

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR



FACULTAD DE INGENIERIA

MAESTRIA EN REDES DE COMUNICACIÓN

INFORME FINAL CASO DE ESTUDIO PARA UNIDAD DE TITULACIÓN ESPECIAL

TEMA:

**“DISEÑO DE UNA RED LAN Y WLAN QUE BRINDE CALIDAD DE SERVICIO,
CASO DE ESTUDIO. UNIDAD EDUCATIVA “SAN RAFAEL”**

MIRIAN MERCEDES AGUIRRE ROJAS.

Quito – 2017

AUTORÍA

Yo, Mirian Mercedes Aguirre Rojas, portadora de la cédula de ciudadanía N° 1714471800, declaro que el presente proyecto de investigación es de total responsabilidad del autor, y que se han respetado las diferentes fuentes de información realizando las citas correspondientes.

MIRIAN MERCEDES AGUIRRE ROJAS.

Tabla de Contenidos

AUTORÍA	ii
Tabla de Contenidos	iii
Lista de Figuras	ix
1.Introducción.....	1
2.Justificación.....	2
3.Objetivo General	3
4.Objetivos Específicos:	3
5. Desarrollo del Caso de Estudio.	4
5.1 Análisis de la Situación Actual de la Red.	4
5.1.1 Levantamiento de Información.	4
5.1.1.2 Ubicación de la Institución.....	4
5.1.1.3 Organigrama de la Institución	5
5.1.1.5 Distributivo de la conexión WLAN	7
5.1.1.6 Distribución Física de la Red.	8
5.1.1.7 Descripción de Hardware.	12
5.1.1.8 Descripción de Software.	14
5.1.1.9 Conectividad.	14
5.1.1.4 Usuarios.....	15
5.1.1.10 Topología Física de la Red Actual.	15
5.1.1.11 Distrubución WLAN	19
5.1.2 Análisis del Tráfico de la red actual.....	20
5.1.2.1 Captura de Tráfico.....	23
5.1.2.2 Análisis de la Red Cableada.....	23
5.1.2.3 Análisis del tráfico de la Red.	25

5.1.2.4 Análisis del tráfico por servicios.....	28
5.2 Diseñar el esquema de Calidad de Servicio (QoS), para las aplicaciones de red. ...	31
5.2.1. Análisis del tipo de Tráfico de la Institución por servicios.....	33
5.2.1.1 Parámetros de Calidad de Servicio (QoS) según el tráfico.	34
5.2.1.2 Ancho de Banda.	34
5.2.1.3 Retardo o latencia.....	35
5.2.1.4 Variación de Retardo o Jitter.....	39
5.2.1.5 Rendimiento o Troughput.	40
5.2.1.6 Pérdida de Paquetes o Losst Rate.....	40
5.2.3 Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS).	41
5.2.3.2 Ancho de Banda Inicial.....	42
5.2.3.3 Ancho de Banda Total.....	42
5.2.3.4 Tipo de Tráfico utilizado en el Departamento Administrativo y Laboratorios...	43
5.2.3.5 Envío de Archivos.....	44
5.2.3.6 Navegación Web.....	44
5.2.3.7 Correo electrónico.....	44
5.2.3.8 Video Llamadas.....	44
5.2.3.9 Videos.....	45
5.2.3.10 Descarga de documentos.....	45
5.2.3.11 Consumo total de ancho de banda.....	45
5.2.4 Modelos de Calidad Servicio.....	48
5.2.4.1 Best-Effort.....	48
5.2.4.2 Int-Serv.....	48
5.2.4.3 Diff-Serv.	49
5.2.4.4 Análisis Comparativo de los Modelos de QoS.	50

5.2.4.5 Análisis comparativo de los modelos de QoS para la aplicación en redes.	51
5.2.4.6 Elección del modelo de QoS.	51
5.2.4.7 Herramientas de Calidad de Servicio (QoS).	51
5.2.4.8 Políticas y Estructuración.	52
5.2.4.9 Congestión.	52
5.2.4.10 Manejo de la Congestión.	52
5.2.4.11 Calidad de servicio Automática.	53
5.2.4.12 Proceso para aplicar Calidad de Servicios (QoS).	53
5.3 Elaboración de la propuesta de diseño de la red LAN Y WLAN	54
5.3.1 Estructura Física.	54
5.3.1.1 Configuración de la Red LAN.	55
5.3.1.3 Instalación Física de la Red.	58
5.3.2 Configuración Lógica LAN.	58
5.3.2.1 Configuración CNT.	59
5.3.3 Selección de Equipos	67
5.3.3.1 Equipos para red LAN	67
5.3.3.2 Equipos para red WLAN.	68
5.3.4 Esquema Básico de la Distribución de las Redes.	68
5.4 Costo Instalación de la Red.	69
5.4.1.1 Recursos Tecnológicos.	69
5.4.1.2 Costo por Recursos Humanos	71
5.4.1.3 Ingresos y Gastos	72
5.4.1.4 Plan de financiamiento	72
5.5 Conclusiones y Recomendaciones	73
5.5.1 Conclusiones	73

5.5.2 Recomendaciones.....	74
5.6 Bibliografía	76
5.7 Anexos.....	80

Lista de Tablas

Tabla 1. Indicador de fuerza de señal recibida RSSI (Wikimedia, 2017).....	11
Tabla 2. Descripción de Hardware Administrativo	12
Tabla 3. Descripción de Hardware Laboratorio 1.....	13
Tabla 4. Descripción de Hardware Laboratorio 2.....	13
Tabla 5. Verificación de la conectividad de Internet (Test, 2013-2014)	15
Tabla 6. Uso de la red, datos obtenidos en la Institución	20
Tabla 7. Periodos de Tiempo Matutina.....	21
Tabla 8. Periodos de Tiempo Vespertina	22
Tabla 9. Uso de la red periodo de tiempo 2 horas.	28
Tabla 10. Uso de Los Códec de audio y video por aplicación. (GitBook, 2014).	30
Tabla 11. Distribución de equipos conectados por departamentos.....	41
Tabla 12. Servicios que brinda la red, periodo de tiempo.	43
Tabla 13. Tráfico estándar según (SANMARTÍN, 2016).....	43
Tabla 14. Modelos de Calidad de Servicio (Noh, 2013).....	50
Tabla 15. Direccionamiento IP Clase A	59
Tabla 16. Direccionamiento IP red privada LAN Clase C	60
Tabla 17. Direccionamiento IP red privada WLAN	61
Tabla 18. Equipos que existen en la Institución red LAN	67
Tabla 19. Equipos que existen en la Institución red WLAN	68
Tabla 20. Adquisición de recursos tecnológicos LAN y WLAN.	69
Tabla 21. Recursos Tecnológicos existentes	70
Tabla 22. Recursos Humanos y Planta Técnica.....	71
Tabla 23. Ingresos y Gastos.....	72
Tabla 24. Costo Total Implementación de las Redes.....	73

Tabla 25. Direccionamiento de la Red LAN Laboratorio 2.....	85
Tabla 26. Direccionamiento de la Red LAN Administrativo	86
Tabla 27. Direccionamiento de la Red WLAN Laboratorio 1.....	87
Tabla 28. Direccionamiento de la Red WLAN S. Profesores, S. Educación Física, Aulas.....	88
Tabla 29. Direccionamiento de la Red WLAN Administrativo	89
Tabla 30. Direccionamiento de la Red WLAN Sala de Matemáticas.....	89

Lista de Figuras

Figura 1. Ubicación Geográfica de Institución (Google, 2017).....	4
Figura 2. Distribución de los departamentos de la Institución.....	5
Figura 3. Distributivo de la conexión actual de Internet mediante red LAN.....	6
Figura 4. Distributivo de la conexión actual de Internet mediante red WLAN.....	7
Figura 5. Diseño de la infraestructura física de la red actual, cobertura WLAN red LAB_INF8	
Figura 6. Diseño de la infraestructura física de la red cobertura administrativo WLAN REC.9	
Figura 7. Diseño de la Topología Física de la Red Actual	16
Figura 8. Diseño de la Red LAN actual de la Institución.	16
Figura 9. Diseño de la Red WLAN actual de la Institución.	18
Figura 10. Distribución de la Red WLAN en las Instalaciones de la UESR	19
Figura 11. Análisis estratificado del uso de la red.	20
Figura 12. Interface gráfica de la pantalla principal de Wireshark.....	23
Figura 13. Captura de paquete de datos de la Red Ethernet	24
Figura 14. Captura de paquete de datos de la Red Ethernet 2	24
Figura 15. Longitud de Paquetes de la captura de la red	25
Figura 16. Captura Tráfico periodo de 8h00 – 9h00 Día 1.....	25
Figura 17. Captura Tráfico periodo de 12h00 – 13h00 Día 2.....	26
Figura 18. Captura Tráfico en el periodo de 16h00 – 17h00 Día 3.	27
Figura 19. Captura Tráfico por aplicaciones dos horas al día durante 1 semana.....	29
Figura 20. Captura Tráfico de datos, voz, video.....	33
Figura 21. Velocidad de Internet obtenida por Speed Test en la Red. (Test, 2013-2014).....	34
Figura 22. Medición de la latencia Http.....	35
Figura 23. Medición de la latencia Audio y Video	36
Figura 24. Medición de la latencia Audio y Video	37

Figura 25. Medición de la latencia Redes Sociales.....	37
Figura 26. Resumen de la medición de la latencia por aplicaciones.	38
Figura 27. Tiempos máximos y mínimos de envío y recepción de paquetes.	39
Figura 28. Jitter analizado con la variación del retardo	39
Figura 29. Paquetes perdidos diagnosticados en el tráfico de la red.	40
Figura 30. Funcionamiento del campo DS (Gomez, 1999)	49
Figura 31. Clasificación de Paquetes, Marcado de tráfico. (Orea, 2010)	51
Figura 32. Manejo de congestión de la red. (Orea, 2010).....	53
Figura 33. Manejo de congestión. (López Andrade, 2008)	53
Figura 34. Estructura de la red física de la Institución.	55
Figura 35. Configuración del Cableado en la Central de Datos	56
Figura 36. Diseño de la Estructura física de la red LAN	57
Figura 37. Diseño de la Estructura de red WLAN.....	62
Figura 38. Distribución de los AP.....	63
Figura 39. Topología de Infraestructura para WLAN red LAB_INF	65
Figura 40. Topología de Infraestructura para WLAN red ADMINISTRATIVO.....	66
Figura 41. Estadística de adquisiciones y existencias.....	70
Figura 42. Hardware Existente Router Cisco 800 Series. (Cisco, 2017).....	80
Figura 43. Hardware Existente convertidor de fibra óptica.	81
Figura 44. Hardware Existente Ruckus ZoneFlex 7363. (ZoneFlex, 2005-2017).....	81
Figura 45. Router D-LINK 600. (D-LINK, 2014).....	83
Figura 46. Switch TP-Link 24 puertos TL-SG1024. (LINK, 2017)	84

1. Introducción

El presente estudio se realizará para dar un uso adecuado a las redes de la Institución, elaborando el diseño de la Red LAN y WLAN que brinde calidad de servicio, QoS para la compartición de recursos en forma eficiente en los diferentes departamentos de la Unidad Educativa “San Rafael”.

Se estudiará los antecedentes, así como el análisis de la situación actual de la Institución, el alcance del mismo y la forma como está estructurada la red actual, el Hardware y software que se maneja, también se realizará un análisis técnico de redes, donde se considerará las soluciones para redes alámbricas e inalámbricas.

Tomando en cuenta los factores de diseño, se procederá a utilizar los recursos que se dispone, instalando y configurando enlaces alámbricos e inalámbricos con Calidad de Servicio (QoS), de tal manera que priorice los paquetes de transmisión de datos.

Los costos tanto fijos como variables, análisis financiero se realizarán a partir de los equipos que posee la Institución.

Los beneficiarios serán tanto el personal que labora en la Institución, como los estudiantes, ya que al tener una alternativa de acceso a los servicios que brindan las redes en forma óptima, se tendrá un sistema de comunicación integral para la satisfacción de los usuarios.

2. Justificación

Este estudio se basa en investigación y desarrollo tecnológico en el área de Telecomunicaciones, tomando en cuenta las características particulares de nuestro país, buscando fomentar la educación, el aprendizaje, la obtención de información y la comunicación, esto es “debido a la creciente globalización y nuestro entorno competitivo” (Guzman, 2016). Nos vemos en la obligación y necesidad de diseñar una Red LAN y WLAN, para la Unidad Educativa “San Rafael”, para estar acorde con la tecnología.

Dando la debida utilización a los recursos que posee la Institución, utilizando enlaces alámbricos e inalámbricos, tomando en cuenta una serie de factores como ubicación, distancias, dimensiones, interferencias, obstáculos, y estado físico de las instalaciones y así justificar estas tecnologías como solución, además el satisfacer las necesidades de cada departamento, compartiendo recursos e información que brindan las red y así tener un sistema de comunicación que transmita audio, video, voz, datos la cual integra movilidad, flexibilidad, seguridad, gestión y QoS, los beneficios que presta este estudio son:

- Dar un buen uso a los recursos tecnológicos que posee la Institución.
- Compartir recursos en los diferentes departamentos con QoS.
- Disponer de movilidad dentro de la cobertura preestablecida.
- Proporcionar un servicio de Internet justo a las necesidades del usuario.
- Maestros capacitados haciendo uso de las Tics en las aulas.
- Video conferencia, clases virtuales.

3. Objetivo General

Diseñar una Red LAN y WLAN que brinde Calidad de Servicio para la Unidad Educativa “San Rafael”.

4. Objetivos Específicos:

- Analizar la situación actual de la red de la Unidad Educativa mediante un levantamiento de información, infraestructura física de comunicación, número de usuarios, aplicaciones utilizadas, análisis de tráfico.
- Diseñar el esquema de Calidad de Servicio, (QoS) para las aplicaciones de red.
- Elaborar la propuesta del diseño de la red LAN y WLAN para la Institución.
- Realizar el estudio económico de la solución.

5. Desarrollo del Caso de Estudio.

5.1 Análisis de la Situación Actual de la Red.

Analizar la situación actual de la Red de la Unidad Educativa mediante un levantamiento de información, infraestructura física de comunicación, número de usuarios, aplicaciones utilizadas, análisis de tráfico.

5.1.1 Levantamiento de Información.

La Unidad Educativa “San Rafael” de carácter matutino y vespertino, está ubicado en el Cantón Rumiñahui, Parroquia de San Rafael Av. General Enríquez y la Concordia N°30-83.

5.1.1.2 Ubicación de la Institución

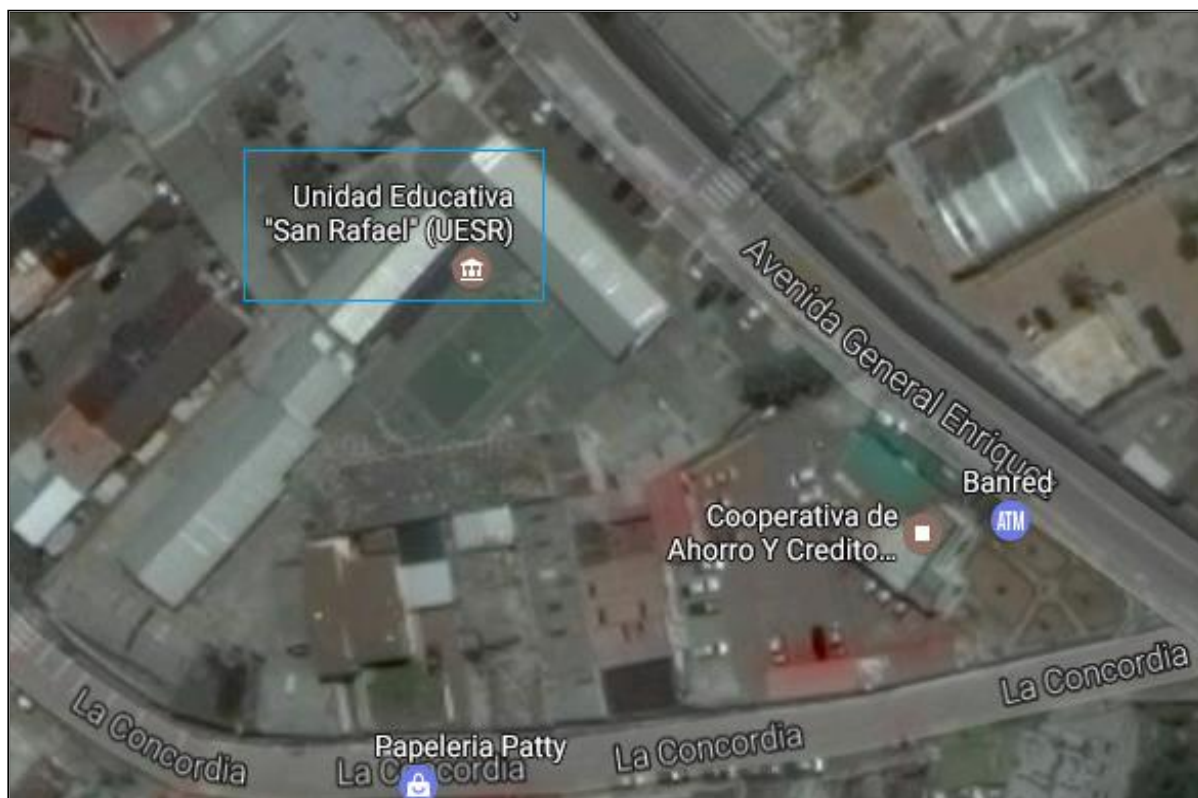


Figura 1. Ubicación Geográfica de Institución (Google, 2017)

La Institución cuenta con 700 estudiantes, 72 maestros/as, que utilizan las conexiones de las redes de la Institución.

