 ENCUESTA A USUARIOS



Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** De los 44 usuarios encuestados, 24 equivalentes al 55% considera que el mayor aspecto que afecta a la red es la cobertura. El 34% considera que es un problema de velocidad de navegación. El 11% consideran que es un problema de disponibilidad de la red.

**Interpretación:** Gracias a las repuestas obtenidas en esta pregunta podemos ratificar él porque implementar tecnología mesh en las comunicaciones inalámbricas.

### Pregunta N°3

#### 3.- ¿Cómo calificas la conexión del internet inalámbrico en la universidad?

TABLA 11.- PREGUNTA N°3 ENCUESTA A USUARIOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Excelente	0	0%
Muy bueno	2	5%
Bueno	13	30%
Regular	12	27%
Deficiente	17	39%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

GRAFICO 10.-PREGUNTA N°3 ENCUESTA A USUARIOS



Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** De acuerdo a las encuestas realizadas a 44 usuarios, el 39% considera que el internet inalámbrico es deficiente, mientras que el 30% considera que es bueno, el 12% es regular y el 5% considera que es muy bueno.

**Interpretación:** Gracias a las repuestas obtenidas en esta pregunta podemos ratificar él porque implementar un cambio de diseño en las comunicaciones inalámbricas de la universidad.

## Pregunta N°4

### 4.- ¿La navegación dentro de la red interna de la universidad se realiza de manera rápida?

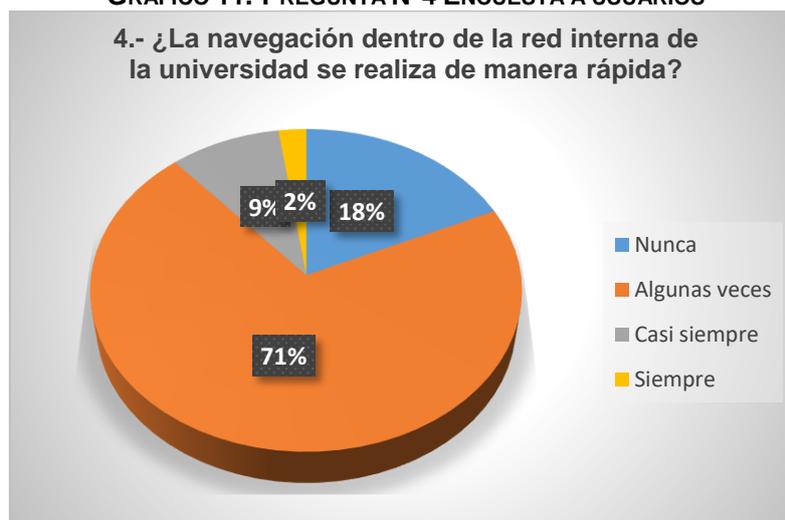
TABLA 12.- PREGUNTA N°4 ENCUESTA A USUARIOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Nunca	8	18%
Algunas veces	31	71%
Casi siempre	4	9%
Siempre	1	2%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

GRAFICO 11.-PREGUNTA N°4 ENCUESTA A USUARIOS



Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** Del total de los usuarios encuestados el 71% menciona que acceso en la navegación algunas veces es rápido, el 18% indica que nunca y el 9% menciona que casi siempre y solo el 2% considera que siempre es de manera rápida.

**Interpretación:** De los datos obtenidos se puede decir que la navegación en internet que tiene la universidad tecnológica empresarial en sus redes inalámbricas se encuentra algunas deficiencias que pueden mejorar con el nuevo diseño propuesto.

## Pregunta N°5

### 5. ¿Está usted de acuerdo que se bloqueen paginas sociales en las redes de la universidad?

TABLA 13.-PREGUNTA N°5 ENCUESTA A USUARIOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	35	80%
NO	9	20%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

GRAFICO 12.-PREGUNTA N°5 ENCUESTA A USUARIOS

5. ¿Está usted de acuerdo que se bloqueen paginas sociales en las redes de la universidad?



Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** Del total de los usuarios encuestados en 80% no está de acuerdo que se bloqueen las redes sociales, y el 20% están en total acuerdo que se bloqueen.

**Interpretación:** En este caso la mayoría de los usuarios no están de acuerdo que se bloqueen las redes sociales mientras que la minoría está de acuerdo porque el uso de estas, limita la trasmisión de información a otras dependencias.

## Pregunta N°6

### 6.- ¿Cuántas horas al día navega en el internet inalámbrico de la universidad?

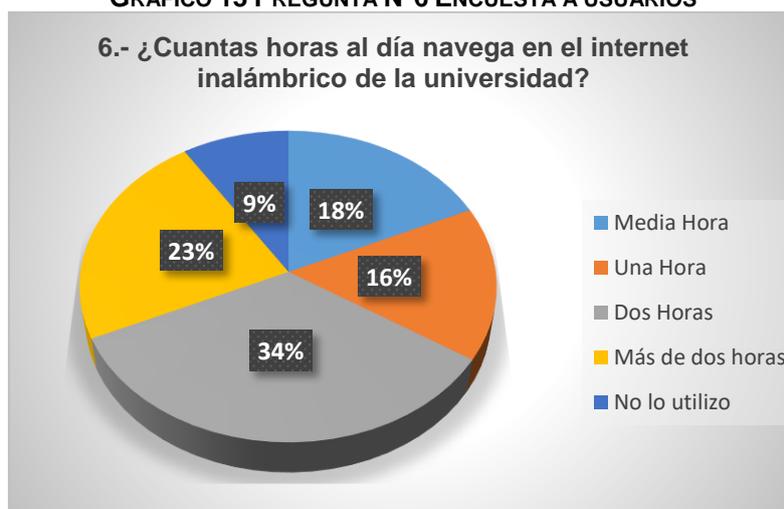
TABLA 14.- PREGUNTA N°6 ENCUESTA A USUARIO

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Media Hora	8	18%
Una Hora	7	16%
Dos Horas	15	34%
Más de dos horas	10	23%
No lo utilizo	4	9%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

GRAFICO 13 PREGUNTA N°6 ENCUESTA A USUARIOS



Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** Con los resultados de esta pregunta podemos observar que el 34% de los usuarios encuestados utiliza la red de la universidad por dos horas, el 23% más por dos horas, el 18% media hora, el 16% por una hora y el 9% no lo utiliza.

**Interpretación:** De acuerdo a los usuarios encuestados, la mayor parte de los usuarios utilizan la red de la universidad por una o dos horas, es decir utilizan la red inalámbrica de la universidad mientras están en clases.

## Pregunta N°7

### 7.- Enumere en orden de importancia los lugares en los que usted prefiere conectarse a la red inalámbrica

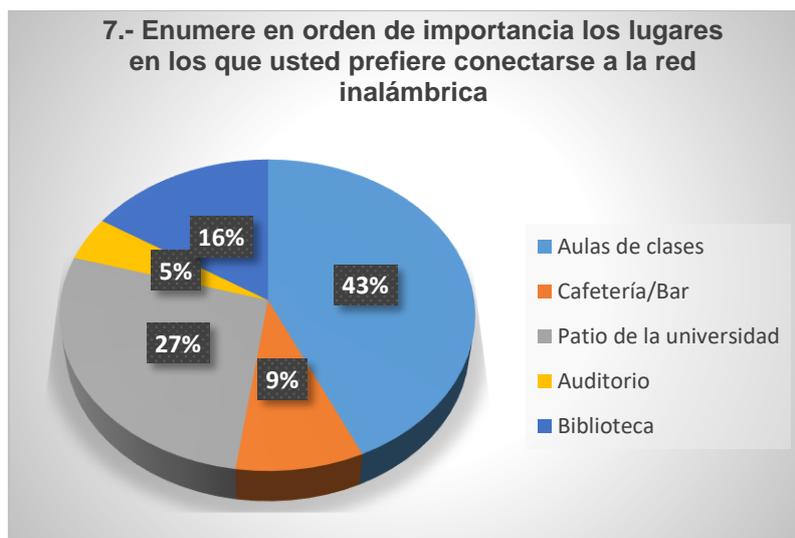
TABLA 15.- PREGUNTA N°7 ENCUESTA A USUARIOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Aulas de clases	19	43%
Cafetería/Bar	4	9%
Patio de la universidad	12	27%
Auditorio	2	5%
Biblioteca	7	16%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

GRAFICO 14.-PREGUNTA N°7 ENCUESTA A USUARIOS



Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** Según a lo indicado por los usuarios encuestados, el 43% se conecta en las aulas de clases, el 27% en el patio de la universidad y el 16% lo realiza en la Biblioteca, el 9% en la Cafetería/Bar y el 2% en el auditorio de la universidad.

**Interpretación:** Con esta pregunta podemos reducir la preferencia de los usuarios al conectarse en los diferentes lugares de la universidad siendo estos las aulas de clases y el patio de la universidad.

## Pregunta N°8

### 8.- ¿Seleccione los equipos que usted utiliza para conectarse a la red inalámbrica de la Uteg?

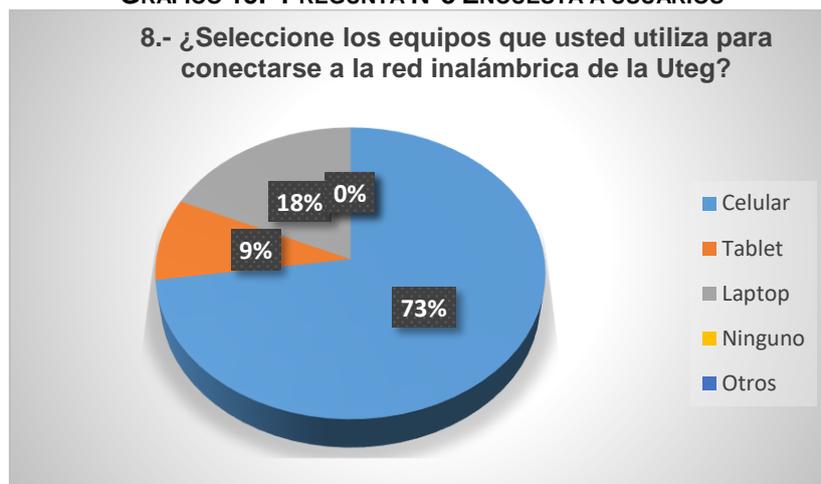
TABLA 16.- PREGUNTA N°8.-ENCUESTA A USUARIOS

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Teléfono	32	73%
Tablet	4	9%
Laptop	8	18%
Ninguno	0	0%
Otros	0	0%
Total	44	100%

Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

GRAFICO 15.- PREGUNTA N°8 ENCUESTA A USUARIOS



Fuente: Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

Autor: Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** El 73% de los usuarios utiliza su teléfono para conectarse a la red inalámbrica, mientras que el 18% utiliza su laptop y el 9% utiliza su Tablet.