5.1.1.3 Organigrama de la Institución

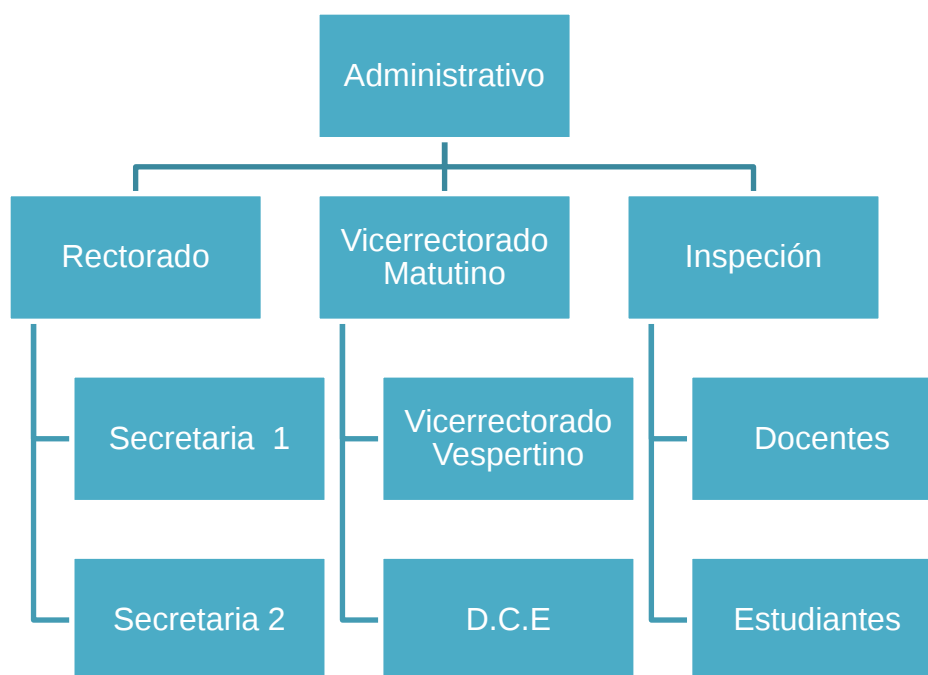


Figura 2. Distribución de los departamentos de la Institución

La Instalación de la red está ubicada en la planta alta del bloque 05 de las aulas de la Institución, su estructura física es de asbesto cemento, en buenas condiciones, se pudo detectar que la conectividad es deficiente, y en algunos departamentos nula, puesto que existe variedad de cables sueltos y estaciones que no están conectadas, al igual que la cobertura de WiFi no llega o es nula en algunos departamentos, ya que se puede notar que se genera saturación en el ancho de banda, lo que hace que la conexión se torne imposible, causando problemas en los enlaces dando como resultado redes limitadas, debido a ciertos factores como:

- Descarga de archivos de gran tamaño, envío y recepción de correo electrónico con archivos adjuntos, transmisión y recepción de música y video, redes sociales, chat interactivo en tiempo real Facebook , Skype, ingreso de notas a la plataforma Educar Ecuador.
- La conexión de Internet WiFi no llega a las aulas de clase por lo que los docentes y estudiantes no pueden dar uso a este medio, solo llega a pocos metros del laboratorio principal.
- No existe restricciones en la utilización de redes sociales, juegos.
- Fallo de la red en varias ocasiones en el rectorado y secretarias donde se debe enviar la información en forma continua al distrito y otras dependencias del estado en forma de disposición inmediatamente, en muchas ocasiones se ha tenido que llevar el trabajo a casa para poder cumplir con los requerimientos.
- No se da un uso específico a la red como compartición de recursos ya que existen dos o tres impresoras en un mismo departamento, afectando el trabajo diario y dando un uso indebido a la red, provocando de esta manera congestión de información.

5.1.4 Distributivo de la conexión LAN

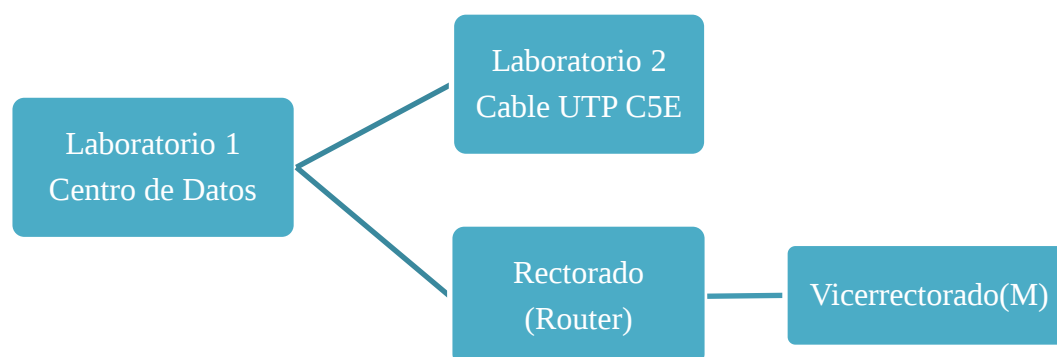


Figura 3. Distributivo de la conexión actual de Internet mediante red LAN

En la figura 3. Indica la conexión de la red LAN sin ningún diseño, utilizando cable coaxial categoría 5E que va desde el laboratorio 1 como centro de datos principal enlazando el laboratorio 2 con 8 estaciones de trabajo, se utiliza un cable de 25 metros que se conecta al Rectorado a un Router D-Link 600 inalámbrico de cuatro puertos que se utilizan para dar conexión vía cable de 5 metros al Vicerrectorado de la sesión matutina.

5.1.1.5 Distributivo de la conexión WLAN

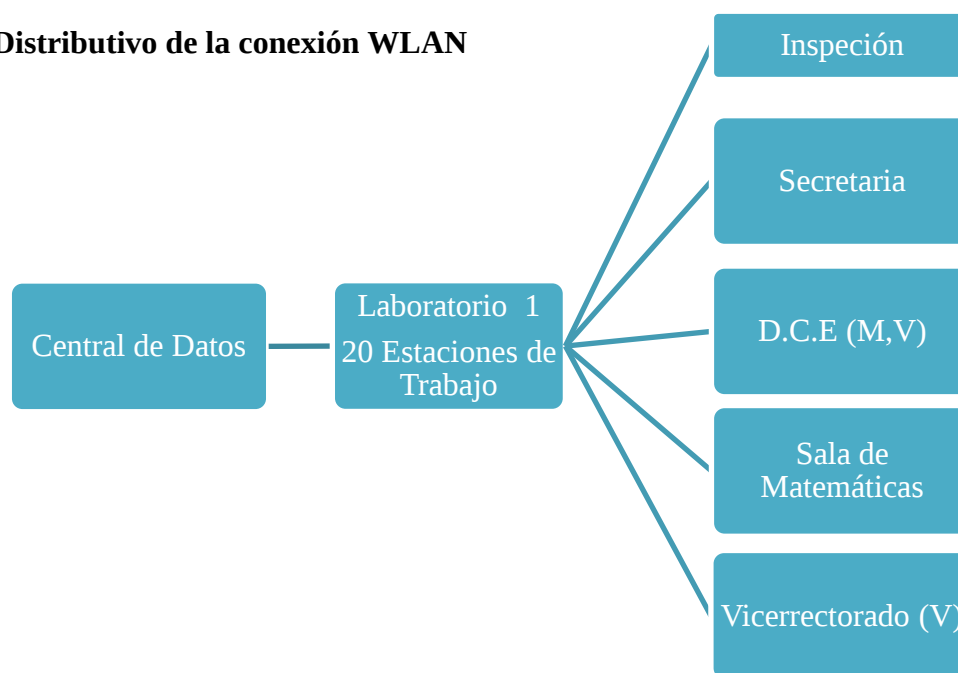


Figura 4. Distributivo de la conexión actual de Internet mediante red WLAN

En la figura 4. Encontramos la distribución WiFi que conecta al Laboratorio 1, realizado por el Proyecto Mintel 2013-0023, que se encuentra funcionando con 20 Estaciones de trabajo, el departamento de Inspección y las 5 Aulas de los Bloques 1,2 con señal de internet de media a baja, que se desconectan en forma repentina.

5.1.1.6 Distribución Física de la Red.

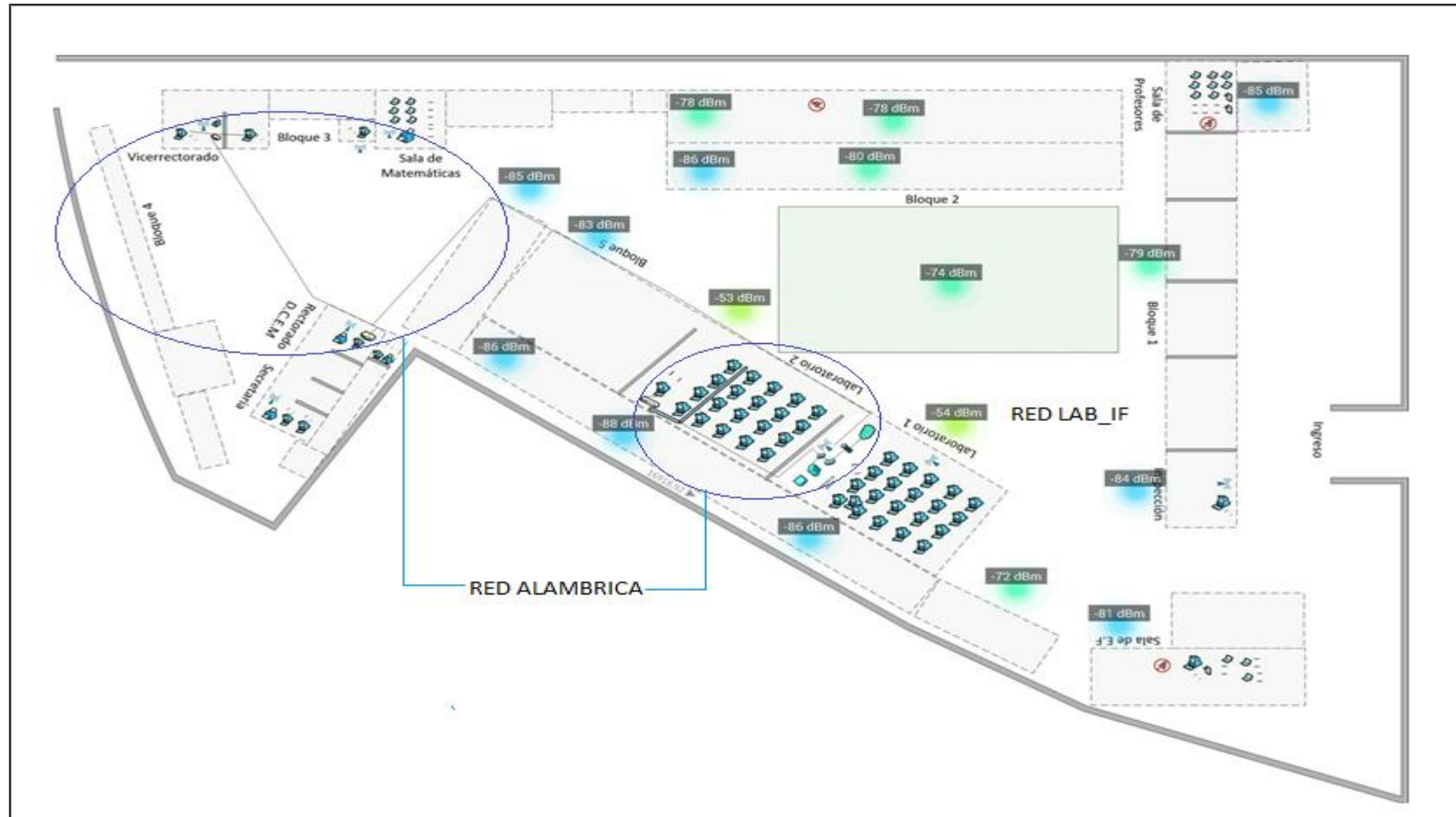


Figura 5. Diseño de la infraestructura física de la red actual, cobertura WLAN red LAB_INF

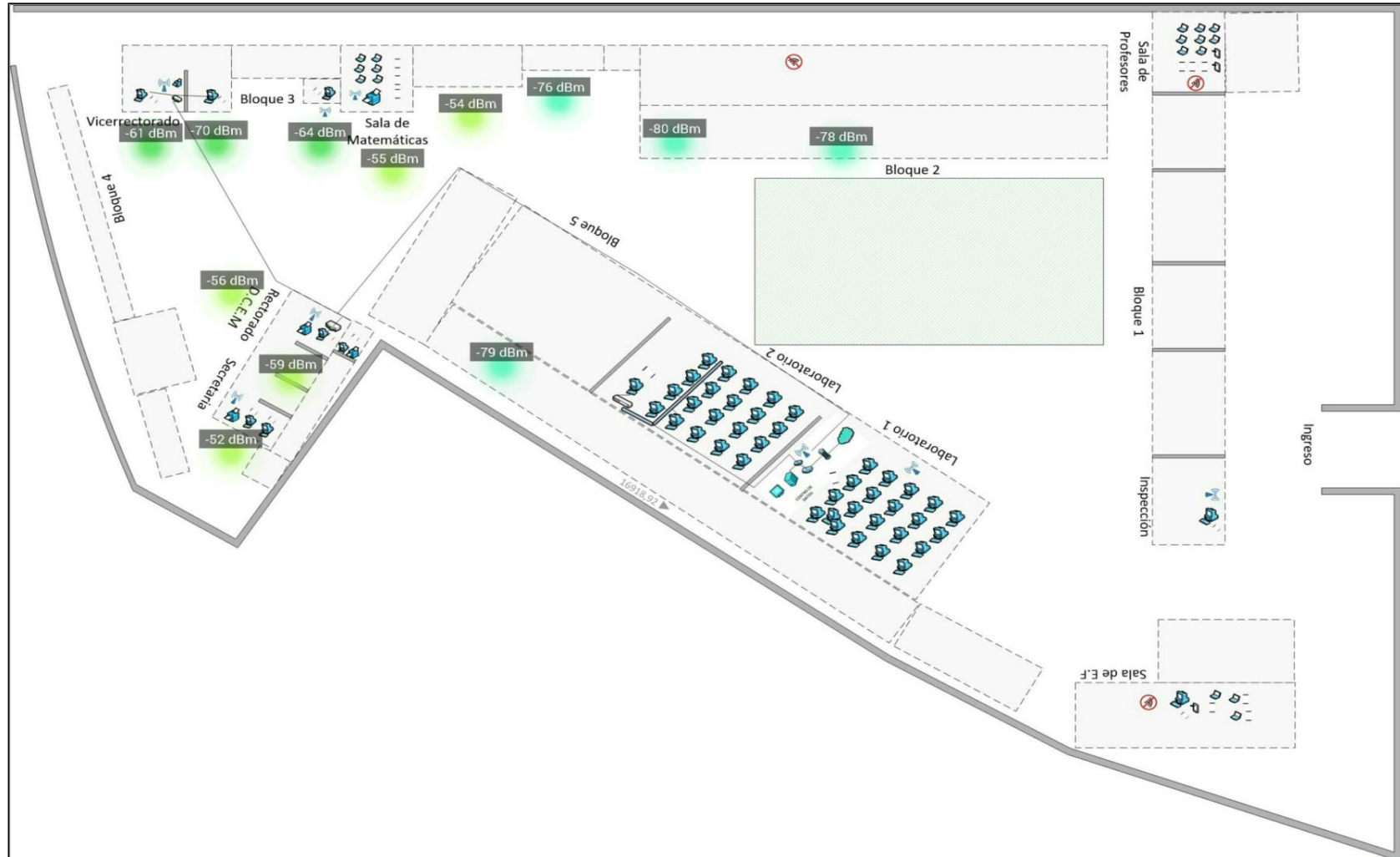


Figura 6. Diseño de la infraestructura física de la red cobertura administrativo WLAN red REC.

La Figura 5 y 6. Indica la distribución de la Red de la Institución, como se puede observar está dividida en 5 bloques, en el bloque 1 encontramos la Inspección General que está conectada a Internet mediante WiFi en la red LAB_IF con una señal de transmisión de -84 dbm, donde con frecuencia existe perdida de señal, la Sala de Profesores que se encuentra en este bloque no tiene acceso a ningún tipo de red ya que la señal es de -85 dbm, como se indica en la tabla 1, la mínima intensidad debe ser de hasta -80 dbm para poder tener acceso a la señal, en el bloque 2 se encuentra la distribución de las aulas donde los maestros dictan sus clases y no pueden hacer uso de sus recursos tecnológicos ya que aquí la señal es muy débil llegando así a

-86 dbm en el primer piso y a -78 dbm en el segundo piso donde se puede establecer conexión con una señal aceptable, en el bloque 3 y 4 no llega la señal de la red LAB_INF, en el bloque 5 en la planta alta se encuentran los laboratorios de Computación, el laboratorio 1 en donde se encuentra la conexión principal de la red Proyecto Mintel 2013-0023 con una señal de intensidad de transmisión de -54 dbm siendo una señal idónea para la conexión inalámbrica, Laboratorio 2 sin ningún tipo de diseño de red, solo una conexión de ocho computadores a un switch Encoré ENH916P-NWY de 16 puertos con cables sueltos sin ninguna protección, el alcance de señal a las aulas del bloque 5 planta baja es nulo de -86 dbm, la red LAB_INF trabaja en el canal 6 en la frecuencia 2437.