**Interpretación:** Con esta pregunta podemos deducir que la mayor parte de los usuarios encuestados se conectan a la red de la universidad mediante sus teléfonos celulares, y el resto laptop y tablet.

## Pregunta N°9

**9.- ¿Consideras que es tedioso realizar cambio de red en tus dispositivos móviles cada vez que cambias de curso o edificio?**

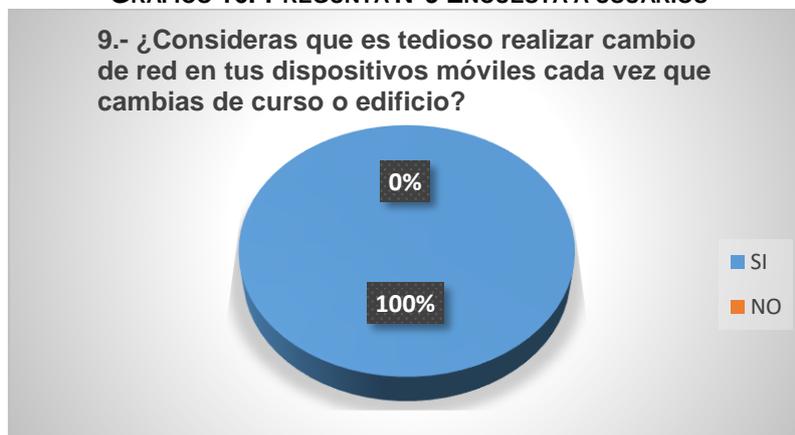
**TABLA 17.- PREGUNTA N°9 ENCUESTA A USUARIOS**

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
Si	44	100%
No	0	0%
Total	44	100%

**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**GRAFICO 16.-PREGUNTA N°9 ENCUESTA A USUARIOS**



**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** El 100% de los usuarios considera que es tedioso realizar el cambio de la red cuando se está desplazando por las diferentes áreas de la universidad.

**Interpretación:** Gracias a las repuestas obtenidas en esta pregunta podemos ratificar él porque implementar tecnología mesh en las comunicaciones inalámbricas.

## Pregunta N°10

**10. ¿Cree usted que al reestructurar la red inalámbrica existente en la universidad mejorará la conectividad en todas sus dependencias?**

**TABLA 18.- PREGUNTA N°10 ENCUESTA A USUARIOS**

INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	44	100%
NO	0	00%
Total	44	100%

**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**GRAFICO 17.-PREGUNTA N°10 ENCUESTA A USUARIOS**



**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** De conformidad a los resultados obtenidos, el 100% de los encuestados menciona que si se mejoraría la red inalámbrica reestructurando la red.

**Interpretación:** Estos resultados muestran que si se necesita una reestructuración de la red inalámbrica que permita mejorar la cobertura y la conectividad de sus dependencias.

## Pregunta N°11

**11.- ¿Te gustaría conectarte a una sola red y tener acceso en cualquier lugar de la universidad?**

**TABLA 19.- PREGUNTA N°11 ENCUESTA A USUARIOS**

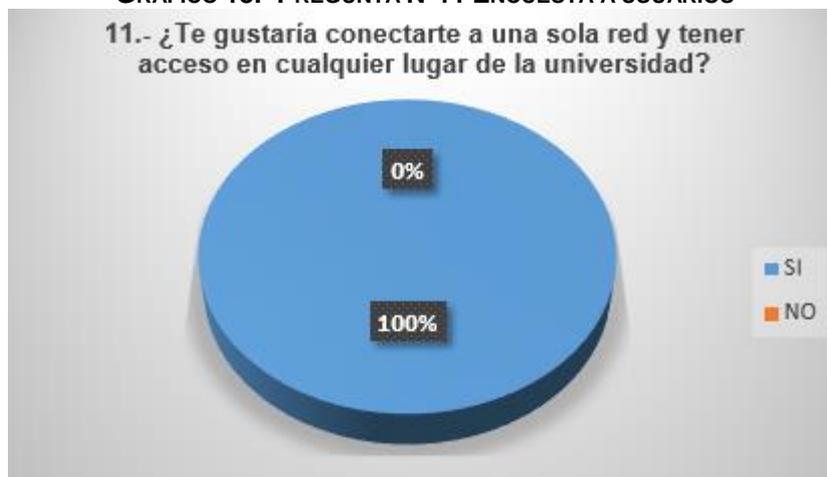
INDICADOR	FRECUENCIA	PORCENTAJE
SI	44	100%
NO	0	0%
Total	44	100%

**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**GRAFICO 18.- PREGUNTA N°11 ENCUESTA A USUARIOS**

**11.- ¿Te gustaría conectarte a una sola red y tener acceso en cualquier lugar de la universidad?**



**Fuente:** Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil

**Autor:** Gloria del Carmen Muñoz

**Análisis:** El 100% de los encuestados, indican que les gustaría conectarse a una sola red y tener acceso a cualquier lugar de la universidad.

**Interpretación:** Gracias a las repuestas obtenidas en esta pregunta podemos ratificar él porque implementar tecnología mesh en las comunicaciones inalámbricas.

### 4.3 Verificación de la Hipótesis

La verificación de la hipótesis se realizó de acuerdo con los resultados obtenidos en la encuesta aplicada a los estudiantes de las carreras de telecomunicaciones

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

y sistemas de la modalidad presencial, en relación a las preguntas 2, 3, 9, 10,11 que se relacionan con las variables de la investigación.

#### **4.4 Conclusiones y recomendaciones.**

##### **Conclusiones**

El acceso a la red inalámbrica de la universidad tecnológica empresarial es un poco lento ya que existen varias redes inalámbricas, las cuales no brindan la cobertura necesaria o se encuentran muy cerca las redes y esto hace que exista interferencia entre ellas inalámbrica en la institución es demasiado corta.

La cobertura de la red inalámbrica en la universidad es demasiado corta.

Para proponer una solución al problema planteado se ha obtenido mucha información acerca de las redes tipo mesh, de diferentes fuentes de investigación.

##### **Recomendaciones**

Aplicar el diseño de las redes mesh en su infraestructura para poder acceder a internet desde cualquier lugar de la universidad y así mejorar el servicio actual de las comunicaciones inalámbricas.

Reutilizar los equipos inalámbricos con los que cuenta la universidad para mejorarla cobertura.

Por lo expuesto, se recomienda el diseño de las comunicaciones inalámbricas basadas en tecnología mesh para la universidad.

## **CAPÍTULO 5**

### **PROPUESTA**

#### **5.1 Resumen ejecutivo**

En la presente Proyecto, se diseñado con el fin de analizar la red inalámbrica que es utilizada por los estudiantes de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil. Posteriormente se diseñará la infraestructura tomando en cuenta e identificando las alternativas tecnológicas y necesarias para llevar a cabo el diseño de la red. También se analizarán los equipos más relevantes del mercado con el fin de poder seleccionar los productos que se adapten de la mejor manera a las necesidades económicas y técnicas requeridas al diseño de las comunicaciones inalámbricas.

La propuesta contará con un diseño básico de como transportar de manera inalámbrica la Vlan de estudiantes, logrando abarcar las zonas de mayor afluencia de los estudiantes permitiendo tener una conexión a la red de manera estable. Permitirá el roaming entre los equipos para brindar un servicio mejor servicio a los alumnos al desplazarse por los diferentes lugares de la universidad.

Al tener implementado este diseño en las redes inalámbricas de la universidad permitirá administrar de una manera centralizada las redes inalámbricas, brindando un acceso controlado a los estudiantes.

Con la propuesta de esta tecnología no solo se prevé mejorar la parte inalámbrica de las comunicaciones, sino también dejar la brecha abierta en la parte tecnológica donde el equipo de infraestructura de la universidad pueda extender los servicios de implementaciones tecnológicas a futuros pudiendo ser estos como Hotspot o servicios de Radius sobre sus redes inalámbricas.

## **5.2 Objetivo general**

Proponer un diseño técnico económico para la implementación de tecnología mesh, mejorando las comunicaciones inalámbricas optimizando los recursos tecnológicos en la universidad.

### **5.2.1 Objetivo específicos**

- Determinar las ubicaciones geográficas de los puntos o lugares a enlazar.
- Analizar las características técnicas de los equipos actuales en el mercado que se acoplen a las necesidades y a los requerimientos de la infraestructura inalámbrica.
- Analizar el diseño de las comunicaciones inalámbricas aplicando la tecnología mesh.
- Aplicar una propuesta general de costo de equipos para una futura implementación de la tecnología mesh en las comunicaciones inalámbricas.

## **5.3 Análisis de la situación del entorno**

Analizando las repuestas de las encuestas realizadas a los estudiantes de la universidad y dada la necesidad de mejorar la infraestructura tecnológica de la universidad tecnológica empresarial de Guayaquil, surge la necesidad de mejorar administración, la cobertura y mejorar la transmisión de datos inalámbricos donde se beneficiarán los alumnos como también se pueden beneficiar profesores y demás personal que labora en la universidad. Incrementando la calidad en el servicio.

La tecnología inalámbrica tipo mesh está siendo cada vez más utilizado transmitir datos inalámbricos en ciudades, empresas y universidades. Este tipo de transmisiones son muy útiles donde las líneas de telecomunicaciones convencionales no se encuentran disponible o no son accesibles.

El presente estudio tiene como finalidad de enlazar los principales puntos de concentración de los alumnos, en las diferentes áreas de la universidad, determinando la calidad y efectividad del enlace, mediante el análisis de la mejor ruta para las conexiones.

### 5.3.1 Requisitos para el diseño de la red WMNS

#### 5.3.1.1 Requisitos generales

Los requisitos generales para realizar el diseño de una red WMNS son los siguientes.

- **Implementación Accesible:** Deben de ser accesibles de instalación, configuración e implementación todos los equipos de los nodos principales.
- **Enlaces robustos:** El enlace debe de tener una redundancia con las rutas de acceso siendo esta de fácil auto detección y corrección de los problemas que pueden existir dentro de la red.
- **Estabilidad en el enlace:** Para tener estabilidad se debe de tener una red redundante donde se garantiza la estabilidad del enlace ante cualquier incidente.
- **Ancho de banda:** Tener un buen ancho de banda donde se pueda brindar conexiones con QoS.

#### 5.3.1.2 Requisitos Específicos.

Los requisitos específicos que se deben de considerar en las WMNS son los detallados a continuación:

- **Throughput:** Se mide generalmente en bits por segundo (bit/s o bps). Es el rendimiento verídico del ancho de banda o la cantidad de información que puede ser transportada en la red en un periodo de tiempo.
- **Topología de la red:** En el backbone se utilizará la banda de 5 Ghz, se usa para enlaces de los nodos principales. Para el backhaul se utilizará la banda de 2.4 Ghz con el cual se conectarán los clientes fijos y móviles. En Backbone se utiliza el estándar 802.11<sup>a</sup> y en el backhaul se usa el estándar 802.11b/g
- **Requisitos de funcionamiento:** Se utiliza el ping en mesh, permitiendo evaluar la latencia, la cual sus valores deben ser aceptables para poder definir su buen rendimiento.
- **Requisitos del protocolo de enrutamiento:** Se quieren el uso de MME (Mesh Made Easy), el cual se basa en creación de áreas y permite

minimizar las actualizaciones de ruteo. Esto convierte a la red a una forma dinámica y funcional en cualquier lugar de cobertura

- **Seguridad:** Se recomienda trabajar con autenticación, privada e integridad, es decir con los principales servicios de encriptación. En esta tecnología es el WPA.

#### **5.4 Planteamiento estratégico**

Se estudió el análisis de las diversas tecnologías de comunicación inalámbricas disponibles, el estudio fue basado en recolectar información sobre las tecnologías y sus requerimientos que deben ser implementados para la puesta en marcha de esta tecnología en la universidad.

El diseño de las comunicaciones inalámbricas basadas en tecnología mesh para a universidad es factible, debido a que existen los recursos necesarios como son equipos y la documentación respectiva para el respectivo estudio y su posterior implementación, además de varias alternativas en modelos de equipos y también en la reutilización de los recursos tecnológicos de la universidad que permitirán escoger el más apropiado adaptándose a las necesidades de la universidad tecnológica empresarial.

Como resultado de este planteamiento estratégico se determinó que la propuesta a desarrollar es accesible, tomando en consideración los parámetros necesarios que garantice la estabilidad de las redes inalámbricas de la universidad.

#### **5.5 Planteamiento operativo**

Se deben de evaluar los recursos con los que cuenta la empresa, esto es importante al realizar implementaciones o mantener el presupuesto en el área de IT.

La propuesta es factible debido a que la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, está reestructurando físicamente su parte tecnológica con equipos de primera, además basándose en las encuestas y en las conversaciones con el equipo de sistemas y personal involucrado, manifestaron que esto no presenta ninguna oposición al proyecto, debido a que son consiente de la necesidad de reestructurar las parte inalámbrica de sus comunicaciones y sobre todo optimizar

la transmisión de la información como en la administración de sus equipos inalámbricos, por esta razón es factible realizar esta propuesta.

## **5.6 Evaluación y control de la propuesta**

### **5.6.1 Topología Mesh**

Los nodos tienen un grado variable de conexión a uno o más nodos, de esta manera se transmiten y se reciben los datos por diferentes caminos a través de los nodos.

Una red de malla inalámbrica (WMN) se compone de nodos de la malla que forman la columna vertebral de la red. Los nodos son capaces de configurarse automáticamente y volverse a configurar de forma dinámica para mantener la conectividad. Esto le da a la malla sus características de “Auto-Formación” y “Auto-Reestructuración”. (ecured.cu.2018).

De acuerdo al análisis de informe publicado por el blog ecured.cu, los nodos de las mallas eliminan la gestión centralizada, debido a que es auto-suficiente en formas inteligentes de enrutamiento. Permiten a los nodos determinar la ruta necesaria para la transmisión de la información.

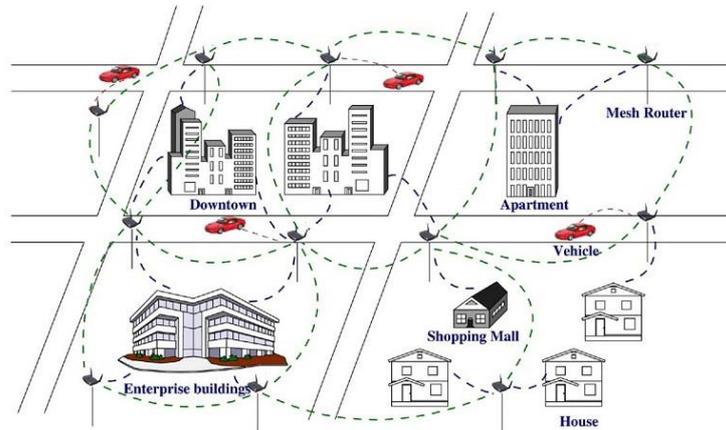
Esta topología resulta más cara de instalar, ya que utiliza mucho más cableado. Por ello cobra mayor importancia en uso de redes inalámbricas, debido a que no hay necesidad de cablear sus puntos.

Una característica importante es que este tipo de red se puede utilizar en topología híbrida debido a que puede unirse con otras topologías. Otra de sus grandes ventajas es que se usa en tornos dinámicos. La mayor parte de las implementaciones relevantes y reconocidas que se han realizado, son completamente estática, como por ejemplo nodos que tienen línea de vista colocados en terrazas o torres como podemos ver el gráfico.



Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 20.-ESQUEMA DE UNA RED MESH EN UNA CIUDAD.**



**Fuente:** Internet

**Autor:** (gta.ufrj.br/,2006)

### 5.6.3 Técnicas de funcionamiento de redes mesh.

Las comunicaciones se realizan a través de los nodos, las configuraciones mantienen caminos dinámicos y las redes aprenden de manera automática.

La potencia como su velocidad cambia dinámicamente en cada uno de los enlaces para balancear los efectos como disminuciones de la señal debido a obstáculos o sombras.

Los nodos actúan como router, cada nodo transmite una señal de baja potencia para poder alcanzar a nodos ms cercanos y estos a su vez reenvían la señal hacia otros nodos. El tráfico de cada equipo se envía mediante dos o más rutas, así como también se adaptan al cambio de topología incorporando o eliminando nodos.

**GRAFICO 21.-FUNCIONAMIENTO DE NODOS EN UNA RED MESH.**



**Fuente:** Internet

**Autor:** (netkrom.com, 2015)

#### 5.6.4 Niveles o capas de las redes mesh

El modelo más utilizado es el modelo de las siete capas.

**TABLA 20.- NIVELES DE LAS REDES MESH**

Niveles	Descripción
<b>Nivel de Aplicación</b>	
Servicios en la red de aplicaciones	Se encarga de controlar los programas y sus funciones.
<b>Nivel de Presentación</b>	
Representa los datos	Encargado de formatear los datos para que sean entendibles y legibles en la capa de aplicaciones.
<b>Nivel de Sesión</b>	
Comunicación entre los dispositivos de la red.	Se encarga de tener sesiones independientes para cada aplicación, facilita el diseño modular.
<b>Nivel de Transporte</b>	
Conexión de extremo a extremo y fiabilidad de los datos.	Se encarga de transportar los datos en forma segura y económica, la eficiencia en las redes inalámbricas se ve seriamente afectada, el TCP supone que las pérdidas siempre se producen por congestión en los nodos.
<b>Nivel de Red</b>	
Determinación de ruta e IP (direccionamiento lógico)	Los protocolos proporcionan distintos caminos en función del tipo de red inalámbrica tipo malla. El punto de partida está encaminado en dos tipos de protocolos: Reactivos y proactivos. Con las propuestas de AODU (Ad-Hoc On-demand Distance Vector) y OLSR (Optimized Link State Routing)
<b>Nivel de Enlace de Datos</b>	
<b>Direccionamiento físico (MAC y LLC)</b>	Encargado de asegurar confiabilidad en el medio de transmisión, verificando los errores, realizando retransmisiones y control fuera del flujo.
Nivel Físico	
<b>Señal y transmisión binaria</b>	Se encarga de los procedimientos para mover los bits de los datos entre cada punto del enlace sus características son eléctricas, mecánicas y funcionales.

**Fuente:** Análisis del Investigador

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

#### 5.6.5 Protocolo de enrutamiento mesh

Se encargan del manejo binario del enrutamiento y conexiones de nodos en la red.

#### 5.6.6 Elementos de Enrutamiento mesh

- **Descubrimiento de nodo:** Encontrar nodos mientras aparecen o desaparecen.
- **Descubrimiento de fronteras:** Encontrar los límites o bordes de una red.
- **Mediciones de enlace:** Medir la calidad de los enlaces entre nodos.
- **Calculo de la mejor ruta:** Encontrar la mejor ruta basado en la calidad de los enlaces.
- **Manejo de direcciones IP:** Asignar y controlar direcciones IP

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

- **Manejo de uplink/back haul:** Manejo de conexiones a redes externas como por ejemplo enlaces a internet.

### 5.6.7 Tipos de protocolos de enrutamiento mesh

**TABLA 21.- PROTOCOLO PROACTIVO DEL ENRUTAMIENTO MESH**

Proactivo (manejo por tablas)	Realizan chequeos proactivos del estado de enlace y actualizan la tabla de enrutamiento.
OLSR (Optimized Link State Routing Protocol)	
<b>Protocolo de enrutamiento por enlace optimizados.</b>	Protocolo de enrutamiento para redes móviles Ad-Hoc, es visto como uno de los protocolos más prometedores y estables.
MMRP (Mobile Mesh Routing Protocol)	
	Maneja tres protocolos por separado, cada uno con funciones específicas: <b>Link Discovery:</b> Descubre los enlaces, un protocolo "Hola" <b>Routing Link:</b> Enrutamiento, se verifica el estado del enlace. <b>Border Discovery:</b> Descubrimiento del borde y activación de túneles externos.
OSPF (Open Shortest Path First)	
	Desarrollado por interior gateway Protocol (IGP), está basado en Algoritmo SPF. Envía llamadas verificando el estado de enlace y lo comunica a todos los ruteadores de la misma jerarquía. Almacena información y usando el algoritmo SPF calcula el camino más corto. Compite con RIP e IGRP protocolos del enrutamiento del vector distancia.

**Fuente:** Análisis del Investigador

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

**TABLA 22.- PROTOCOLO REACTIVO DEL ENRUTAMIENTO MESH**

Reactivo (Por demanda)	Protocolo de demanda de vectores de distancia, diseñado para móviles Ad-Hoc.
AODU (Ad-Hoc On Demand Distance Vector)	Activa dinamismo, arranques automatizados y enrutamiento multisalto entre equipos.

**Fuente:** Análisis del Investigador

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

## 5.7 Recopilación de información

### Área donde se desarrollará el diseño de WMN

Datos de la universidad tecnológica empresarial de Guayaquil donde se realizará el diseño de las comunicaciones inalámbricas.

La universidad tecnológica empresarial de Guayaquil está dedicada a brindar una educación de excelencia, a fomentar la investigación formativa- aplicada y el desarrollo de líderes empresarios en muchas disciplinas.

Establecida en el año 2000, es un centro de educación superior que ha logrado escalar hasta ser parte de las mejores universidades de alta categoría a nivel nacional. (Uteg.edu.ec, 2015)

Se encuentra ubicada en la ciudad de Guayaquil en urdesa central, guayacanes 520 y calle 5ta, actualmente tienen 627 alumnos distribuidos en sus dos modalidades que son presencial y semipresencial. A continuación, se muestra una vista aérea de la universidad.