La sesión donde se encuentra ubicado el departamento administrativo posee una conexión en el servidor del Rectorado que va desde el laboratorio 1 donde se encuentra el centro de datos conectando a un Router inalámbrico D-LINK DIR -600 de 4 puertos donde se utiliza el puerto 1 para el rectorado, el puerto 2 para el vicerrectorado matutino, la red inalámbrica que conecta los Bloques 3,4 se denomina RECTORADO que brinda una señal de transmisión que se detalla a continuación D.C.E -59 dbm, en la secretaria -52 dbm donde se utilizan las dos estaciones de trabajo, -61 dbm en el Vicerrectorado vespertino, Sala de Matemática -55dbm y en el D.C.E vespertino con una señal de -64 dbm. Como se puede observar en la red RECTORADO se tiene una señal medianamente buena y en algunos casos idóneos por el espacio más reducido que existe entre departamentos y bloques de aulas.

Tabla 1. Indicador de fuerza de señal recibida RSSI (Wikimedia, 2017)

<i>Señal dbm.</i>	<i>Detalle</i>
-71 - 80	Señal mínima aceptable para establecer conexión, puede ocurrir caída de enlaces.
-61 - 70	Señal medianamente buena enlace normal – bajo puede sufrir problemas con lluvia y viento.
-40 - 60	Señal idónea, con tasas de transferencia estable.
-1 a -39	Señal Excelente Muy difícil de conseguir en un entorno normal.
0	Señal ideal, se logra solamente en laboratorios

5.1.1.7 Descripción de Hardware.

La descripción de Hardware por departamentos se describe a continuación:

Tabla 2. Descripción de Hardware Administrativo

<i>Cantidad</i>	<i>Hardware</i>	<i>Descripción</i>
1	Servidor	Dual Core
6	Pc Escritorio	Intel Corel i3
1	Router	D-Link de 4 puertos
4	Impresoras	EPSON L555

La Tabla 2 indica las características de Hardware que tiene el departamento administrativo, en donde se puede observar que no existe ningún diseño de red de datos, solo la conexión a internet mediante el Router que va desde el rectorado que actúa como servidor distribuyendo a las secretarías, vicerrectorado y D.C.E, con cables sueltos sin ningún tipo de canaletas.

Tabla 3. Descripción de Hardware Laboratorio 1

Cantidad	Hardware	Descripción
1	Servidor	HP
20	Estaciones	THIN CLIENT NUC
1	Router	D-link 4 Puertos
1	Router	Cisco Modelo 881
1	Convertidor de Fibra	Slide-in-type
1	Proyector	Benq
1	Caja de Distribución	Metálica

La Tabla 3 indica las características de hardware que tiene el laboratorio1 de la Institución que se encuentra ubicado en la planta alta del bloque 2, donde se observa la conexión de la red WLAN Proyecto Mintel 2013-0023.

Tabla 4. Descripción de Hardware Laboratorio 2

Cantidad	Hardware	Descripción
1	Servidor	Corel i3
20	Pc Escritorio	Entre Pentium 4, Coreli3
1	Switch	Encoré 16 Puertos
1	Proyector	Infocus Sony

5.1.1.8 Descripción de Software.

El software con el que trabajan las estaciones de trabajo se describe a continuación:

- Sistema Operativo Windows 7 de 32 bits.
- Sistema Operativo Ubuntu 16
- Aplicaciones
- Página Ministerio de Educación, Plataforma Educar Ecuador
- Athenea 4.0
- Correo Institucional
- Driver
- Skype
- YouTube
- Pruebas INEVAL
- Pruebas de Diagnóstico de Inglés Ministerio de Educación
- Team Viewer
- Compartición de archivos

5.1.1.9 Conectividad.

La Unidad Educativa “San Rafael”, en la actualidad cuenta con Acceso a Internet mediante el proveedor CNT Proyecto Mintel 2013-0023, con 10 MB para toda la Institución.

Tabla 5. Verificación de la conectividad de Internet (Test, 2013-2014)

Detalle	Mbps	ms
Velocidad de subida	2.70	
Velocidad de bajada	9.20	
Ping		21.0

Los datos obtenidos de la tabla 5 indican la velocidad del internet que existe en hora pico 16h00 donde la utilización del internet en una gran número de usuarios.

5.1.1.4 Usuarios.

El número de usuarios depende de los estudiantes que por día utilicen el laboratorio, la distribución para la utilización es de 40 estudiantes por hora, sin contar con los usuarios conectados en forma inalámbrica con Tablet, Celulares, Netbook, laptops, entre otros, como en la utilización de la conexión para capacitaciones y reuniones de docentes de manera virtual.

5.1.1.10 Topología Física de la Red Actual.

En la Institución no se ha encontrado ningún diseño de Red, solo una conexión precaria que conecta a Internet mediante el Router del laboratorio1, al Switch del laboratorio 2 donde funcionan 8 Pc Escritorio enlazadas con cable UTP categoría 5E, con cables sueltos sin canaletas distribuidos en forma aleatoria con direcciones IP dinámicas.

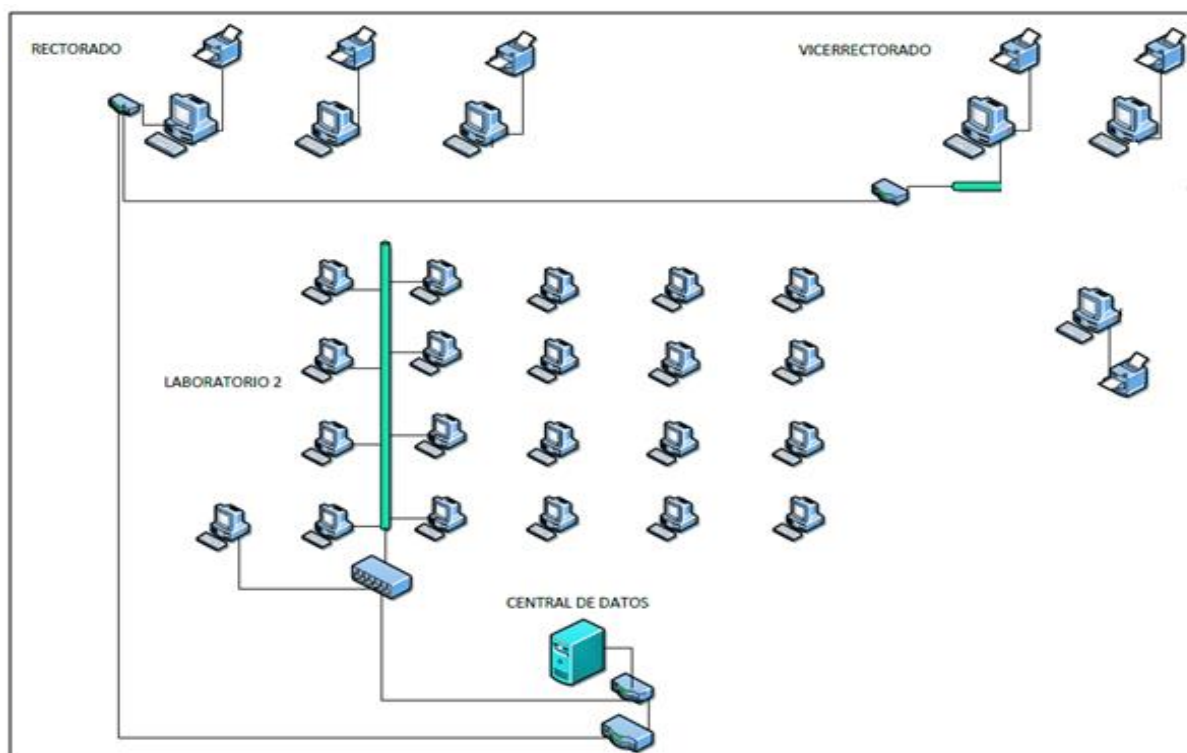


Figura 7. Diseño de la Topología Física de la Red Actual

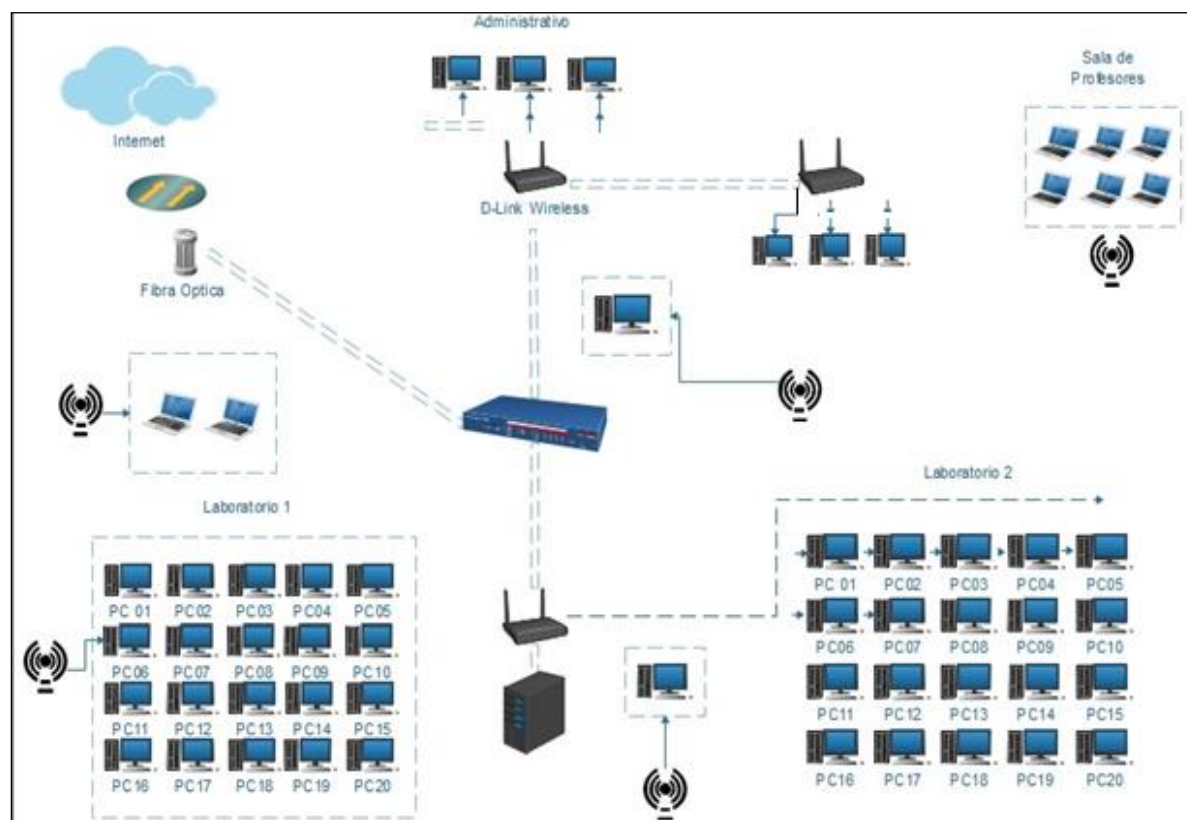


Figura 8. Diseño de la Red LAN actual de la Institución.

La Institución cuenta con una conexión a Internet mediante fibra óptica proyecto Mintel 2013-0023 en el Laboratorio 1, que es el centro principal de datos ubicado en la planta alta del bloque 5, a través de una conexión Ethernet con cable UTP categoría 5E y conectores RJ45 para cada uno de los puntos de red, de la central de datos se distribuye a los demás departamentos mediante un Router modelo Cisco 881, mediante enrutamiento al laboratorio 2 para la conexión de 8 puntos a través de un switch Encoré de 16 puertos, al departamento administrativo que se encuentra en el Bloque 4 a una distancia de 25 metros cuadrados, se utiliza un cable UTP categoría 5E que llega a un Router D-Link DIR-600, que se encuentra en el rectorado de aquí se realiza la distribución al Rectorado y Secretarías mediante WiFi, el departamento académico utilizando 7 metros de cable UTP categoría 5E, para realizar una conexión con Router D-Link DIR -600 al Vicerrectorado matutino y vespertino, D.C.E vespertino se conecta mediante WiFi.

La figura 9. Nos muestra la conexión inalámbrica que es suministrada mediante un Router inalámbrico que se encuentra en el centro de datos proyecto Mintel 2013-0023 expandiendo su cobertura 60 m² llegando así al departamento de inspección y los bloques 1,2 con una señal media a baja, en la sala de profesores no alcanza la cobertura por lo que los docentes se quejan de la limitación del Internet por lo que tiene que realizar los trabajos en sus hogares.

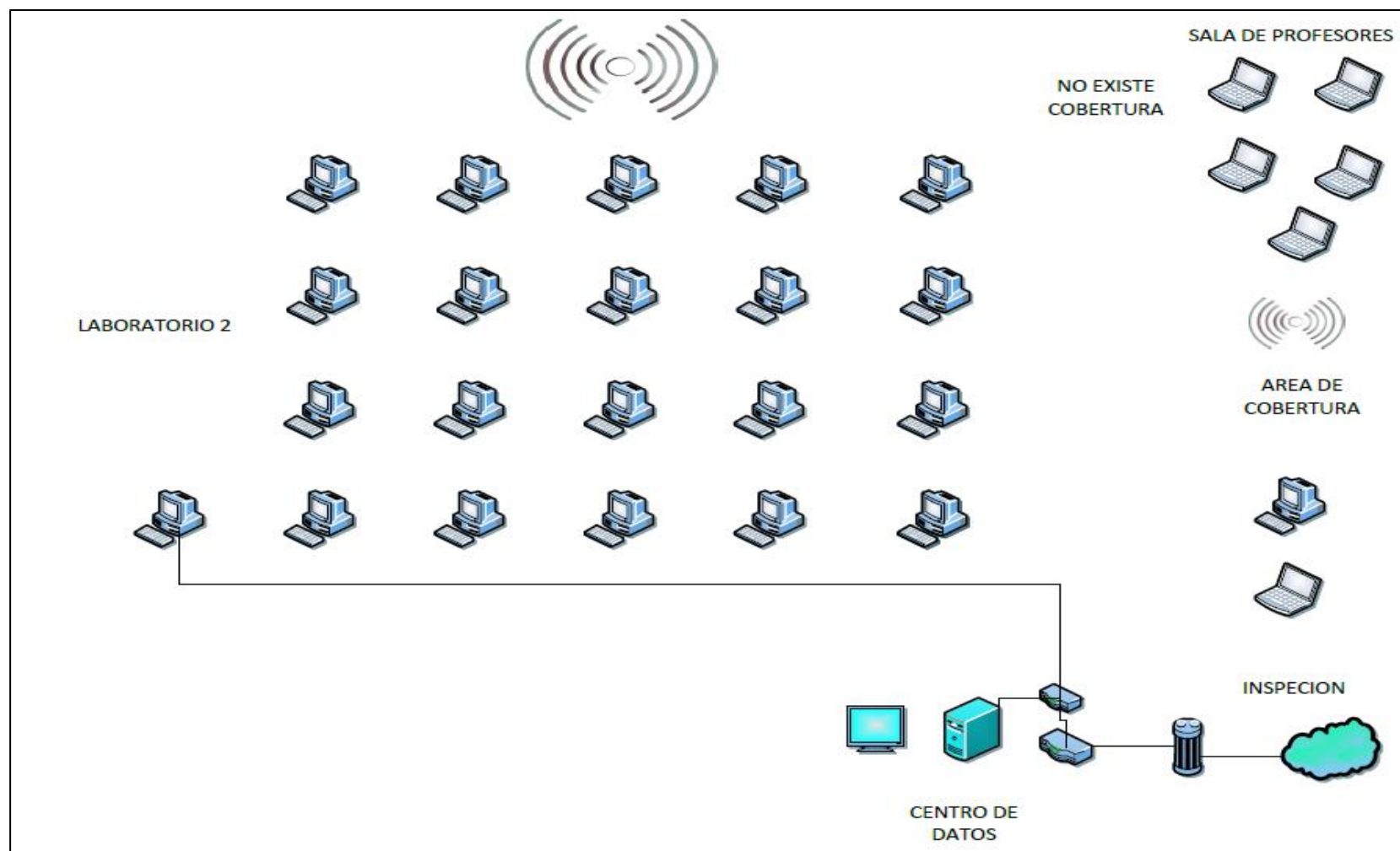


Figura 9. Diseño de la Red WLAN actual de la Institución.