**GRAFICO 22.- UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL.**



**Fuente:** google.com.ec/maps  
**Elaborado por:** Gloria Muñoz

En el grafico 22 se muestra una vista aérea de la universidad, el edificio principal se encuentra identificado como edificio 520.

## 5.8 Red actual de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil.

La universidad provee el acceso a los servicios de internet al personal docente, administrativo y estudiantes. El cableado y equipo del backbone principal de la red, se encuentra en el edificio principal de la universidad (edificio 520). Actualmente posee tres enlaces de datos con los siguientes proveedores.

**TABLA 23.- PROVEEDORES DE INTERNET DE LA UNIVERSIDAD**

Proveedor	Ancho de Banda	Tipo
<b>Telconet</b>	15 MB	1 a 1
<b>TV Cable</b>	20 MB	2 a 1
<b>Claro</b>	20 MB	2 a 1

**Fuente:** Departamento de sistemas de universidad.

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

El enlace que está destinado para estudiantes es el de Telconet de 15MB, para el personal administrativo se cuenta con el servicio de TV Cable y para medios online de la universidad se usa el servicio de claro.

Actualmente se ha incorporado a la infraestructura tecnológica cuatro switches administrables, y se han configurado las respectivas Vlans como son, estudiantes, administrativos, Voz/IP, impresión, etc.

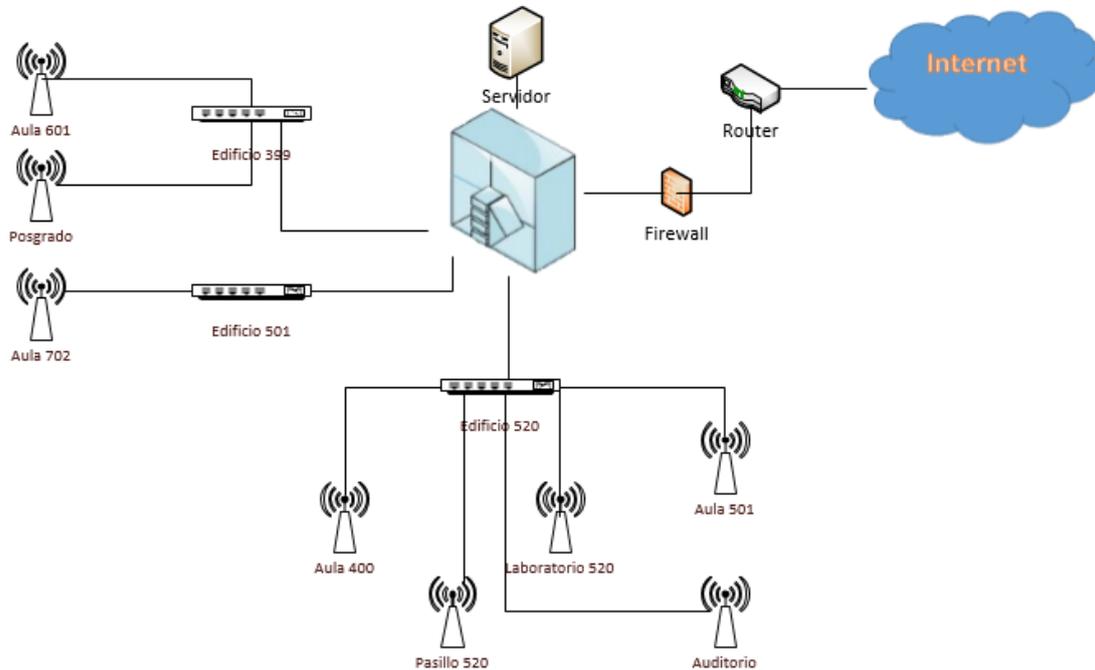
Para realizar el diseño de redes mesh, nos enfocaremos solamente en la Vlan de estudiantes que es nuestro principal objetivo poder transportarla de manera inalámbrica para brindar un óptimo servicio a los estudiantes de la universidad.

La red interna de la universidad, se divide en diferentes sub redes, Las redes inalámbricas se encuentran distribuidas en 8 router que son para uso de los alumnos y 7 router que corresponden a la parte administrativa. Los puntos de accesos fijos se encuentran distribuidos en las diferentes zonas de los tres edificios.

Cada punto de acceso de la red inalámbrica, tiene configurado un SSID diferente, debido a que no cuenta con un centralizador de redes inalámbricas. Esto ocasiona que cada punto de acceso sea administrado de manera independiente. A continuación, un pequeño grafico de cómo están distribuidos los puntos de acceso de estudiantes.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 23.- CONEXIÓN ACTUAL DE LA RED INALÁMBRICA DE ESTUDIANTES EN LA UNIVERSIDAD**



**Fuente:** Departamento de sistema  
**Elaborado por:** Gloria Muñoz

### 5.9 Datos técnicos y marcas de equipos en el mercado

La mayoría de los fabricantes utiliza en sus equipos mesh dos o más enlace de tránsito como son:

- Para comunicaciones ente nodos 802.11a/b/g, 5.8 Ghz.
- Para Comunicaciones de acceso en el servicio, 802.11b/g, 2.4 Ghz.

Entre las principales marcas que soportan tecnología mesh tenemos:

En gama media tenemos marcas como:

- Ubiquiti
- Mikrotik

En gama alta tenemos marcas como:

- Cisco
- Zebra
- Aruba
- Ruckus

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

Evaluaremos las opciones de este diseño con la marca Mikrotik y ubiquiti que actualmente en el mercado presentas grandes características tanto en tecnología, hardware y sobre todo precios accesibles.

Mikrotik: Es una empresa que fue fundada en 1995 conocida internacionalmente, proveedora de tecnología de hardware y software para la creación de redes. Mikrotik RouterOs es un software que funciona como un sistema operativo para convertir una PC o una placa Mikrotik RouterBOARD en un router dedicado. (wikipedia, 2016).

De acuerdo a los equipos existentes en el mercado para redes mesh destaca el siguiente.

**TABLA 24.-CARACTERÍSTICAS DE EQUIPO OPEN- MESH**

<b>Open-Mesh- MR1750 de doble banda 802.11ac Punto de Acceso</b>	
Dual Band	2.4 Ghz y 5Ghz
Flexible	Fácil instalación interiores y exteriores
Percepciones de trafico	Ver lo que ocurre en la red
Malla habilitada	Tecnología de malla
PoE estandar	Soporte de PoE 802.3.af
Hotspot	Páginas de bienvenida personalizada
Autenticación personalizada	WPA2, WPA-Empresa
Seguridad	Corta fuegos incorporados.
Alto Rendimiento	900Mbps de configuración mimo
Gestionado por la nube	Incluye licencia CloudTrax
Visión del usuario	Quien está conectado y el ancho de banda
Múltiples SSIDs	Dos redes únicas “publica” o “privado”
Alertas de interrupción	Por correo electrónico si algún punto de acceso se cae y no levanta dentro de una hora.

**Fuente:** Internet

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

Descripción	Cant.	Costo U.	Total
MR1750 de doble banda 802.11ac Punto de Acceso	11	\$225	\$2475

Ubiquiti: Es una compañía que fue fundada en el 2005, Se dedica principalmente al diseño de hardware de redes inalámbricas de larga distancias como despliegues pequeños, priorizando la y el alto rendimiento a bajo costo.

De acuerdo a las características requeridas para el diseño en la universidad se han seleccionado los siguientes equipos.

**TABLA 25.- CARACTERÍSTICAS DE EQUIPOS UBIQUITI.**

Características	UAP-AC-LITE	UAP-AC-PRO
Dimensiones	160x31.34mm	196.7x35mm
Ambiente	Indoor	Indoor/Outdoor
2.4 GhZ	300 Mbps	450 Mbps
5 Ghz	867 Mbps	1300Mbps
Modo PoE	24V Pasivo PoE	802.3af PoE/802.3at
Puertos	Un puerto 10/100/1000 E	Dos puertos 10/100/1000 E
Rango	122m (400ft)	122m (400ft)

Fuente: Internet

Elaborado por: Gloria Muñoz

Se debe de tener presente que estos equipos no soportan exactamente redes tipo mesh, pero si soporta algo así como una mesh tipo fija, es la aplicación de Wireless Uplink, donde permite conectar hasta 4 downlinks (UAPs hijos) por radio a un UAP padre, el cual debe de tener cable de red.

Descripción	Cant.	Costo U.	Total
UAP-AC-LITE	11	\$125	\$1375

Descripción	Cant.	Costo U.	Total
UAP-AC-PRO	11	\$150	\$1650

### **5.10 Diseño de la red**

Después de haber realizado el análisis de estructura actual de la red inalámbrica de la universidad, se propone el diseño de una conexión inalámbrica tipo mesh, la cual llevaría el nombre SSID "Uteg". Centralizando la administración de las redes inalámbricas.

Para la configuración de la red

Los puntos a trabajar serán:

- Realizar una conexión de red inalámbrica tipo mesh dual con varios AP para cubrir las zonas de mayor afluencia en la universidad.
- Crear dos redes inalámbricas a través de AP virtuales donde una red sea para estudiantes y la otra para profesores o administrativos
- Posibilidades de brindar roaming entre los puntos de acceso
- Los niveles de seguridad serán básicos.