5.1.1.11 Distribución WLAN

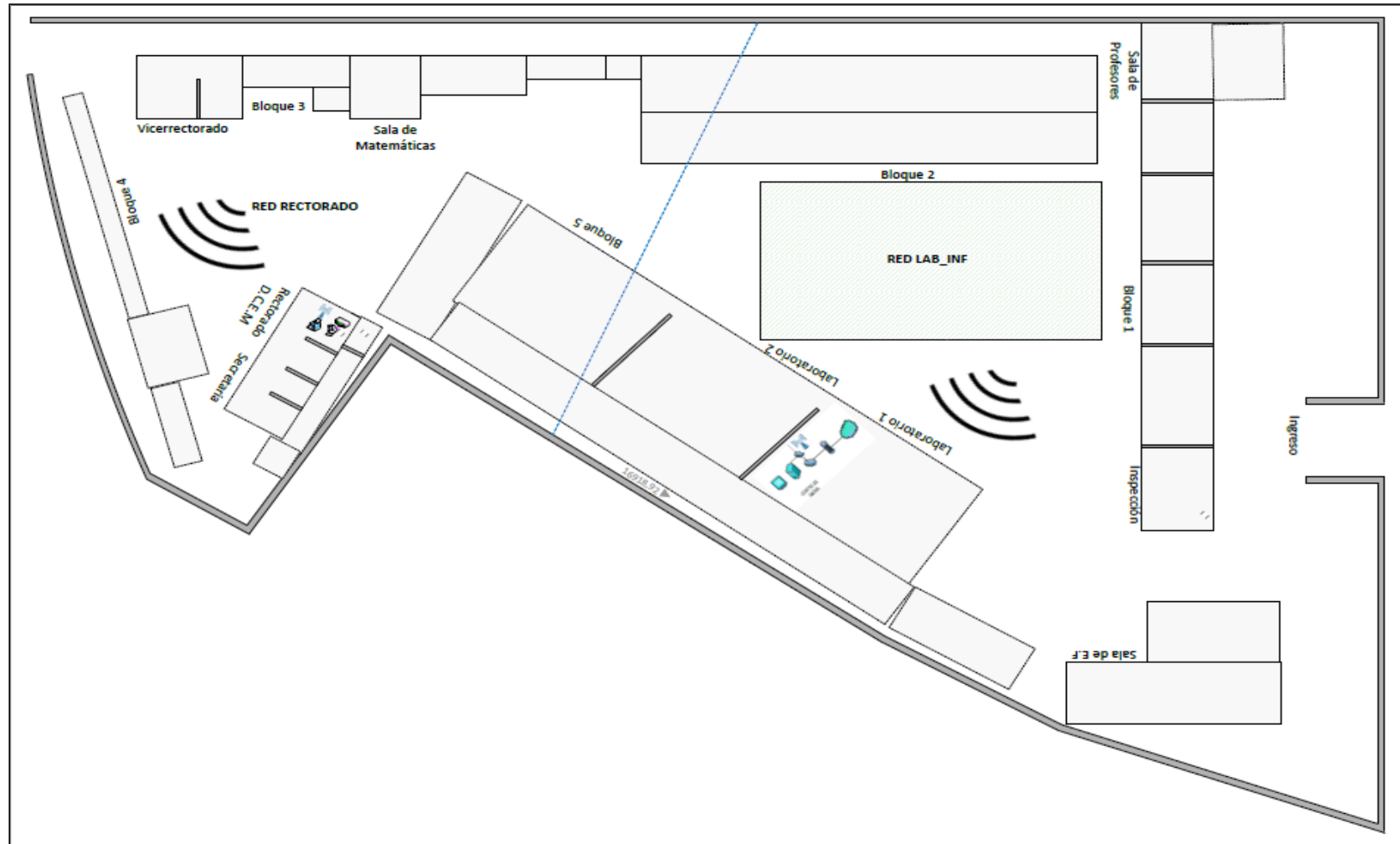


Figura 10. Distribución de la Red WLAN en las Instalaciones de la UESR

5.1.2 Análisis del Tráfico de la red actual.

Se trabajará con 632 usuarios finales que utilizan la red entre personal administrativo, laboratorios, docentes y estudiantes como se muestra a continuación:

Tabla 6. *Uso de la red, datos obtenidos en la Institución*

Dependencias	N° De Usuarios	Estación de Trabajo	Teléfonos Inteligentes	PC Portátiles
Administrativo	10	8	10	4
Laboratorios	42	42	2	0
Docentes	80	2	80	20
Estudiantes	500	0	300	5

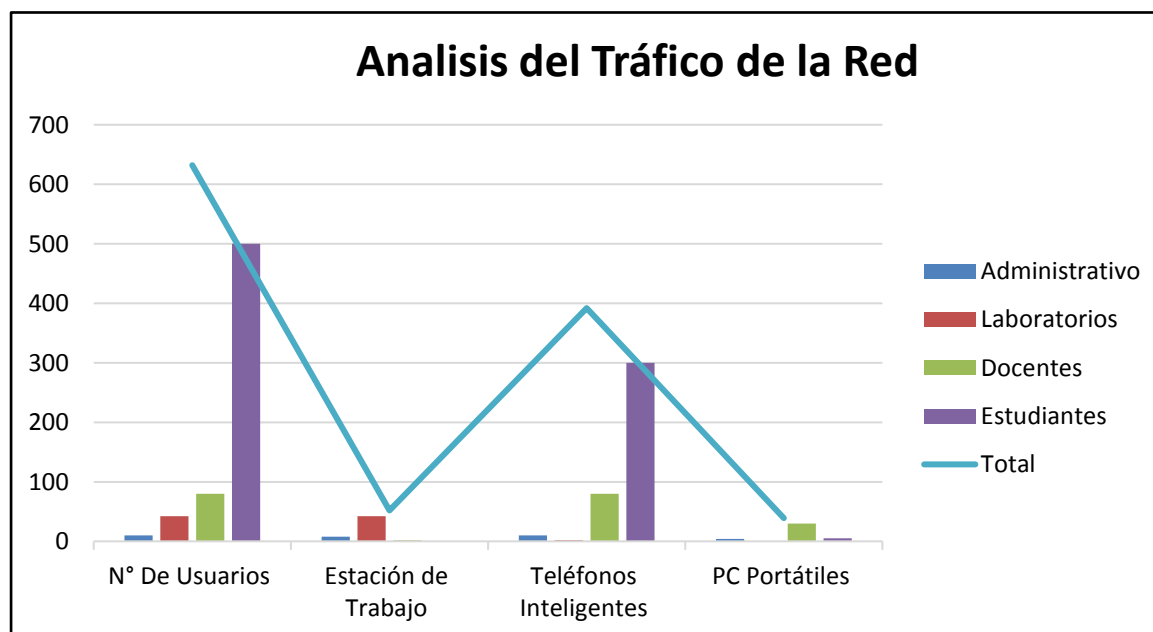


Figura 11. *Análisis estratificado del uso de la red.*

En la Figura 11. Se encuentra los usuarios que utilizan la red de la Institución, dividido por dependencias, donde podemos observar que el uso mayoritario es de los estudiantes que acceden a la red en los laboratorios y en sus teléfonos inteligentes, luego los docentes con un número simplificado utilizando PC portátiles al igual que teléfonos inteligentes y Tablet, el personal administrativo que es el de menor usuarios es limitado por el área de cobertura de la red.

Para realizar el análisis del tráfico de la red actual de la Institución, se utilizará la herramienta Wireshark tomando datos en diferentes periodos de tiempo tanto en la sección matutina como es la sección vespertina.

Tabla 7. Periodos de Tiempo Matutina.

Hora	Matutina	Actividad	Usuario
07h00	x	Clases	PD
08h00	xxx	Tics	E,PD,PA
09h00	x	Classes	PD,PA
10h00	x	Recreo	PD, PA
11h00	xx	Tics	E, PA
12h00	xxx	Salida	E,PD,PA

Tabla 8. *Periodos de Tiempo Vespertina*

Hora	Vespertina	Actividad	Usuarios
13h00	x	Ingreso	PD
14h00	xx	Tics	E,PD,PA
15h00	xx	Tics	E,PD,PA
16h00	xxx	Recreo	E,PD,PA
17h00	x	Clases	PD,PA

En la Tabla 7 - 8. Se ha realizado una tabulación donde se indica la mayor utilización de la red en diferente horario y con diferentes actividades: x = Insuficiente, xx = Media, xxx = Numeroso, por lo que se ha llegado a la conclusión que el monitoreo de los datos se realizará, la primera muestra de 08h00-9h00 ya que aquí se da uso a la red de los laboratorios e ingresa el personal administrativo (PA), la segunda muestra se tomará de 12h00 -13h00 que es el periodo de salida de la sección matutina y el ingreso de la sección vespertina por lo que la utilización de la red inalámbrica es numerosa en este horario trabaja Estudiantes(E), Personal Docente(PD), y el Personal Administrativo(PA), de la misma forma la tercera muestra se realizará en el periodo de 16h00-17h00 donde todos los usuarios están conectados.

El muestreo del tráfico de la red se realizara 3 veces al día por un periodo de tres días para poder determinar el funcionamiento y rendimiento.

5.1.2.1 Captura de Tráfico.

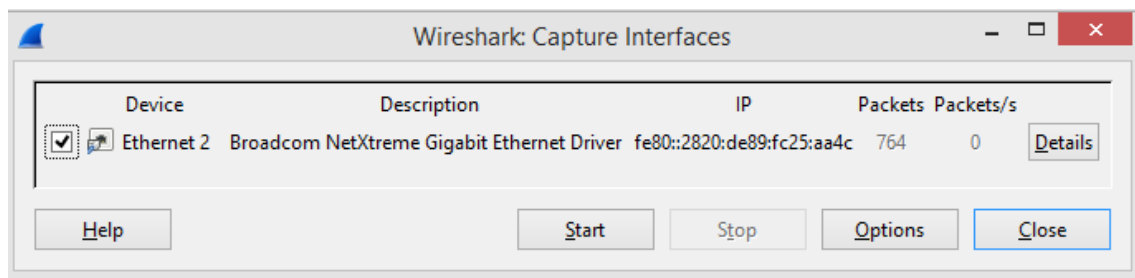


Figura 12. Interface gráfica de la pantalla principal de Wireshark

Como se puede observar en la figura 12. Se ha detectado dos tipos de red Ethernet 2 red cableada que trabaja con el Laboratorio 2 y Lab_Inf. Red inalámbrica.

5.1.2.2 Análisis de la Red Cableada.

La red actual cuenta con una velocidad de enlace de 100 Mbps, trabaja bajo el estándar IEEE 802.3, conecta al Laboratorio 2 de la Institución y el Departamento Administrativo como se indicó anteriormente, las opciones de MAC trabaja con el estándar IEEE 802.1P, que nos servirá como mecanismo para implementar Calidad de Servicio QoS a nivel MAC, no posee VLAN, también podemos observar en la figura 12. Que contamos con 18 estaciones de trabajo conectadas a la red, con un tamaño máximo de paquetes de 1514, como se indica en la figura 13.

El análisis del tráfico se realizará mediante protocolos que se transmite en la red como se indica en la figura 13.

Capturing from Ethernet 2 [Wireshark 2.2.8 (v2.2.8-0-ga9ebe59292)]

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Tools Internals Help

Filter: Expression... Clear Apply Save

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
4	1.193890	192.168.0.101	239.255.255.250	SSDP	167	M-SEARCH * HTTP/1.1
5	1.878113	192.168.0.133	172.217.8.110	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=613/25858, ttl=255 (reply in 10)
6	1.878297	192.168.0.133	104.40.50.126	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=614/26114, ttl=255 (no response found!)
7	1.878445	192.168.0.133	216.58.219.69	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=615/26370, ttl=255 (no response found!)
8	1.878587	192.168.0.133	217.23.4.38	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=616/26626, ttl=255 (no response found!)
9	1.878725	192.168.0.133	216.157.88.24	ICMP	74	Echo (ping) request id=0x0001, seq=617/26882, ttl=255 (no response found!)
10	1.967167	172.217.8.110	192.168.0.133	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=613/25858, ttl=41 (request in 5)
11	1.975591	216.58.219.69	192.168.0.133	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=615/26370, ttl=41 (request in 7)
12	2.001736	216.157.88.24	192.168.0.133	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=617/26882, ttl=43 (request in 9)
13	2.046234	217.23.4.38	192.168.0.133	ICMP	74	Echo (ping) reply id=0x0001, seq=616/26626, ttl=44 (request in 8)
14	2.114748	LiteonTe_a7:cc:66	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.0.17 Tell 192.168.0.131
15	2.831281	192.168.0.104	239.255.255.250	SSDP	179	M-SEARCH * HTTP/1.1
16	2.933798	LiteonTe_a7:cc:66	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.0.17 Tell 192.168.0.131
17	3.928084	LiteonTe_a7:cc:66	Broadcast	ARP	60	who has 192.168.0.17 Tell 192.168.0.131

Frame 1: 149 bytes on wire (1192 bits), 149 bytes captured (1192 bits) on interface 0
 Ethernet II, Src: BrocadeC_c8:71:3d (00:e0:52:c8:71:3d), Dst: IPv6mcast_01:00:02 (33:33:00:01:00:02)
 Internet Protocol Version 6, Src: fe80::1d5c:4f1b:13d2:40f3, Dst: ff02::1:2
 User Datagram Protocol, Src Port: 546, Dst Port: 547
 DHCPv6

0000 33 33 00 01 00 02 00 e0 52 c8 71 3d 86 dd 60 00 33.....R.qm...
 0010 00 00 00 5f 11 01 fe 80 00 00 00 00 00 00 1d 5c
 0020 4f 1b 13 d2 40 f3 ff 02 00 00 00 00 00 00 00 00.....
 0030 00 00 00 01 00 02 02 22 02 23 00 5f 45 3a 01 36E:6
 0040 84 3a 00 08 00 02 05 d6 00 01 00 0e 00 01 00 01
 0050 1f 25 0b 25 00 23 24 0a 88 cf 00 03 00 0c 12 00
 0060 e0 52 00 00 00 00 00 00 00 00 00 27 00 09 00 07
 0070 50 43 32 31 2d 50 43 00 10 00 0e 00 00 01 37 00
 0080 08 4d 53 46 54 20 35 2e 30 00 06 00 08 00 18 00
 0090 17 00 11 00 27

Figura 13. Captura de paquete de datos de la Red Ethernet

Wireshark · Endpoints · captura 1

Endpoints						
Ethernet · 18						
	IPv4 · 37	IPv6 · 7	TCP · 85	UDP · 67		
Address	Packets	Bytes	Tx Packets	Tx Bytes	Rx Packets	Rx Bytes
00:e0:52:c8:71:3d	18	1967	18	1967	0	
01:00:5e:00:00:16	1	60	0	0	1	
01:00:5e:00:00:fb	11	1008	0	0	11	
01:00:5e:00:00:fc	12	802	0	0	12	
01:00:5e:7f:ff:fa	48	10 k	0	0	48	
04:56:04:e5:80:5d	35	5525	35	5525	0	
33:33:00:00:00:16	1	90	0	0	1	
33:33:00:00:00:fb	5	510	0	0	5	
33:33:00:01:00:02	4	599	0	0	4	
33:33:00:01:00:03	12	1042	0	0	12	
4c:66:41:37:e5:05	2	120	2	120	0	
84:c7:ea:61:94:ea	1	179	1	179	0	
a0:1d:48:97:2d:d5	2,438	1008 k	1,294	143 k	1,144	
a0:e4:53:f2:20:13	3	180	3	180	0	
ac:72:89:b8:ee:8a	3	302	3	302	0	
ac:e0:10:a7:cc:66	13	780	13	780	0	
cc:b2:55:1d:c4:10	2,388	1006 k	1,153	868 k	1,235	
ff:ff:ff:ff:ff:ff	49	3524	0	0	49	

Figura 14. Captura de paquete de datos de la Red Ethernet 2

Topic / Item	Count	Average	Min val	Max val	Rate (ms)	Percent	Burst rate	Burst start
Packet Lengths	2522	404.87	42	1514	0.0265	100%	1.7100	75.486
0-19	0	-	-	-	0.0000	0.00%	-	-
20-39	0	-	-	-	0.0000	0.00%	-	-
40-79	1358	57.78	42	79	0.0143	53.85%	0.8700	45.067
80-159	286	105.34	82	156	0.0030	11.34%	0.2800	45.293
160-319	179	234.50	161	314	0.0019	7.10%	0.1600	45.266
320-639	116	463.43	327	633	0.0012	4.60%	0.1200	45.357
640-1279	81	894.47	663	1234	0.0009	3.21%	0.1500	75.487
1280-2559	502	1482.70	1291	1514	0.0053	19.90%	0.5000	75.275
2560-5119	0	-	-	-	0.0000	0.00%	-	-
5120 and greater	0	-	-	-	0.0000	0.00%	-	-

Figura 15. Longitud de Paquetes de la captura de la red

5.1.2.3 Análisis del tráfico de la Red.

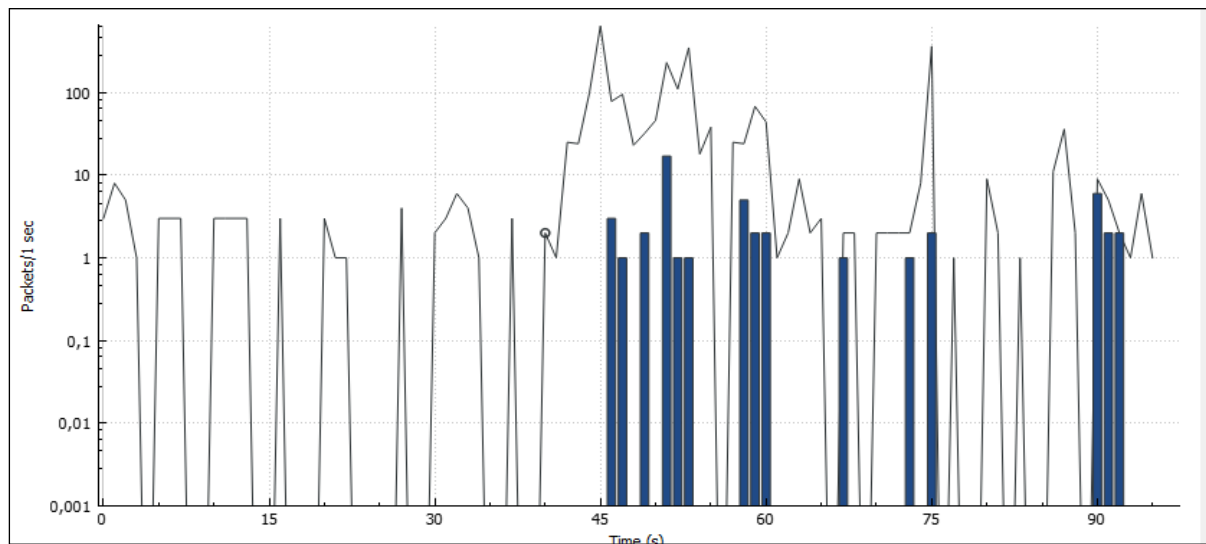


Figura 16. Captura Tráfico periodo de 8h00 – 9h00 Día 1.