### **Arquitectura de las comunicaciones inalámbricas.**

El diseño llevará la estructura de modo Ad-Hoc, para los cuales debe ser configurado el mismo SSID en los puntos de accesos, los cuales funcionaran como repetidores

Se estructurará de la siguiente manera:

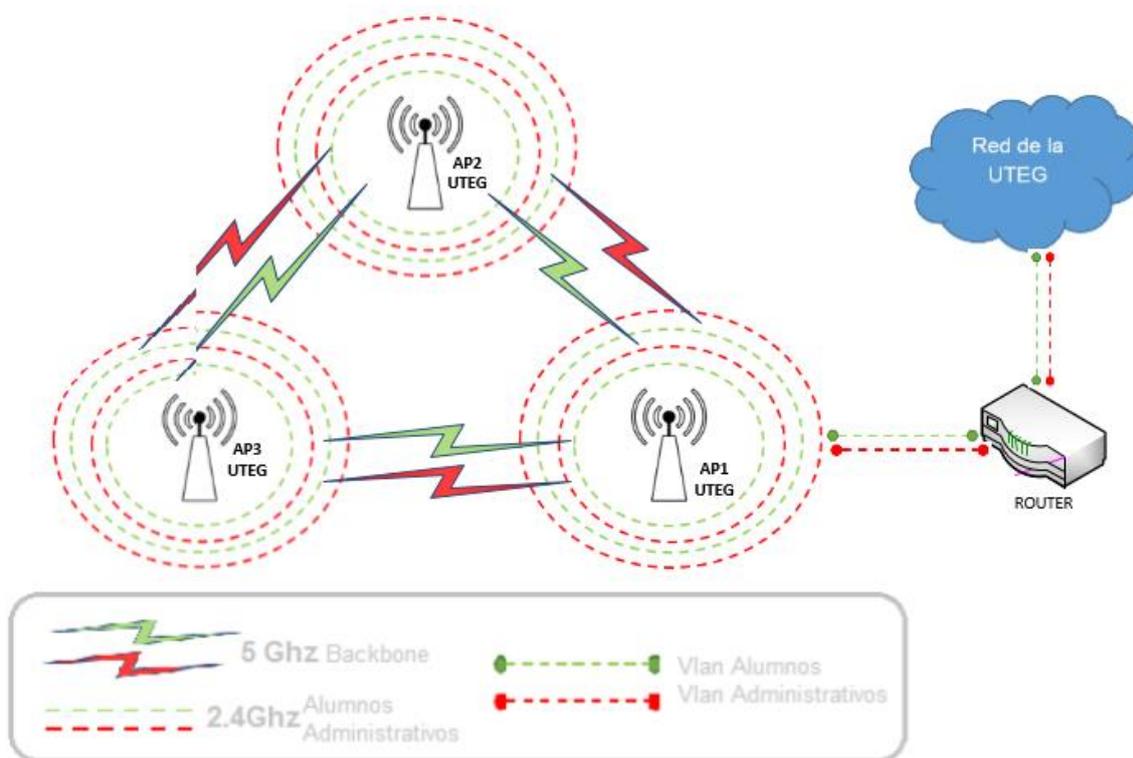
- Una red mesh basada en WDS con el Protocolo RSTP para evitar los bucles y convergencia ante cambios.
- La red mesh dual será de 5GHz para el backbone y 2GHz para la red de acceso
- La red de acceso debe ser configurada en canales diferentes para evitar el traslape entre ellos.
- Trabaja en Capa 2 del modelo OSI.

### **Diseño de la Red.**

Independientemente de cómo este distribuida la red internamente nos interesa la Vlan de estudiantes y esa transportarla de manera inalámbrica.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 24.- CONEXIONES DE LOS ACCESS POINT DE MANERA SIMPLIFICADA**



**Fuente:** Mikrotik

**Elaborado por:** Gloria Muñoz

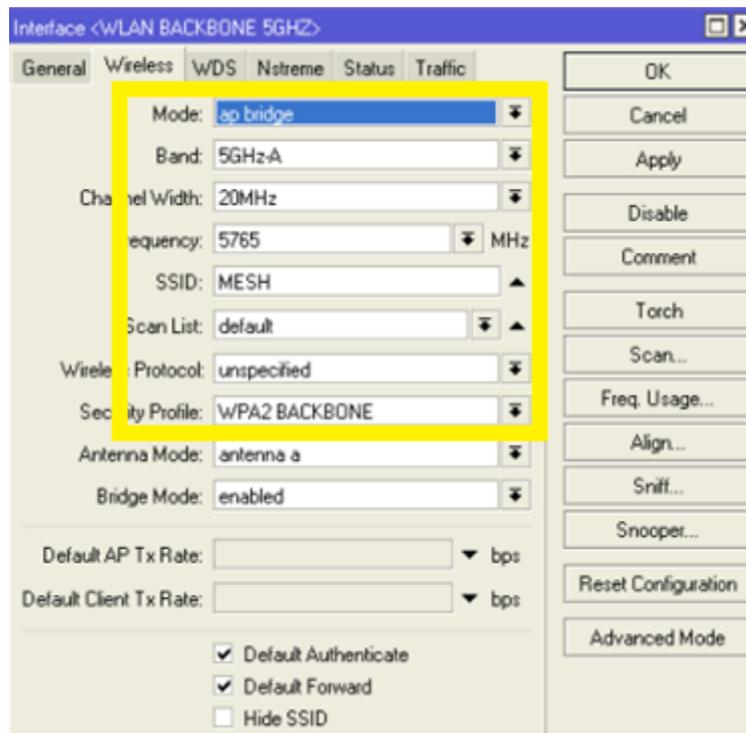
Como podemos ver en el grafico 24, las Vlans se conectan a mi AP1 UTEG que es seria mi router principal. Mis AP2 y AP3 se interconectan con mi router principal a través del backbone de 5Ghz. Debido a que puedo crear un ap virtual puedo levantar dos redes, por ende, tendré dos backbone uno para alumnos y otro para administrativos o profesores. A nivel de conectividad de acceso cada ap tiene una zona de cobertura y entre ellos se permite el roaming a los usuarios.

### **Configuración de access point en 5Ghz.**

Primero si vamos a utilizar los ap virtuales se debe de configurar la parte física de las placas inalámbricas. Como vemos en el grafico 24 la placa del ap principal se configura como AP-Bridge.

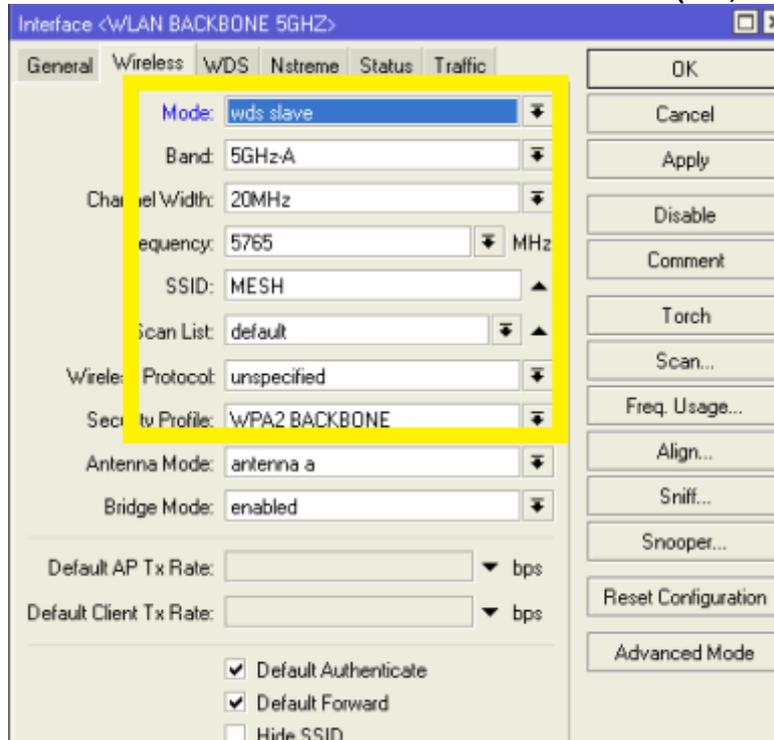
Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 25.-CONFIGURACIONES DE LA PLACA INALÁMBRICA EN EL ROUTER PRINCIPAL**



Fuente: RouterOs  
Elaborado por: Gloria Muñoz

**GRAFICO 26.- CONFIGURACIONES DE LOS AP SECUNDARIOS (AP2, AP3)**



Fuente: RouterOs  
Elaborado por: Gloria Muñoz

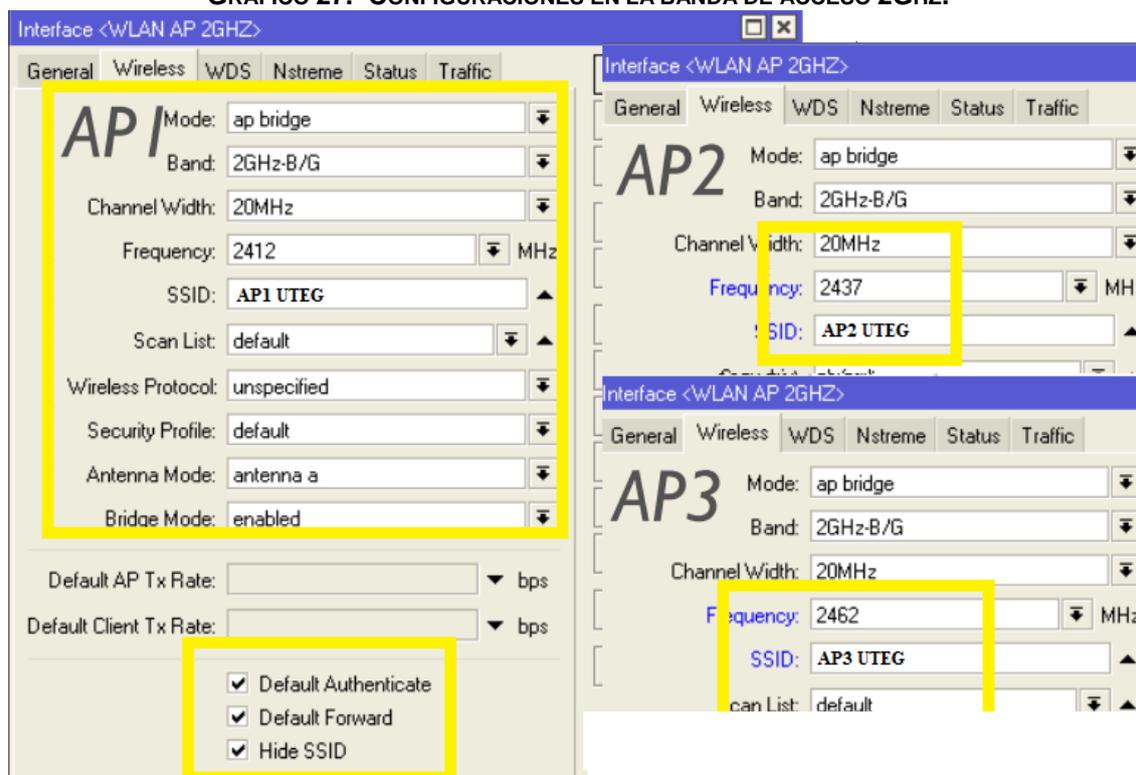
Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

Los demás Ap se deben de configurar como WDS-slave, estos a su vez se conectan al Ap1 como un cliente y a su vez se vuelven repetidor.

Una de las ventajas de esto es que cuando se requiera hacer algún cambio en la topología, sea está frecuencia, claves, etc. Solo se debe hacer el cambio en el Ap1-bridge y los demás ap se configuran de manera automática.

### Configuración de access point en 2Ghz.

GRAFICO 27.- CONFIGURACIONES EN LA BANDA DE ACCESO 2GHZ.



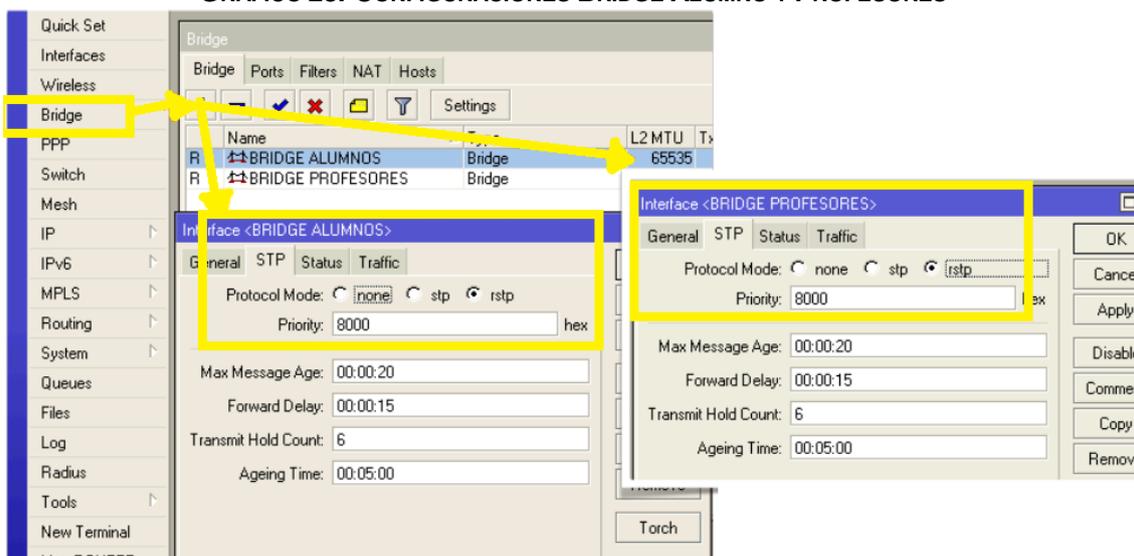
Fuente: RouterOs

Elaborado por: Gloria Muñoz

Se configura como un Ap normal en Bridge, se debe ocultar el “Hide SSID”, porque solo queremos la configuración física en las placas de la frecuencia y de la banda. Se deben de poner canales diferentes para evitar el traslape para estas pruebas se utilizó el canal 1 para el ap1, el canal 6 para el ap2 y el canal 11 para el ap3.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 28.-CONFIGURACIONES BRIDGE ALUMNO Y PROFESORES**

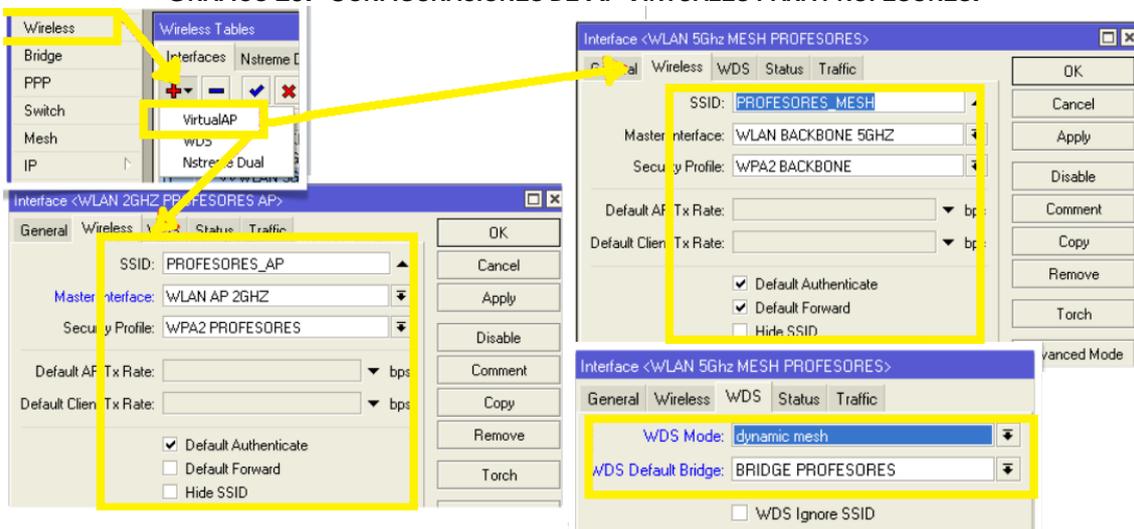


Fuente: RouterOs

Elaborado por: Gloria Muñoz

Debido a que se tienen dos redes, se tienen que crear dos bridges uno para alumnos y otro para profesores, también escogemos la opción de RSTP, con este protocolo evitamos los bucles y también nos permitirá tener roaming.

**GRAFICO 29.- CONFIGURACIONES DE AP VIRTUALES PARA PROFESORES.**



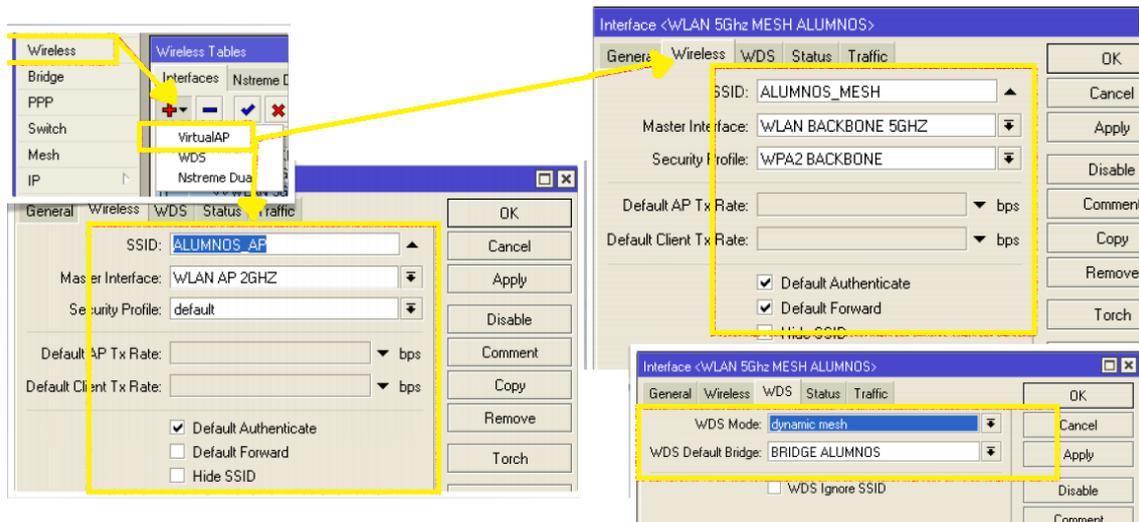
Fuente: RouterOs

Elaborado por: Gloria Muñoz

Se crea un Ap virtual para los profesores en la banda de 2.4Ghz. Se desactiva el "Default Forward", el Ap virtual se crea en la interfaz de 5Ghz, en la pestaña de WDS, escogemos "Dynamic mesh" y en el default Bridge escogemos el de profesores.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 30.- CONFIGURACIONES DE AP VIRTUALES PARA ALUMNOS**



Fuente: RouterOs

Elaborado por: Gloria Muñoz

De igual manera se crea un Ap virtual para alumnos en la banda de 2.4Ghz. Se desactiva el “Default Forward”, el Ap virtual se crea en la interfaz de 5Ghz, en la pestaña de WDS, escogemos “Dynamic mesh” y en el default Bridge escogemos el de alumnos.

**GRAFICO 31.- BRIDGEAR MESH 5GHZ Y ACCESO 2GHZ.**

Interface	Bridge	Priority (h...	Path Cost	Horizon	Role
WLAN 2GHZ PROFESORES AP	BRIDGE PROFESORES	80	10		designated port
WLAN 5Ghz MESH PROFESORES	BRIDGE PROFESORES	80	10		designated port
WLAN 2GHZ ALUMNOS AP	BRIDGE ALUMNOS	80	10		designated port
WLAN 5Ghz MESH ALUMNOS	BRIDGE ALUMNOS	80	10		designated port

Fuente: RouterOs

Elaborado por: Gloria Muñoz

Como ya están creados los ap virtuales tenemos que bridgear para ello se debe realizar lo siguiente en el ap2 y en el ap3:

Agregar como port al bridge lo siguiente:

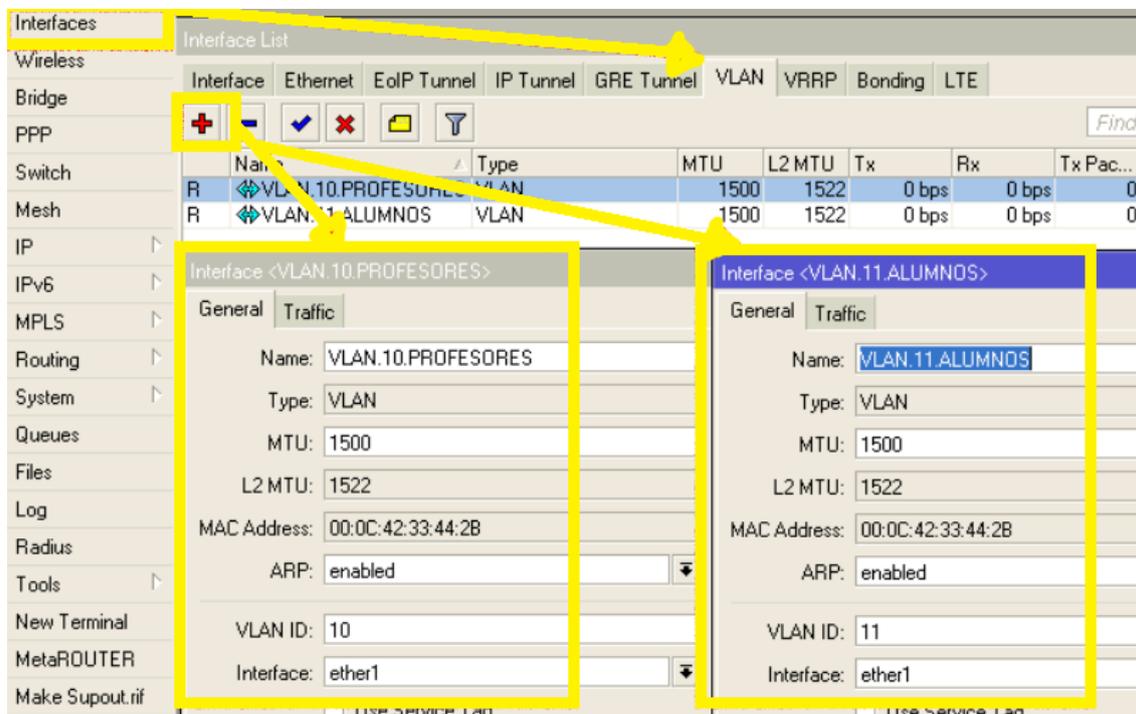
- Para profesores
  - Ap virtual 5Ghz con WDS (backbone)
  - Ap virtual 2Ghz (acceso)
- Para alumnos
  - Ap virtual Ghz con WDS (backbone)

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

- AP virtual 2Ghz (acceso)

En el ap1 también se realizan estas configuraciones, pero lleva algo adicional.