Como se puede observar en la figura 16. Encontramos el tráfico correspondiente al protocolo TCP¹ que se detectó en la red, con diferentes direcciones IP, provocando la caída de la web en cortos periodos de tiempo como indica el grafico, ya que existe ataques al servidor desde varios ordenadores que desean ingresar detectado en el monitoreo mediante el protocolo SSDP², esto se debe a que los estudiantes manipulan aplicaciones para la utilización de la red, al igual que se utiliza las impresoras del personal administrativo, en este periodo de tiempo los docentes y personal administrativo dan uso medio a la red.

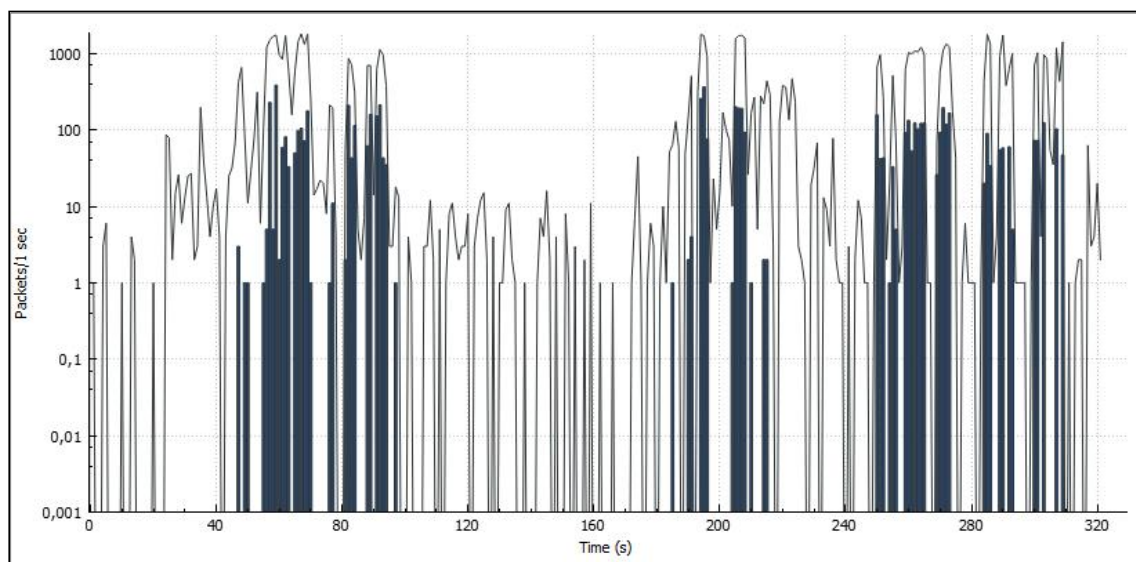


Figura 17. Captura Tráfico periodo de 12h00 – 13h00 Día 2

¹ TCP: Transport Control Protocol, Protocolo de Control de Transporte, está orientado a conexión.

² SSDP: Simple Service Discovery Protocol

La Figura 17. Nos indica el tráfico que se detectó en la red, en el periodo de 12h00 a 13h00 que aumento con referencia al primer tiempo provocando picos de tráfico por lo que en este horario los docentes de la sección matutina empiezan a realizar sus actividades extracurriculares y dan uso a las Tics, al igual que los estudiantes de la sesión vespertina donde se arranca el uso del sistema en los laboratorios, Docentes que dan uso a la red utilizando videos, estudiantes conectados en sus teléfonos inteligentes.

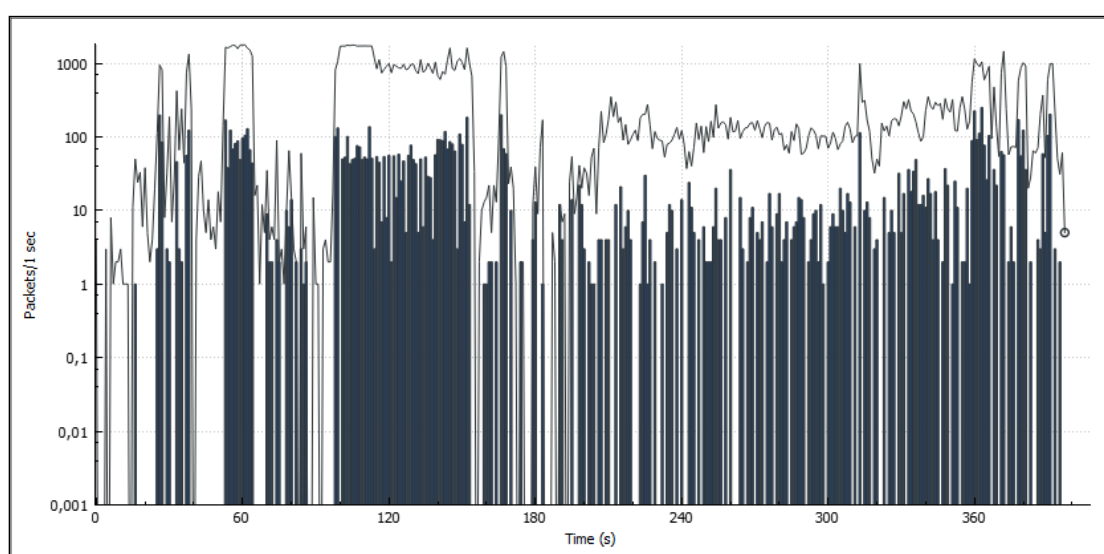


Figura 18. Captura Tráfico en el periodo de 16h00 – 17h00 Día 3.

La figura 18. Nos da una idea de la utilización masiva de la red, donde se puede observar la saturación de la misma, provocando errores y congestiones en la red por su utilización ya que los estudiantes en este tiempo ingresan a las redes sociales, juegos, etc. Al igual que los docentes trabajan ingresando datos a la plataforma Educar Ecuador, notas, asistencias, envía y reciben correo electrónico, utilizan sus teléfonos inteligentes, etc. Promoviendo de tal manera los pico de tráfico en la red.

En el monitoreo se pudo observar los mensajes que emite el protocolo ICMP³ de pérdida de paquetes que no pueden llegar a su destino en los tiempos requeridos en repetidas ocasiones a diferentes servidores.

5.1.2.4 Análisis del tráfico por servicios.

El análisis del tráfico por servicios se lo realizará utilizando la aplicación (NetBalancer, 2013-2017) que monitoreara desde el Router.

Tabla 9. *Uso de la red periodo de tiempo 2 horas.*

Aplicación	Descargas (Mbps)	Cargas (Mbps)
Http	2.2	0.21
E.Mail	5.18	0.74
TCP	20.6	4.1
YouTube	180.6	7.3
Skype	2.4	1.2
Facebook	6.2	1.2
Google	5.40	1.1

En la tabla 09. Encontramos un promedio de consumo de ancho de banda por aplicaciones donde podemos observar que existe una elevada utilización en la aplicación de YouTube, seguida por aplicaciones que enmarcan el protocolo TCP.

³ICPM: Internet Control Message Protocol

A continuación se muestra la gráfica que nos da la aplicación NetBalancer 9.10.4 de la utilización de las aplicaciones.

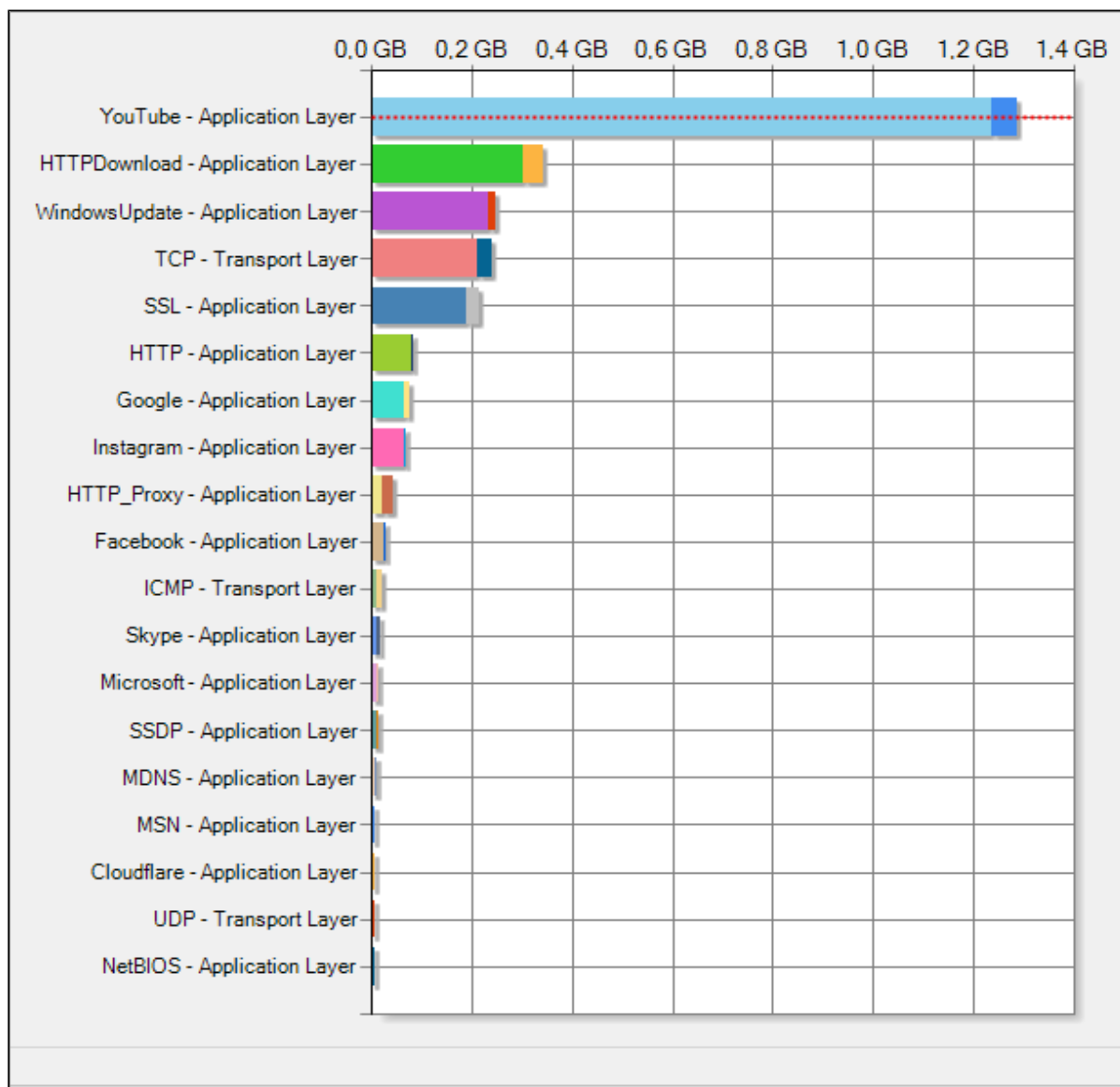


Figura 19. Captura Tráfico por aplicaciones dos horas al día durante 1 semana.

La figura 19. Nos indica los valores consumidos por las aplicaciones utilizadas en la red llegando a un máximo de 768,5 Mbps, monitoreado por un periodo de tiempo de 2 horas a la semana en diferentes estación de trabajo con un promedio de 12 PC en la red LAN y 24 PC WLAN que dan similar utilización a las aplicaciones.

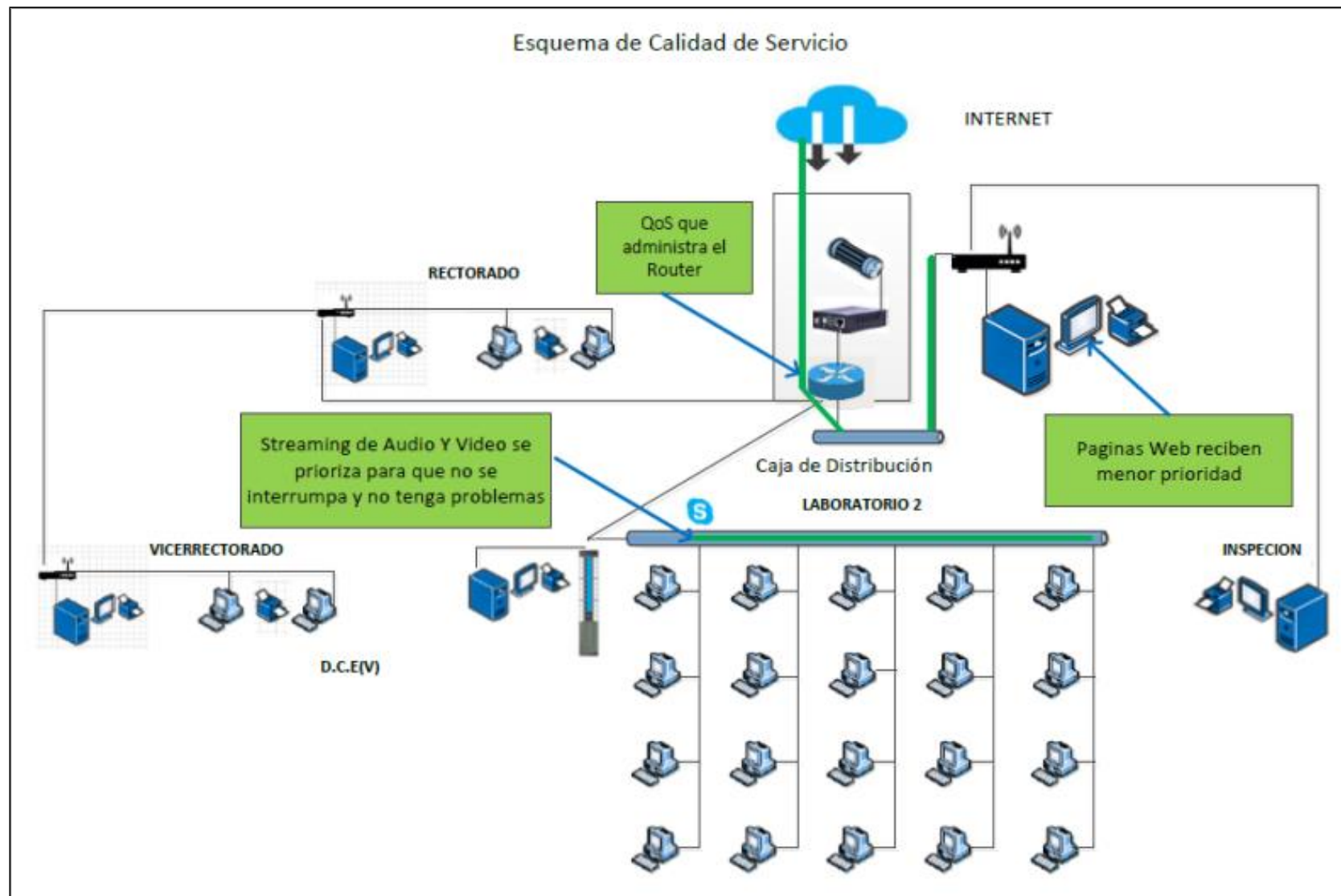
Tabla 10. *Uso de Los Códec de audio y video por aplicación. (GitBook, 2014).*

Aplicación	Códec	Velocidad	Descripción
Recomendados			
YouTube	VP9	125.0 Mbps	Reducir el ancho de banda con videos de alta calidad streaming de 4k.
Skype	OPUS (Audio)	6kbps -510kbps	Calidad CD incluye contenido estéreo soporta 255 canales de audio, latencia de 5ms.

5.2 Diseñar el esquema de Calidad de Servicio (QoS), para las aplicaciones de red.

“La Calidad de Servicio QoS, es la habilidad de la Red mediante tecnologías que nos provee mecanismos para poder priorizar los paquetes de datos, voz, video, dando un mejor servicio a un grupo de usuarios o aplicaciones, el uso de estas tecnologías garantiza el menor uso de ancho de banda”. (Cisco, 2012).

En la UESR en algunos casos existe congestión, por la demanda de recursos tecnológicos y humanos, que superan la capacidad disponible de la Red, por lo tanto será necesario administrar los parámetros de pérdida de paquetes o retardo, utilizando mecanismos para administrar los recursos de la red, la Calidad de Servicio (QoS), se encargara de priorizar el ancho de banda disponible en función de las necesidades de la Institución, clasificando de esta manera el tráfico.



5.2.1. Análisis del tipo de Tráfico de la Institución por servicios.

Entre los principales paquetes que se transmiten en las redes, encontramos el tráfico de Datos, video y voz que se describen a continuación en la figura 20.