**GRAFICO 32.-CONFIGURACIONES DE VLANS DE ACCESO EN AP1.**



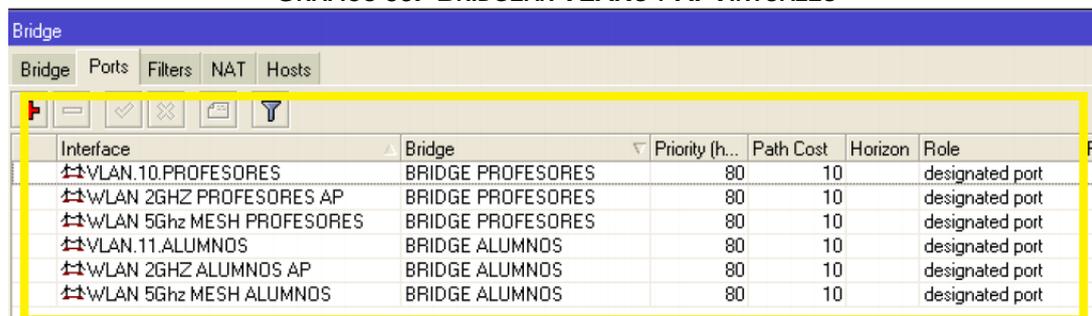
Fuente: RouterOs

Elaborado por: Gloria Muñoz

En el ap1, Se deben de crear dos Vlans en este caso fue creada la vlan 10 para profesores y la vlan 11 para alumnos y una vez que estas son creadas, se deben agregar al bridge.

Al levanta dos Vlans en la misma interfaz

**GRAFICO 33.- BRIDGEAR VLANS Y APVIRTUALES**



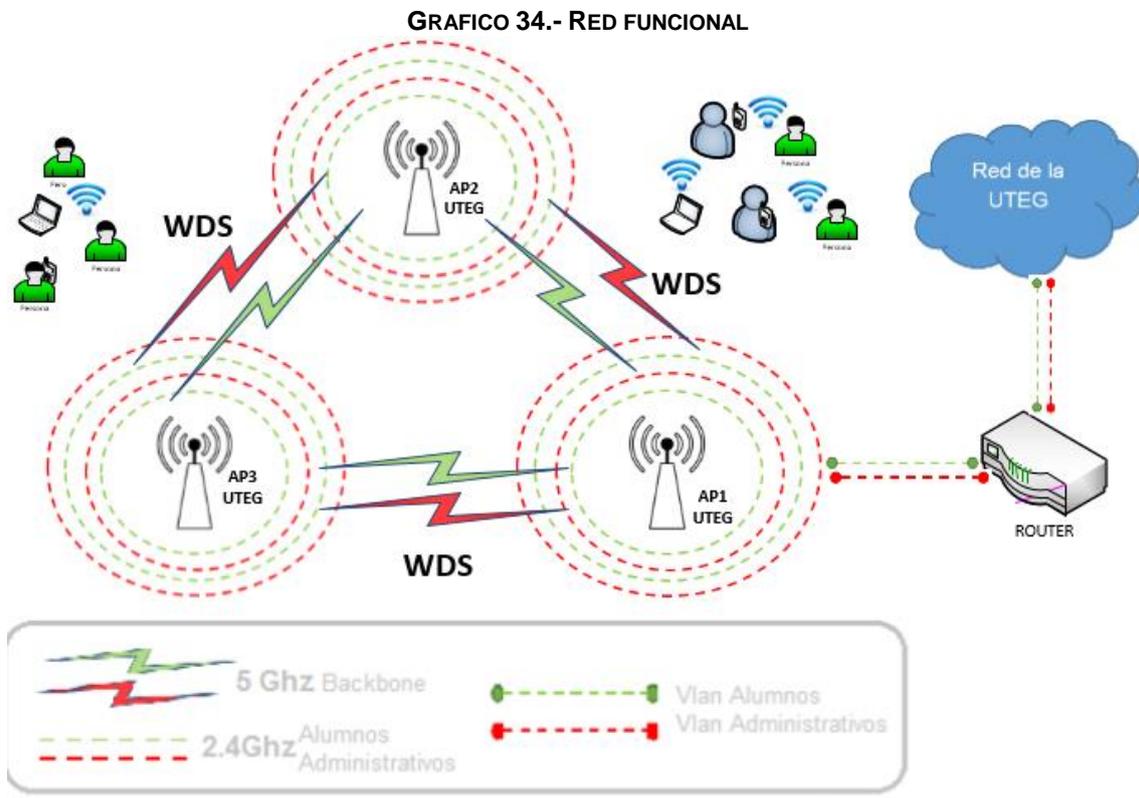
Fuente: RouterOs

Elaborado por: Gloria Muñoz

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

Una vez creada las Vlans se deben de agregar al bridge y esta a su vez va repartir la red inalámbricamente en el WDS que le corresponde.

## Red funcional

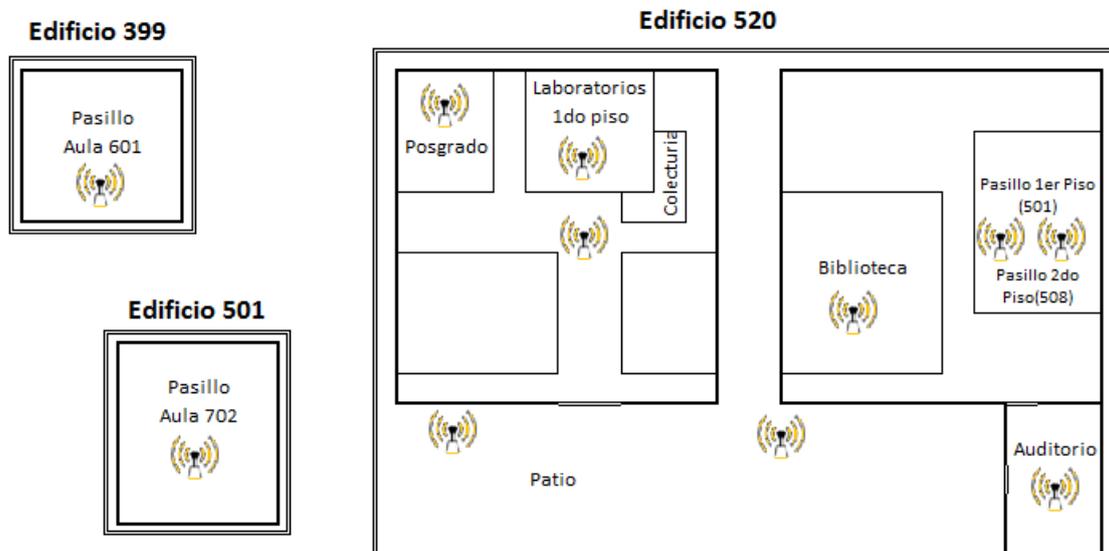


La estructura final nos queda que tenemos acceso a las dos Vlans a través del ap1 y este a su vez por medio del WDS interconecta los demás ap, cada ap tiene acceso en 2.4Ghz en diferentes frecuencias.

Si un estudiante se conecta al ap3, por medio del rstp se escoge la ruta más corta para llegar a la Vlans. Si llega haber alguna falla se llega a caer el acceso algún punto, este busca otra ruta para llegar a la Vlans es decir en otras palabras tendríamos failover. Como también mi conexión va a ir saltando de ap en ap sin que el usuario pierda conexión, es decir tenga roaming entre equipos.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

**GRAFICO 35.- DIAGRAMA DE UBICACIONES DE EQUIPO**



### 5.11 Evaluación de la propuesta

Las implementaciones de nuevas tecnologías tienen como objetivo brindar una solución a los problemas que se presentan al momento de brindar un óptimo servicio a un usuario final. El impacto que genere este proyecto sobre los estudiantes de la universidad será visible luego de su implementación, los resultados se darán en una estación de corto tiempo, esta propuesta será evaluada en los siguientes ítems.

**Cobertura:** Los estudiantes podrán tener acceso de manera estable, permitiéndole el servicio de roaming al desplazarse por las diferentes áreas de la universidad.

Los encargados de la red de la universidad podrán administrar las redes y sus equipos inalámbricos con mayor eficiencia debido a que se tendrán los equipos conectados de una manera centralizada.

## **CONCLUSIONES**

Al realizar el análisis se llevó a determinar cuál es el estado actual de la red inalámbrica de la Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil, para el diseño de esta tesis se utilizó como referencia los equipos Mikrotik, pero se pueden utilizar equipo de otras marcas de la línea Enterprise.

Al utilizar la arquitectura en malla en la red inalámbrica, brinda una solución que permite aprovechar las redes Wi-Fi, tanto en su ancho de banda como en su cobertura proporcionando diferentes servicios de alta calidad para los usuarios.

Al comparar costos con otros equipos que hacen redes mesh se muestra un mejor desempeño, mejores características, y sobre todo a bajos costos los equipos de la marca Mikrotik siendo una mejor opción para elegir.

## **RECOMENDACIONES**

Se debe implementar políticas de seguridad sean estas de protección de DHCP para detectar intruso interno, externos y alertas al detectarlos

Se recomienda realizar un análisis del tráfico para este tipo de redes, ya que debido a los saltos que se deben realizar en este tipo de redes puede afectar en limitaciones para aplicaciones de tiempo real, que requieren alta calidad en el servicio.

También se recomienda hacer reglas filtrado por niveles de señal para que ningún equipo valla a degradar el performance del ap bridge.

Se puede activar wireless multimedia WMM permitiendo priorizar frame sea este de voz, video o el internet, es decir dar calidad de servicio en capa 2. Como también el power control esto hace que cuando un dispositivo este cerca del ap baje la potencia y si me este se aleje suba la potencia.

También se pueden agregar niveles de filtrado Netbios/smb en firewall bridge.

## BIBLIOGRAFIA

- Acuña, I. D. (2014). *Documentación digital Universidad Tecnica de Ambato*.  
Obtenido de <http://redi.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/6989>
- Andrew S. Tanenbaum, D. J. (2012). *Redes de Computadora*. Mexico:  
Pearson.
- Barcell, M. F. (2009). *Redes de Datos. Medios de Transmisión*. Cádiz, España.
- Dennisse Mier, S. V. (1 de Junio de 2013). Analisis y Diseño de modelo de implementación de red mesh. Quito, Pichincha, Ecuador.
- Dobladez, M. (2015). Red Inalámbrica CAPsMan. *MikroTik User Meeting in Argentina*, (pág. 31). Buenos Aires.
- Fernández, N. G. (1 de Marzo de 2006). Modelo de cobertura en redes inalámbricas. *TESIS DOCTORAL*. Oviedo, España.
- Firetide. (2016). *Firetide A Division of UNICOM Global*. Obtenido de [http://www.firetide.com/files/3114/7148/4568/Case\\_Study\\_UG\\_Firetide\\_and\\_City\\_of\\_Mission\\_TX.pdf](http://www.firetide.com/files/3114/7148/4568/Case_Study_UG_Firetide_and_City_of_Mission_TX.pdf)
- Hernández, F. B. (2010). *Metodología de la investigación*. México D.F.: McGraw-Hill.
- Hsiao-Hsien Lin, H.-Y. T.-C.-S.-S.-C. (2015). An Open-Source Wireless Mesh Networking. *This full text paper was peer-reviewed at the direction of IEEE Instrumentation and Measurement Society prior to the acceptance and publication*. Taiwan: Instrument Technology Research Center, National Applied Research Laboratories.
- Huang-Chen Lee, S. M.-H. (1 de April de 2016). Wireless Mesh Networking. *Design and Evaluation of an Open-Source*. IEEE SENSORS JOURNAL.
- Jane Butler, E. P. (2013). *Redes inalambricas en paises desarrollados*. Copenhagen.
- Joaquín Chung, I. A. (25 de Julio de 2013). *IEEE Xplore*. Obtenido de <http://ieeexplore.ieee.org/document/6568839/>
- Lovelle, D. D. (Marzo de 2006). Modelo de cobertura en redes inalámbricas. Oviedo, España. Obtenido de <http://di002.edv.uniovi.es/~cueva/investigacion/tesis/Nestor.pdf>
- Lumpur, K. (2009). *Collaborative Mesh Networking for Low Cost*. Malaysia: IEEE Symposium on Industrial Electronics and Applications.
- Maia, I. W. (2008). Redes Mesh. *Router & Wireless Systems* (pág. 63). Sao Pablo: MikroTiK.
- Martinez, J. A. (2014). REDES TIPO MESH. *IMPLANTACIÓN DE UN MODELO DE RED ABIERTA TIPO MESH*. Catalunya, España.

Propuesta de infraestructura para las comunicaciones inalámbricas basadas en la tecnología mesh para la UTEG en el 2017.

- MESH, T. (2009). *Vlans. Segmentación de una red Inalambrica Mediante VLANs*. Mexico, Mexico.
- Moghadam, R. (12 de April de 2013). *Wireless WDS Mesh*. Obtenido de [http://wiki.mikrotik.com/wiki/Wireless\\_WDS\\_Mesh](http://wiki.mikrotik.com/wiki/Wireless_WDS_Mesh)
- Montenegro, E. C. (2009). *Redes Inalámbricas Malladas: Planificación y Comparación de Recursos*. Lambert.
- Navid Ghazisaidi, H. K. (2009). Integration of WiFi and WiMAX-Mesh Networks. *Second International Conference on Advances in Mesh Networks*. Canada.
- Networks, B. (s.f.). *Enlaces Inalámbricos Multipunto-Multipunto*. Obtenido de Syscom.mx: <http://www.syscom.com.mx/PDF/BelAir-Redes-Mesh.pdf>
- Roldan, D. (2004). *Comunicaciones Inalambricas*. RA-MA.
- Telecomunicaciones, C. d. (5 de Enero de 2014). *Wikitel*. Obtenido de [http://wikitel.info/wiki/Comunicaciones\\_inal%C3%A1mbricas](http://wikitel.info/wiki/Comunicaciones_inal%C3%A1mbricas)
- The Institute of Electrical and Electronics Engineers, I. (2011). *Amendment 10: Mesh Networking*. USA: IEEE Computer Society.
- TSebastian Buettrich wire.less.dk, A. E. (Octubre de 2007). *Ciencia y Tecnologia Universidad Vacional del Callao*. Obtenido de [http://www.unac.edu.pe/inventario/documentos/manuales/topologia-e-infraestructura\\_guia\\_v02.pdf](http://www.unac.edu.pe/inventario/documentos/manuales/topologia-e-infraestructura_guia_v02.pdf)
- Valeria Jordán, W. P. (2010). *Acelerando la revolución digital*. Santiago de Chile: CEPAL.
- Wayne D. Grover, F. I. (2002). Design of a Meta-Mesh of Chain Subnetworks: *Journal*.
- Wikipedia. (5 de Octubre de 2016). *Red inalámbrica*. Obtenido de [https://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_inal%C3%A1mbrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Red_inal%C3%A1mbrica)
- Zambrano, J. (30 de Septiembre de 2013). *Manual de estudios redes y telecomunicaciones*. Obtenido de <http://www.teleccna.cl/rstp-8021w.html>

## ANEXO

### ENCUESTA A USUARIOS

Su Opinión es muy importante para mejorar el servicio en las comunicaciones inalámbricas de la universidad.

1. Enumere en orden de frecuencia las redes a las que usted se conecta en la universidad, siendo 1 la más frecuente y 13 la menos frecuente y marque con un X en la jornada lo realiza

Uteg	
Aulas400-Postgrado	
Laboratorios-520-UTEG	
Admisiones-UTEG	
Pasillo-520-UTEG	
Biblioteca-UTEG-610	
2dopiso-610UTEG	
Admisiones-UTEG-520	
Casa-Rectoral-2	
Aulas-UTEG-520	
Postgrado-Aulas400	
402-Aula-UTEG	
Aulas-501	

Mañana

Tarde

Noche

2.- ¿Cual a su consideración es el mayor aspecto que afecta a la red de la universidad actualmente?

Disponibilidad	
Cobertura	
Velocidad de navegación	

3.- ¿Cómo calificas la conexión del internet inalámbrico en la universidad?

Excelente	
Muy bueno	
Bueno	
Regular	
Deficiente	

4.- ¿La navegación dentro de la red interna de la universidad se realiza de manera rápida?

Nunca	
Algunas veces	
Casi siempre	
Siempre	

5. ¿Está usted de acuerdo que se bloqueen paginas sociales en las redes de la universidad?

SI	
NO	

6.- ¿Cuántas horas al día navega en el internet de la universidad?

Media Hora	
Una Hora	
Dos Horas	
Más de dos horas	
No lo utilizo	

7.- Enumere en orden de importancia los lugares en los que usted prefiere conectarse a la red inalámbrica

Aulas de clases	
Cafetería/Bar	
Patio de la universidad	
Auditorio	
Biblioteca	

8.- ¿Seleccione los equipos que usa para conectarse a la red inalámbrica de la Uteg?

Teléfono	
Tablet	
Laptop	
Ninguno	
Otros	

9.- ¿Consideras que es tedioso realizar cambio de red en tus dispositivos móviles cada vez que cambias de curso o edificio?

SI	
NO	

10. ¿Cree usted que al reestructurar la red inalámbrica existente en la universidad mejorará la conectividad en todas sus dependencias?

SI	
NO	

11.- ¿Te gustaría conectarte a una sola red y tener acceso en cualquier lugar de la universidad?

SI	
NO	

## Specifications

UAP-AC-LR	
Dimensions	175.7 x 175.7 x 43.2 mm (6.92 x 6.92 x 1.70")
Weight	240 g (8.5 oz)
With Mounting Kits	315 g (11.1 oz)
Networking Interface	(1) 10/100/1000 Ethernet Port
Buttons	Reset
Power Method	Passive PoE (Pairs 4, 5+; 7, 8 Return)
Power Supply	24V, 0.5A PoE Gigabit Adapter <sup>1</sup>
Max. Power Consumption	6.5W
Max. TX Power	
2.4 GHz	24 dBm
5 GHz	22 dBm
MIMO	
2.4 GHz	3 x 3
5 GHz	2 x 2
Throughput Speeds <sup>2</sup>	
2.4 GHz	450 Mbps
5 GHz	867 Mbps
Range <sup>2</sup>	183 m (600 ft)
Antennas	(1) Dual-Band Antenna, Tri-Polarity
Antenna Gain	2.4 GHz: 3 dBi, 5 GHz: 6 dBi
Wi-Fi Standards	802.11 a/b/g/n/ac
Wireless Security	WEP, WPA-PSK, WPA-Enterprise (WPA/WPA2, TKIP/AES)
BSSID	Up to Four per Radio
Mounting	Wall/Ceiling (Kits Included)
Operating Temperature	-10 to 70° C (14 to 158° F)
Operating Humidity	5 - 95% Noncondensing
Certifications	CE, FCC, IC

<sup>1</sup> Only the single-pack of the UAP-AC-LR includes a PoE adapter.

<sup>2</sup> *Speed* and *Range* values may vary and are based on optimal environments.

# Specifications

Access Point	 <b>MR900</b> Wireless N	 <b>MR1750</b> Wireless AC
Speed (Rated)	3x3 MIMO, 450 + 450 Mbps	3x3 MIMO 450 + 1300 Mbps
Radio: 2.5 GHz	11b/g/n: 2.412~2.484 GHz	11b/g/n: 2.412~2.484 GHz
Radio: 5 GHz	11a/n: 5.18-5.24 and 5.745-5.825 GHz	11a/n/ac: 5.18-5.24 and 5.745-5.825 GHz
Antenna	Six internal (2.4 GHz: 4 dBi; 5 GHz: 5 dBi)	Six internal (2.4 GHz: 4 dBi; 5 GHz: 5 dBi)
Power	20 dBm +/-2 (100 mw) flat power	Up to 28 dBm
Processor	AR9558 (Processor @ 700mhz MIPS74K + 2.4 GHz radio) + AR9580 (5 GHz Radio)	
Max users (recommended)	50-100 per AP	
SSIDs	4 (public and private)	
VLAN to SSID tagging	Yes	
Memory	128 MB	
Security	WPA/WPA2 Personal, WPA/WPA2 Enterprise, 802.1X RADIUS, captive portal, client isolation	
Zero Config Plug & Play	Yes	
Self Forming, Self Healing Mesh	Yes (mesh on both bands)	Yes (mesh on 2.4 GHz)
Hardware Watchdog CPU	Yes	
Cloud Management & Monitoring	Yes (free)	
iOS/Android Apps	Yes (free)	
Layer 7 Application Identification	Yes	
Device Fingerprinting	Yes	
Ethernet	1 Gigabit Ethernet	
PoE	802.3af 48v	
Power Supply Options	International 24v (US/EU/UK/AU)	
LED indicators	Power, Ethernet, 2.4 GHz, 5 GHz, Traffic	
Temperature	0-50 C	
Mounting options	Solid ceiling, wall, 9/16" or 15/16" drop ceiling (included); outdoor enclosure ODMRX00 (optional)	
Size and Weight	6.38" (diameter) x 1.5" (height)   0.52 Lbs	
Certifications	FCC, IC, CE, RCM (C-Tick)	
Warranty	1 Year	

Transmission pattern