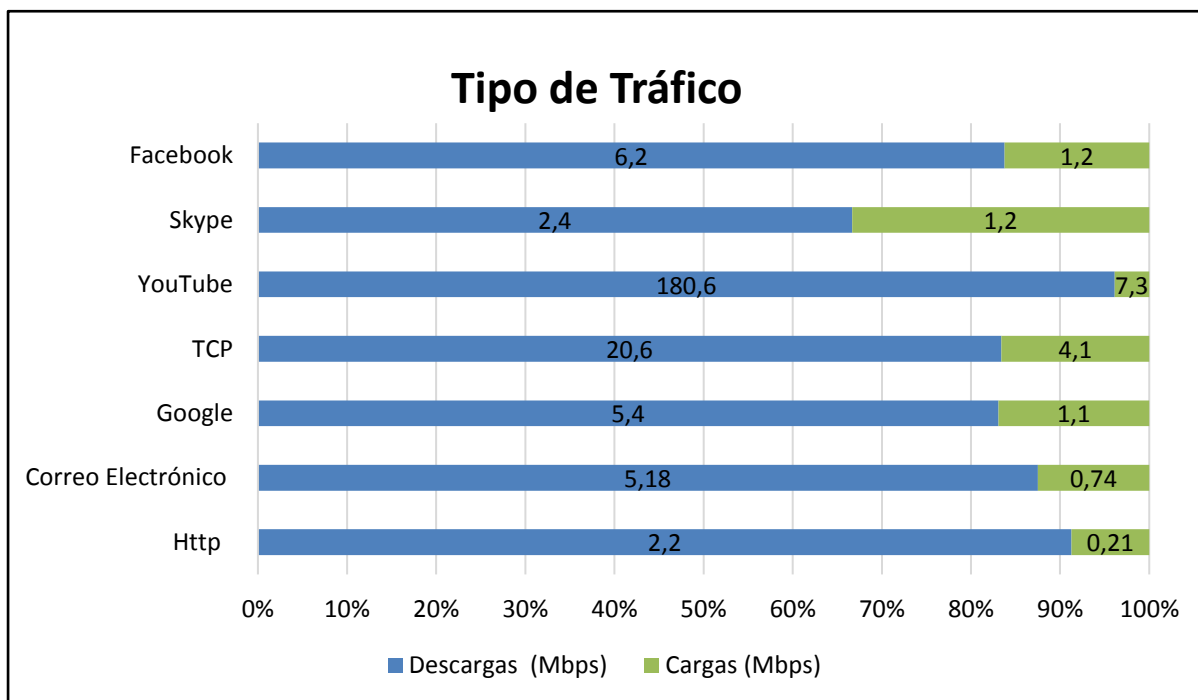


Figura 20. Captura Tráfico de datos, voz, video

Como se puede observar en el grafico el tráfico de video es el más utilizado, ya que los docentes utilizan la transmisión de videos en sus horas de clase como material didáctico desde una página específica de películas o un video en YouTube, como en este caso.

5.2.1.1 Parámetros de Calidad de Servicio (QoS) según el tráfico.

Los parámetros relacionados con Calidad de Servicio (QoS), son: Ancho de Banda, nivel de retardo o latencia, variación de retardo o jitter, rendimiento o throughput, pérdida de paquetes, a continuación se realizará un análisis de cada uno de los parámetros según la red de la Institución.

5.2.1.2 Ancho de Banda.

“Es la cantidad de información que puede fluir por un elemento de red en un periodo dado de tiempo”. (R, 2009)

La conexión de la Institución es de 10MB, con el proveedor de servicios CNT Fibra Óptica como indica la figura 21 se puede observar que se cuenta con una velocidad de descarga de 9,8 Mbps, de subida 14,1 cuenta con un servicio asimétrico, donde la velocidad de descarga es menor que la de subida siendo un causante del mal funcionamiento de la red.

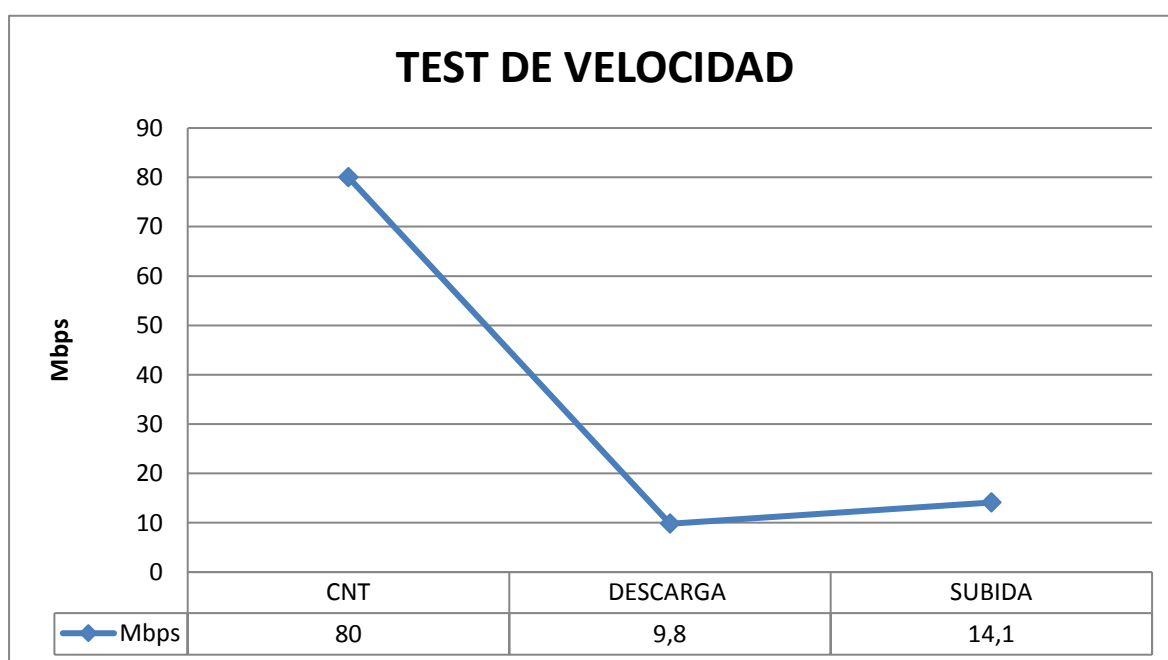


Figura 21. Velocidad de Internet obtenida por Speed Test en la Red. (Test, 2013-2014)

5.2.1.3 Retardo o latencia.

“Latencia es el tiempo que tarda los paquetes IP en llegar desde el servidor hasta nuestro ordenador, al igual que es la suma de retardos temporales dentro de la red, un retardo es producido por la demora de propagación y transmisión de paquetes dentro de la red, se mide en (ms)”.

A continuación se realizará el análisis de retardo tomando como base 15 capturas de paquetes en el servidor principal sacado un promedio de las aplicaciones más utilizadas en la red de la institución, donde se puede obtener el siguiente diagnóstico por aplicaciones:

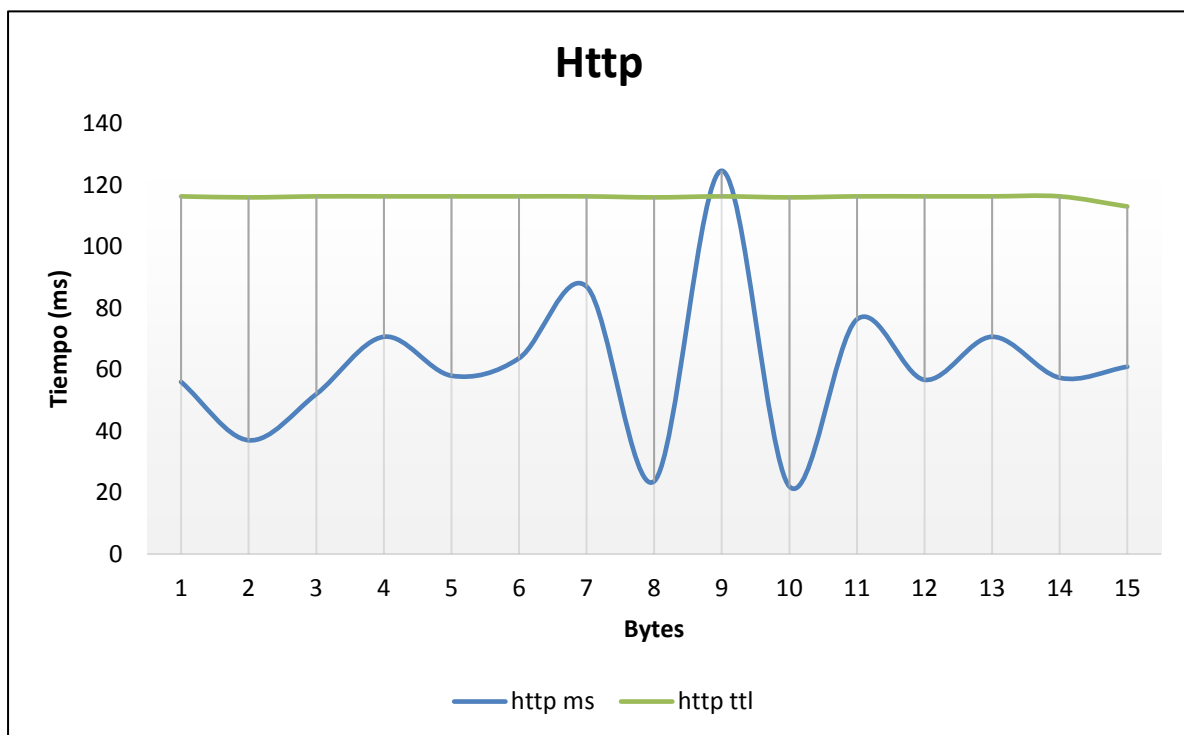


Figura 22. Medición de la latencia Http

La figura 22. Nos muestra la demora en la línea 2 y 9, donde existe un pronunciado desfasé de tiempo en la recepción de paquetes, ya que aquí se da uso a la plataforma educar ecuador y esta se encuentra saturada la gran mayoría de tiempo.

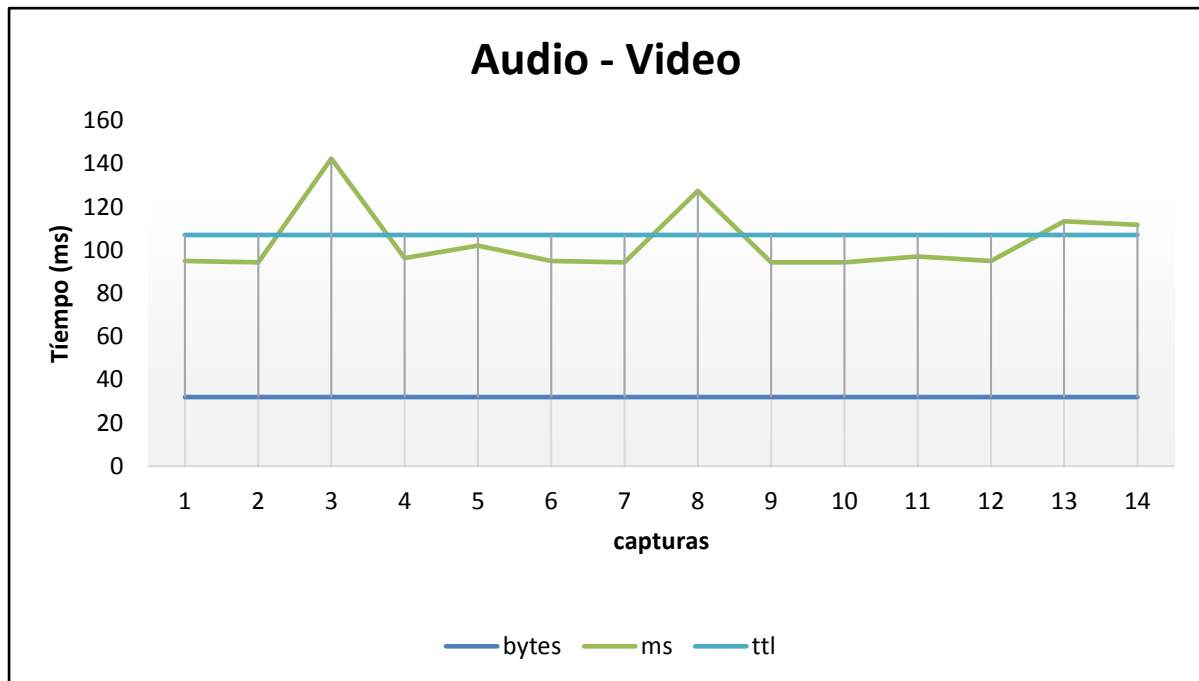


Figura 23. Medición de la latencia Audio y Video

La figura 23. Nos muestra la latencia de Audio y video donde se encuentra una variación de tiempo en la línea 3 y 8 donde se no se recibe los paquetes provocando pérdidas del 3 y 13% respectivamente los datos se recepto de YouTube que es la aplicación más utilizada, películas online y música.

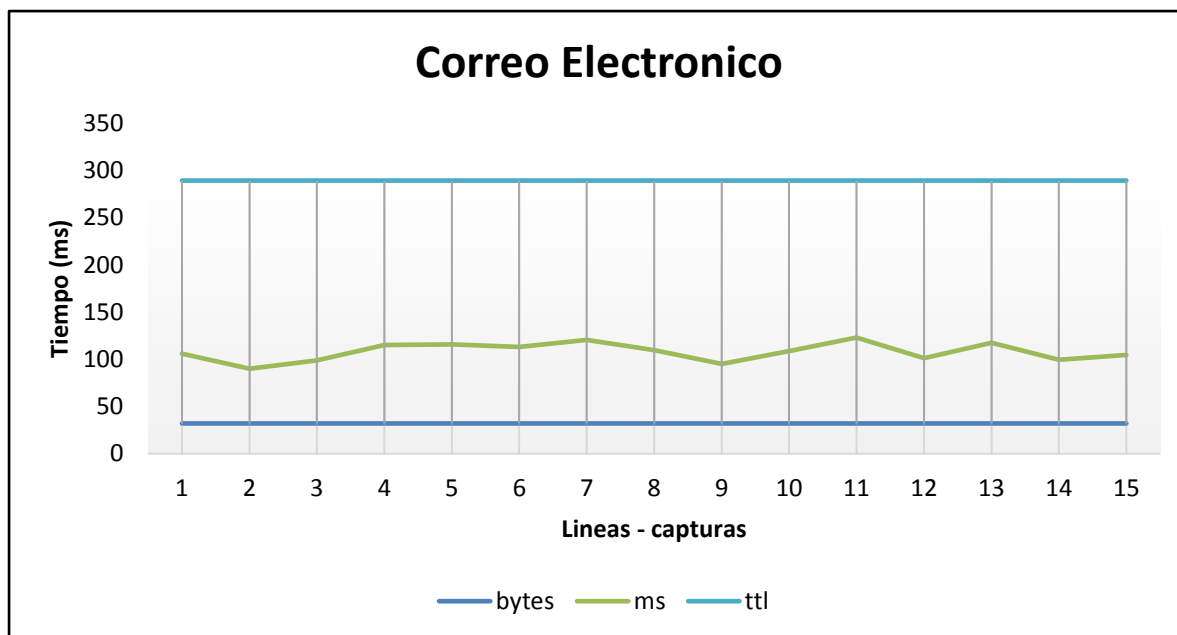


Figura 24. Medición de la latencia Audio y Video

La figura 24. Nos muestra la latencia de correo electrónico donde podemos observar que existe una variación simple de tiempo entre el envío y recepción de paquetes sin picos acentuados existe uno no muy significativo en la línea 11, ya que existe poco tráfico al enviar y recibir correo electrónico.

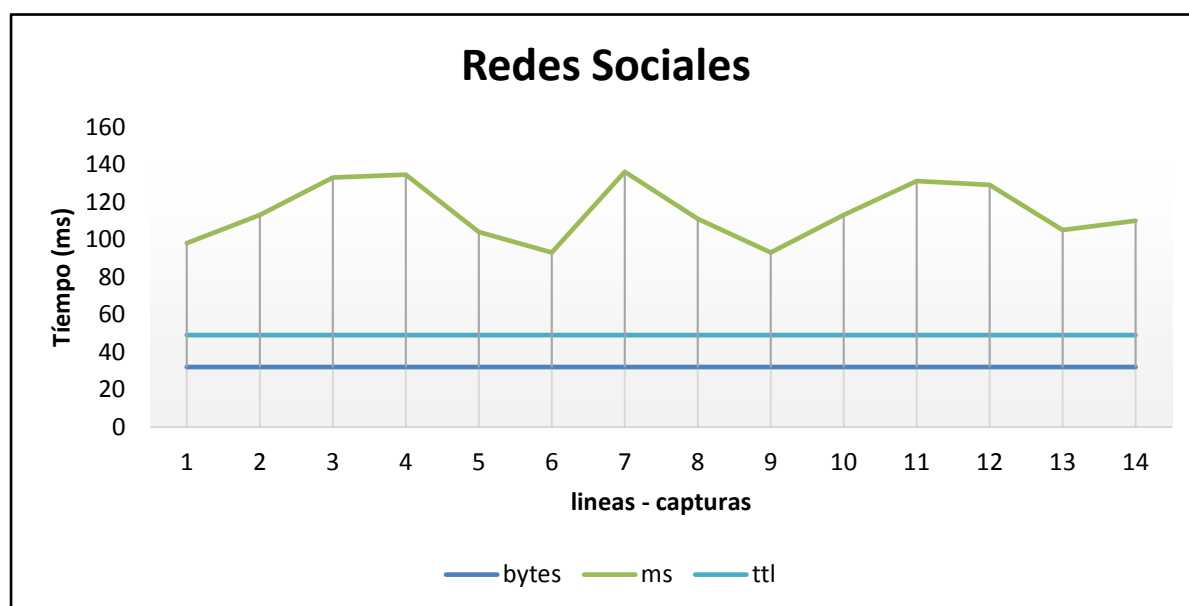


Figura 25. Medición de la latencia Redes Sociales

La figura 25. Nos muestra una gran variación de tiempo en las líneas 4, 7, 11,12 debido a la utilización masiva de estos medios como el chat, subida de fotografías, videos en vivo, etc.

Para la aplicación Skype no se pudo obtener datos ya que se envio 15 paquetes y se recibio 0 por lo tanto el tiempo se agoto y no se pudo obtener ningun dato.

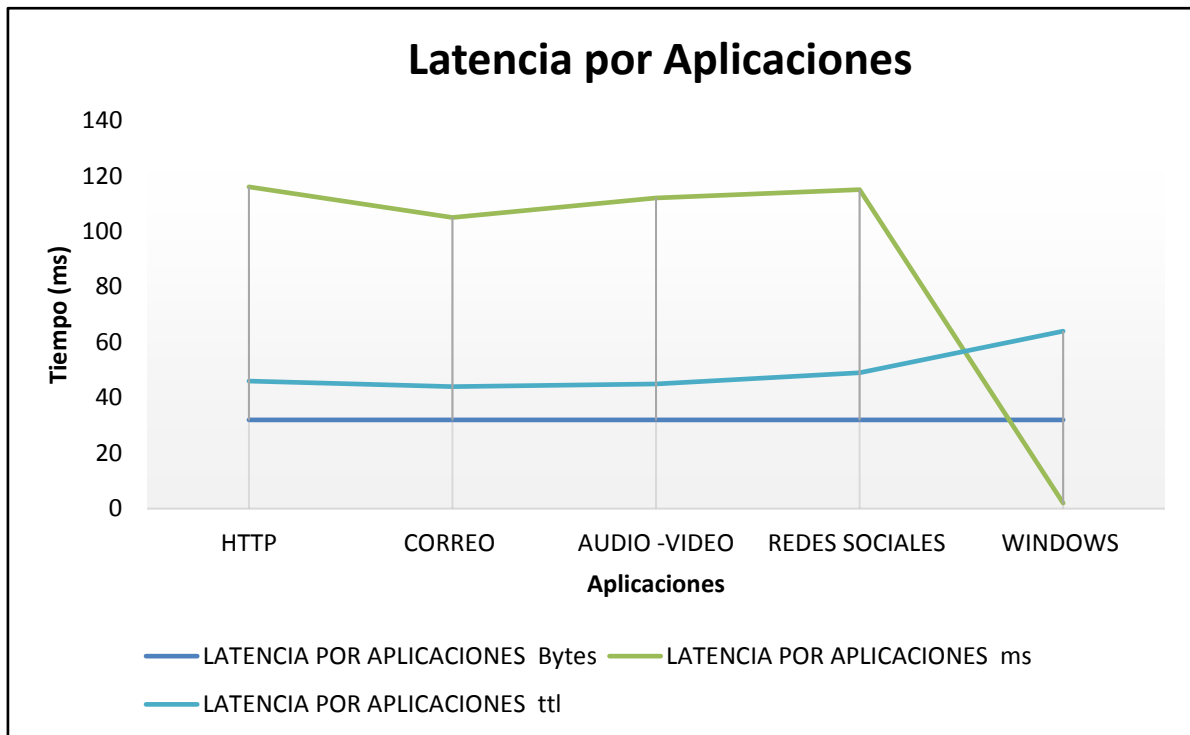


Figura 26. Resumen de la medición de la latencia por aplicaciones.

La Figura 26. Nos proporciona un prototipo del tiempo que tarda en llegar los paquetes a su destino donde se puede observar que los paquetes http están a un nivel elevado de correo electrónico al igual que audio, video, y la pronunciación más eminente serían las redes sociales, en la transferencia de archivos de red encontramos un tiempo mínimo de envío y recepción de paquetes, llegando a un nivel medio entre aplicaciones como se puede observar en la figura 27.

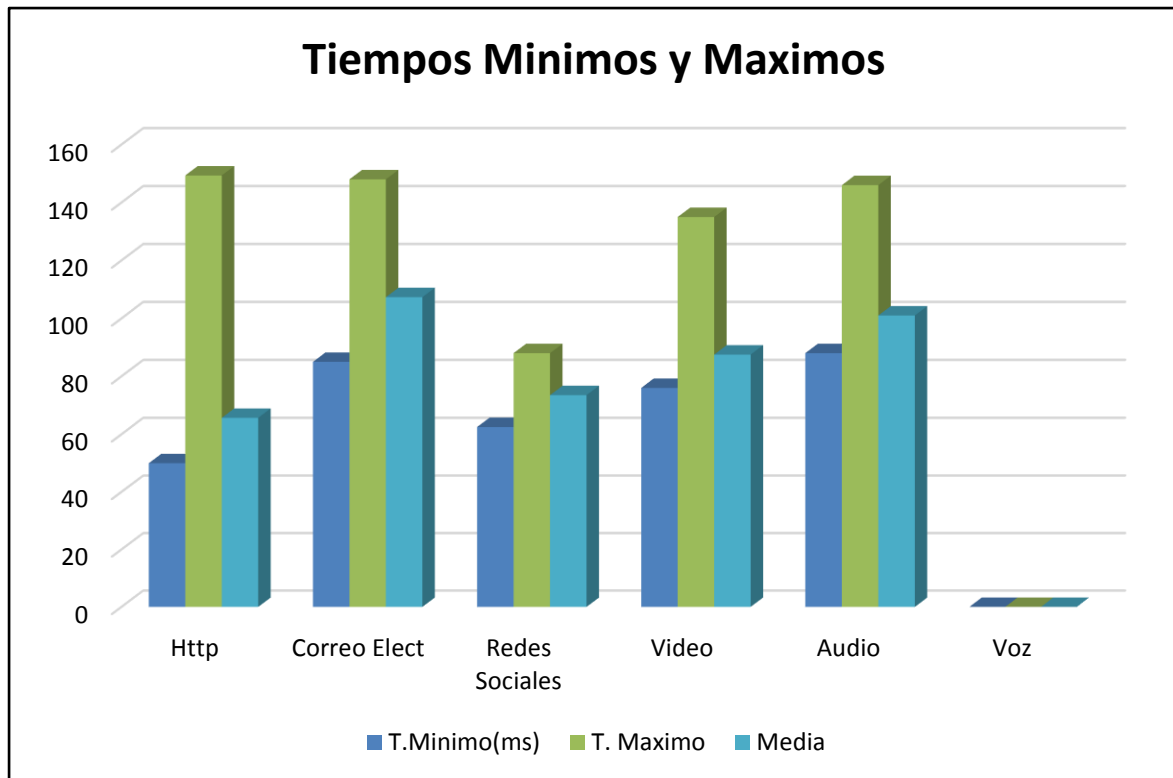


Figura 27. Tiempos máximos y mínimos de envío y recepción de paquetes.

5.2.1.4 Variación de Retardo o Jitter.

“El Jitter es la variación de retardos entre paquetes de la misma comunicación se mide en (ms)”. (Molina, 2011).

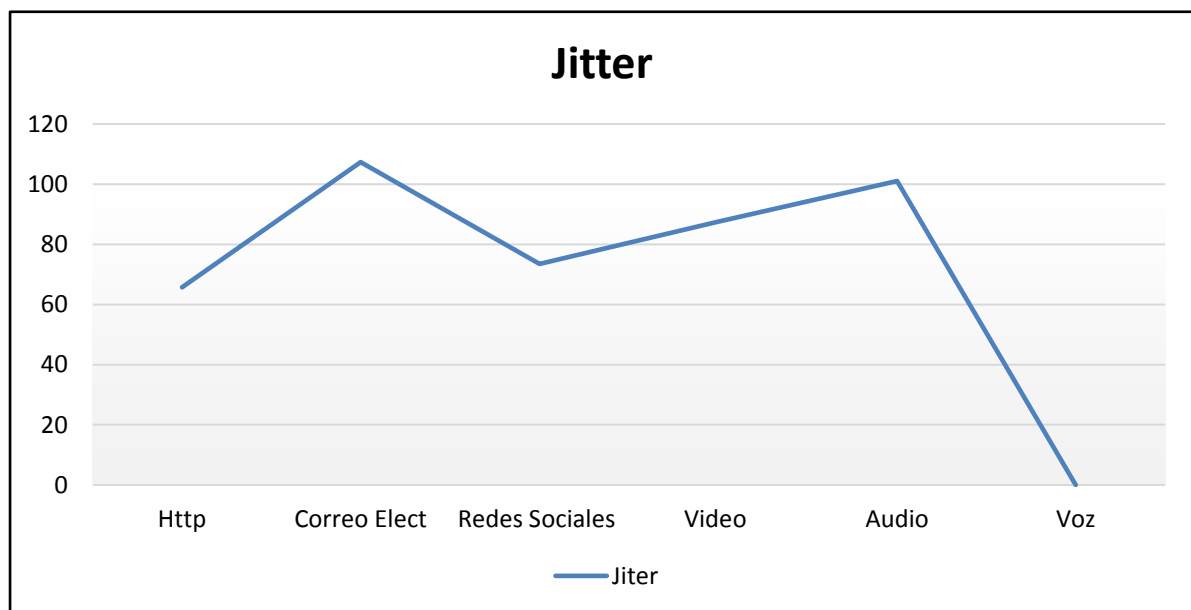


Figura 28. Jitter analizado con la variación del retardo

5.2.1.5 Rendimiento o Troughput.

“El Troughput técnicamente es la capacidad de información que un elemento de red puede mover en un periodo de tiempo, es la velocidad real de transporte de datos a través de una red, se mide en bps”. (R, 2009).

5.2.1.6 Pérdida de Paquetes o Losst Rate.

“Es una cantidad de paquetes fallados antes de llegar a su destino final, se mide en %”. (Vallejo, 2016).

Para realizar esta medición se ha tomado como base 15 capturas de paquetes en el servidor principal sacado un promedio de la perdida de paquetes por aplicaciones más utilizadas en la red de la institución, donde se puede obtener el siguiente diagnóstico como se muestra en la figura 29.

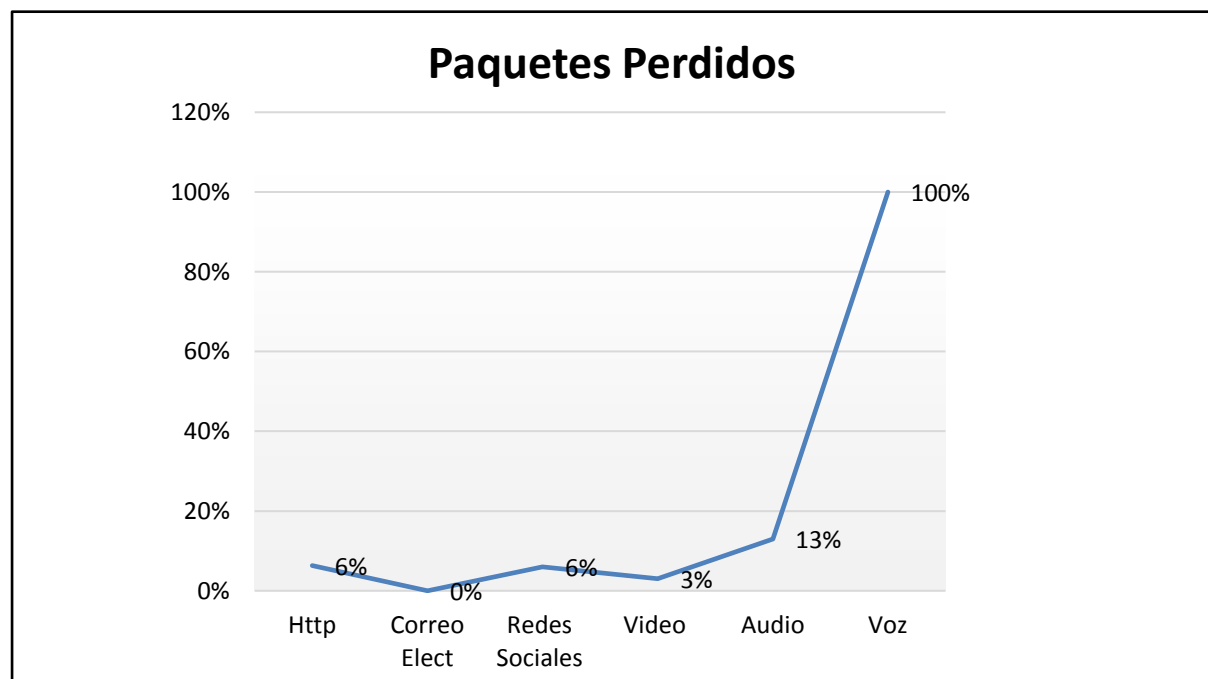


Figura 29. Paquetes perdidos diagnosticados en el tráfico de la red.

En la figura 29 se puede observar que no existe una pérdida de paquetes significativa en cuanto a paquetes http, redes sociales, la pérdida más acentuada es en voz con un 100% de pérdida utilizando para esta prueba la aplicación Skype.

5.2.3 Mecanismos de Calidad de Servicio (QoS).

Se basan en la asignación de recursos mediante la priorización de los paquetes a enviar.

5.2.3.1 Requerimientos de la Institución.

Para determinar los requerimientos se ha ejecutado el análisis de ancho de banda teniendo como base los 10Mbps que posee la Institución para los siguientes usuarios:

Tabla 11. Distribución de equipos conectados por departamentos.

Departamentos	Numero	E.T Estática	Laptop	Móviles	D. Conectados
Laboratorio	2	29	1	2	32
Administrativo	6	8	1	8	17
S. Profesores	3	1	18	25	44
Aulas	24	0	2	50	52
Total					145

5.2.3.2 Ancho de Banda Inicial

Se realiza el análisis del tráfico en una hora no pico y se obtiene 5 kbps de utilización de la red en Ethernet, en la red Wireless se obtiene 11 Kbps, para obtener el cálculo total del ancho de banda inicial de la red tendremos la siguiente formula:

$$AB = AB(LAN) + AB(WLAN)$$

$$AB = 5kbps + 11kbps$$

$$AB(Inicial) = 16kbps$$

Donde se utilizará la siguiente fórmula para calcular el Ancho de Banda inicial utilizado por la red.

$$AB = Vtransmisión * N^{\circ} \text{ de Conexiones}$$

$$AB = 16kps * 145$$

$$AB = 2320 Kbps$$

5.2.3.3 Ancho de Banda Total

$$ABtotal = 10 Mbps * 1024$$

$$ABtotal = 10240 Kbps$$

$$ABInstitucion = 10240 Kbps - 2320 Kbps$$

$$ABInstitucion = 7920 Kbps$$

5.2.3.4 Tipo de Tráfico utilizado en el Departamento Administrativo y Laboratorios.

Tabla 12. Servicios que brinda la red, periodo de tiempo.

Servicios	Protocolo	Detalle del Trafico	Utilización (min)
Matrices, formularios	FTP	Descargas	15
Servicios educativos, Athena 4.0, Quipux	HTTP	Navegación Web	15
Correo institucional	SMTP	Correo electrónico	15
Video Llamadas - Video	UDP	Skype - YouTube	10- 10
Matrices Llenas	FTP	Envío de Archivos	5

Tabla 13. Tráfico estándar según (SANMARTÍN, 2016)

Trafico estándar	Tamaño
Envío de Archivos	287 kB
Navegación Web	66 kB
Correo electrónico sin adjuntos	54 KB
Correo electrónico adjunto	477 KBytes
Video Llamadas	128 Kbps
Video	185 kbps
Descarga de Documentos (PDF)	2,60 MB

La tabla nos ayudara a realizar los cálculos necesarios para poder saber a qué velocidad trabaje el Departamento Administrativo.

5.2.3.5 Envío de Archivos

$$Vt = \frac{287 \text{ KB}}{5 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$Vt = 7.65 \text{ kbps}$$

Se envía al día de 3 a 6 archivos por lo que se calculara el total de archivos

$$Vt = 7.65 \text{ kbps} * 6 \text{ archivos}$$

$$Vt = 45.9 \text{ kbps}$$

5.2.3.6 Navegación Web

$$Vt = \frac{66 \text{ KB}}{3 \text{ seg}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$Vt = 176 \text{ kbps}$$

5.2.3.7 Correo electrónico

Poniendo como base la revisión de 2 correos diarios en 15 minutos

$$T.t.c = 2 \left(54 \text{ kB} + 477 \text{ kbps} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}} \right)$$

$$T.tc = 7.740 \text{ kbps}$$

$$Vt = \frac{7.740 \text{ KB}}{15 \text{ min.}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ seg}}$$

Se enviará 2 correos diarios

$$Vtrans. = 8.6 \text{ Kbps}$$

5.2.3.8 Video Llamadas

$$Vt = \frac{128 \text{ Kbps}}{10 \text{ min}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ byte}}$$

$$Vt = 102.4, \text{ kbps}$$

Se realizan 3 llamadas diarias por Skype

$$Vt = 102.4 Kbps * 3 Llamadas$$

$$Vt = 307.2 kbps$$

5.2.3.9 Videos

$$Vt = \frac{185 Kbps}{10 min} * \frac{8 bits}{1 byte}$$

$$Vt = 148 Kbps$$

Se verán 6 videos diarios por YouTube

$$Vt = 148 Kbps * 6 Llamadas$$

$$Vt = 888 kbps$$

5.2.3.10 Descarga de documentos

$$Vt = \left(\frac{2.60 Mbps}{20 min} * \frac{1 min}{60 seg} \right) * \left(\frac{10 Kbyte}{1 MB} * \frac{8 bit}{1 byte} \right)$$

$$Vt = 17,33 kbps$$

Se realiza para 3 descargas diarias

$$Vt = (17.33 kbps * 3 desc.)$$

$$Vt = 51.99 kbps$$

5.2.3.11 Consumo total de ancho de banda

Donde se sumara el consumo de todos los servicios:

$AB_{Total} = \text{Navegación Web} + \text{Correo electrónico Total} + \text{Video Llamadas} + \text{Video} +$
 Descarga de Documentos (PDF)

$$AB_{Total} = 45.9Kbps + 176Kbps + 8.6 Kbps + 307.2 Kbps + 888 Kbps + 51.99 Kbps$$

$$ABI = 1477.09 Kbps$$

Con los datos obtenidos de Ancho de Banda utilizados por la red de la Institución según el último resultado se multiplicara por 50 usuarios promedio entre docentes administrativos y estudiantes dándome un total de:

$$ABT = 1477.09 kbps * 50 Usuarios$$

$$ABT = 73854.5 kbps$$

Donde el resultado equivale al 9.015MB utilizado por el 34,48% de usuarios de la Institución, para poder trabajar con el 100% de usuarios en forma eficiente se necesitará:

$$ABT = 1477.09 kbps * 145 Usuarios$$

$$ABT = 214178.05 kbps$$

Donde el resultado equivale a 26,14 MB para que cubra el 100% de la Institución.

Con los resultados obtenidos y haciendo un análisis del ancho de banda se realizará la asignación de recursos mediante la priorización de paquetes según los requerimientos de la Institución que se describen a continuación:

- Asignación de Ancho de Banda necesario en cada uno de los departamentos de la Institución.
- Priorización de paquetes por departamentos y necesidades.
- Mayor ancho de banda de descarga.
- Pérdidas de paquetes significativas.
- Control de Malware.
- Gestionar aumento de ancho de banda

5.2.4 Modelos de Calidad Servicio

La QoS, Calidad de Servicio, dentro de una red, puede ser separada por modelos de servicio que son un conjunto de capacidades de calidad de servicio punto – punto, siendo esta una habilidad de la red para determinada un nivel de servicio al tráfico, desde un extremo hacia el otro. Entre estos modelos tenemos:

5.2.4.1 Best-Effort.

Este modelo no está diseñado para aplicar calidad de servicio, ya que no filtra ningún tráfico, “es un modelo simple de servicios mediante el cual una aplicación envía información cuando ella lo desea en cualquier cantidad sin ningún permiso requerido y sin informar previamente a la red, este modelo no asegura tasa de transferencia retraso o fiabilidad, por lo tanto si no existe ningún parámetro es un servicio “best-effort”, TCP/IP fue diseñada para dar este servicio, las aplicaciones de video conferencia o VoIP no pueden funcionar en redes congestionadas”. (Flores, 1999).

5.2.4.2 Int-Serv.

“Se basa en la idea de reservar los recursos por flujos, a lo largo del camino por el que circulan los paquetes desde el origen hasta el destino garantizando los recursos necesarios para el funcionamiento de las aplicaciones, la reserva debe establecer previamente en cada uno de los Routers que forman parte del camino se utiliza para redes pequeñas, ya que no es escalable en grandes redes o implementaciones muy complejas”. (Flores, 1999).

5.2.4.3 Diff-Serv.

“Se basa en marcar los paquetes con una etiqueta y acordar con todos los Routers un tratamiento según la etiqueta, Diferencia el tipo de tráfico, aplica políticas es flexible y escalable para la implementación garantía absoluta para la aplicación de QoS. DiffServ Propone un tratamiento diferenciado en los nodos para un conjunto reducido de flujos o clases, de forma que todos los paquetes que pertenezcan a una misma clase recibirán un mismo tratamiento por parte de la red., ya que no existe reserva de recursos por flujo, protocolos de señalización, no existe información de estado en los Routers.” (Gomez, 1999).

Los usuarios pueden contratar unos determinados valores de los parámetros de QoS para cada clase, el número de clases posible es limitado e independiente del número de flujos o usuarios, la información de QoS está sobre los datagramas en un campo nuevo llamado DS, los Router solo saben que tratamiento se puede dar a cada clase.

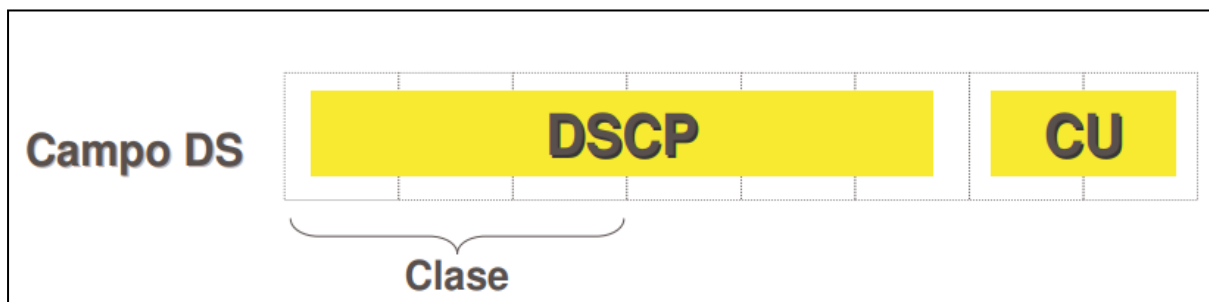


Figura 30. Funcionamiento del campo DS (Gomez, 1999)

La figura 30. Nos da a conocer el funcionamiento del campo DS como se describe a continuación:

- Donde DSCP ⁴ contiene seis bits que indican el tratamiento que debe recibir este paquete en los Routers.
- CU⁵: Este campo se utiliza actualmente para control de congestión (ECN⁶, RFC⁷ 3168).

5.2.4.4 Análisis Comparativo de los Modelos de QoS.

Tabla 14. Modelos de Calidad de Servicio (Noh, 2013)

Servicios	Best - Effort	Intserv	Diffserv
Servicios	Conectividad	Por aislamiento de	Agregación
	Sin aislamiento	flujo.	garantizada
	Sin garantía		Diferencia el tipo de tráfico.
Servicio de Salida	De extremo a extremo	De extremo a extremo	Dominio
Complejidad	Sin configuración	Por Configuración de	Configuración a largo
		flujo.	plazo.
Escalable	Altamente escalable	No escalable	Flexible y Escalable
	Los nodos solo	Está basado en reserva	Garantiza el caudal,
	mantiene el estado de	de recursos por sesiones	taza de pérdida retraso
	enrutamiento		y jitter.

⁴ DSCP: Differentiated Services Code Point.

⁵ CU: Currently Unused (reservado).

⁶ ECN: Corresponde a que la carga 8 a veces en forma temporaria es mayor que los recursos.

⁷ RFC: Políticas de tráfico.

5.2.4.5 Análisis comparativo de los modelos de QoS para la aplicación en redes.

En la tabla 14. Se establece una comparación por modelo y servicio para así poder determinar el modelo que se requiere para trabajar en la Institución tomando como base su necesidad de incrementación.

5.2.4.6 Elección del modelo de QoS.

Luego del estudio de los diferentes modelos para la aplicación de QoS, Calidad de Servicio y con el análisis comparativo de la figura 15, se ha visto que existe una limitación en el modelo Best-Effort, ya que trabaja a través de redes TCP/IP que no brindan ningún soporte en cuanto a video llamadas, y VoIp, que se requiere en la red de la Institución, en cambio el modelo Intserv no es escalable ya que posee conexiones remotas y virtualización y se tiene que trabajar en cada uno de los Routers para lo cual se aplicará el modelo DiffServ, Servicios Diferenciados, ya que es fácil de usar, escalable y flexible para llegar a tener una red óptima que brinde QoS.

5.2.4.7 Herramientas de Calidad de Servicio (QoS).

Para la clasificación de los paquetes se trabajará exclusivamente en la Capa 2 y 3 del modelo OSI como se indica a continuación:



Figura 31. Clasificación de Paquetes, Marcado de tráfico. (Orea, 2010)

5.2.4.8 Políticas y Estructuración.

“Existe tráfico identificado que vulnera algunas barreras de los niveles de servicio, para lo que se utilizará la herramienta políticas que es la que se encarga de desechar el exceso de tráfico o modifican el marcado de los paquetes, y la estructuración que es la que almacena el exceso de datos hasta que sean enviados (retardos) “. (ANDRADE, 2008).

5.2.4.9 Congestión.

Calidad de Servicio trabaja con el tráfico TCP, se encarga de monitorear las cargas de tráfico de la red ya que la congestión puede ser anticipada y ser evitada antes que se vuelva un problema, al no ser utilizada las colas de interfaz se congestionan y los paquetes son desechados sin importar su contenido.

5.2.4.10 Manejo de la Congestión.

Maneja el origen de las colas y controla la congestión cuando esta ocurre, si existe una congestión la herramienta no se activa y los paquetes son enviados como van llegando.

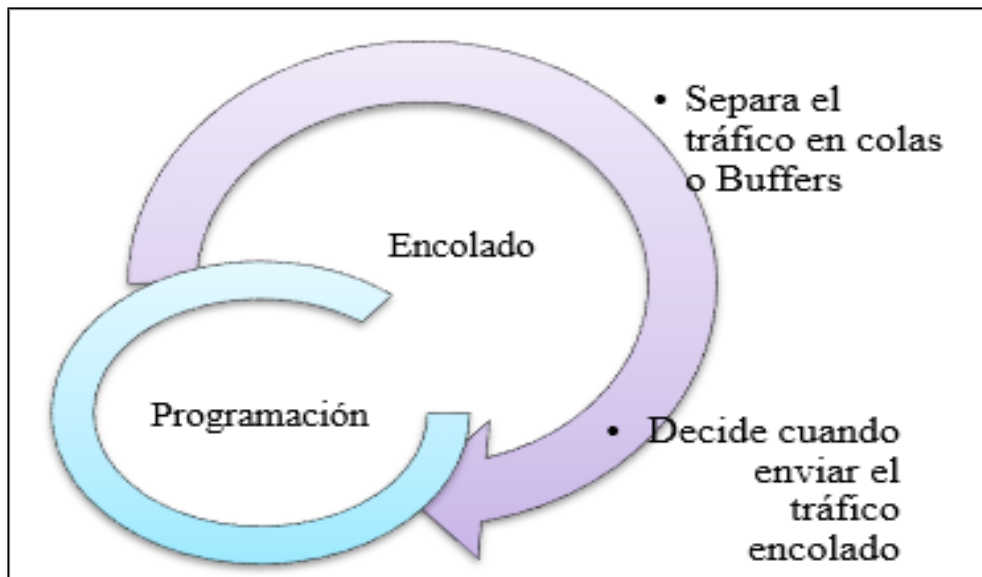


Figura 32. Manejo de congestión de la red. (Orea, 2010)

5.2.4.11 Calidad de servicio Automática.

Trabaja en forma automática para la aplicación de Calidad de Servicio (QoS). Tiene como propósito facilitar al administrador de la red las pruebas básicas de autoservicio ya que esta clasifica automáticamente el tráfico al implementar los comandos necesarios en el Router. (Orea, 2010).

5.2.4.12 Proceso para aplicar Calidad de Servicios (QoS).



Figura 33. Manejo de congestión. (López Andrade, 2008)

En la figura 33. Podemos observar los procedimientos que deben seguir para aplicar Calidad de Servicio (QoS). Clasificando el tráfico por clases y según la clasificación asignar a una cola de salida, asegurando que cada clase va a recibir el ancho de banda que le corresponda en los determinados intervalos de tiempo cuando exista una congestión, si no existe la utilización del ancho de banda este se distribuye siguiendo una guía predeterminada.

Para el esquema de Calidad de Servicio (QoS). Se tomará en cuenta el tráfico que existe en la Institución lo que nos dará a conocer las necesidades que requiere cada departamento de la institución, aplicando esta herramienta, tomando en cuenta las necesidades como la transición en directo de videoconferencias, subida de datos, toma de pruebas online para poder observar errores y fallas en la red.

5.3 Elaboración de la propuesta de diseño de la red LAN Y WLAN para la Institución.

Existen varios tipos de red, en este caso se trabajará con red Cableada e Inalámbrica por la disposición de hardware que existe en la Institución

5.3.1 Estructura Física.

Luego de haber realizado el levantamiento de la infraestructura de la Institución se ha reconocido varias necesidades físicas y tecnológicas, para lo que se realizará una reestructuración de la red, tomando como base la siguiente estructura:

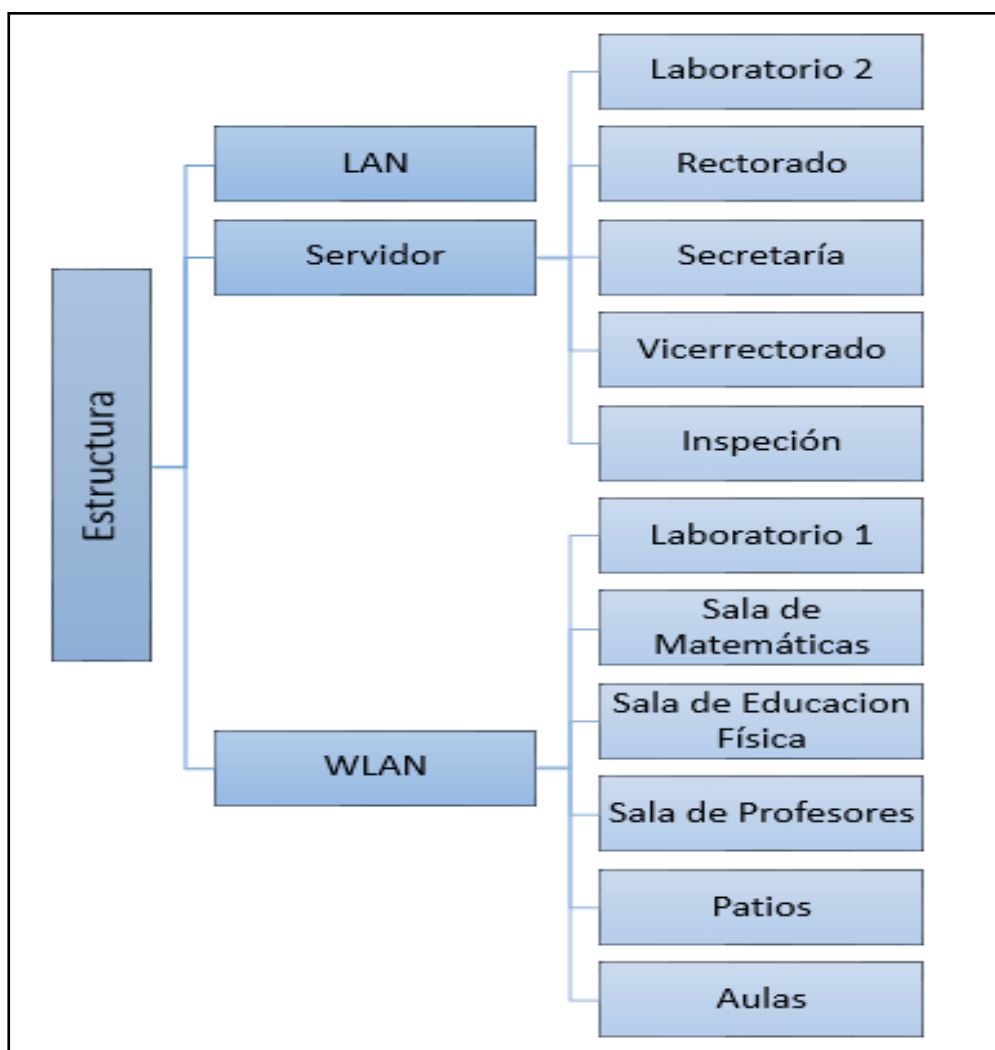


Figura 34. Estructura de la red física de la Institución.

5.3.1.1 Configuración de la Red LAN.

Los medios de transmisión que se utilizarán son medios guiados, cable par trenzado UTP categoría 5e con conector RJ45 y en medios no guiados transmisión vía microondas en frecuencia de 2.4 GHZ, utilizando 2 Access Point como repetidores.

Las estaciones de trabajo están separadas por 30cm una de la otra por lo que se necesitará 80 metros de cable con su respectivo conector RJ45 con su respectivo capuchón al igual que la colocación de las canaletas para cubrir el cable, para poder identificar el punto de red se establecerá una numeración con el cable listo se procederá a la instalación de las 29 estaciones de trabajo, como se muestra en la figura 35.

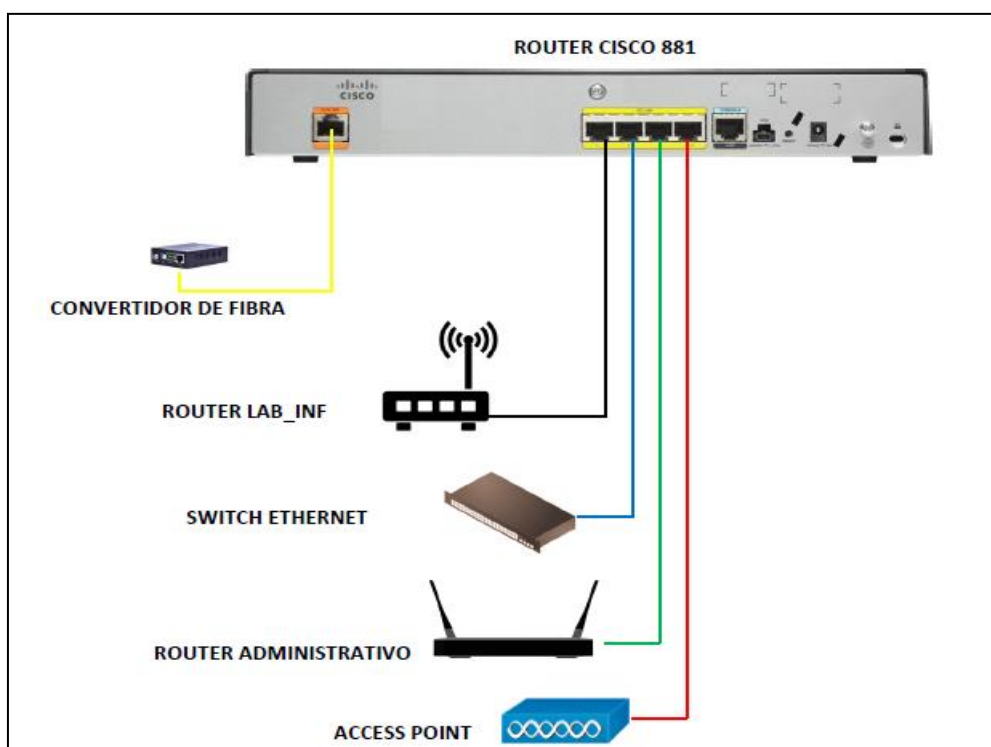


Figura 35. Configuración del Cableado en la Central de Datos

5.3.1.2 Esquema

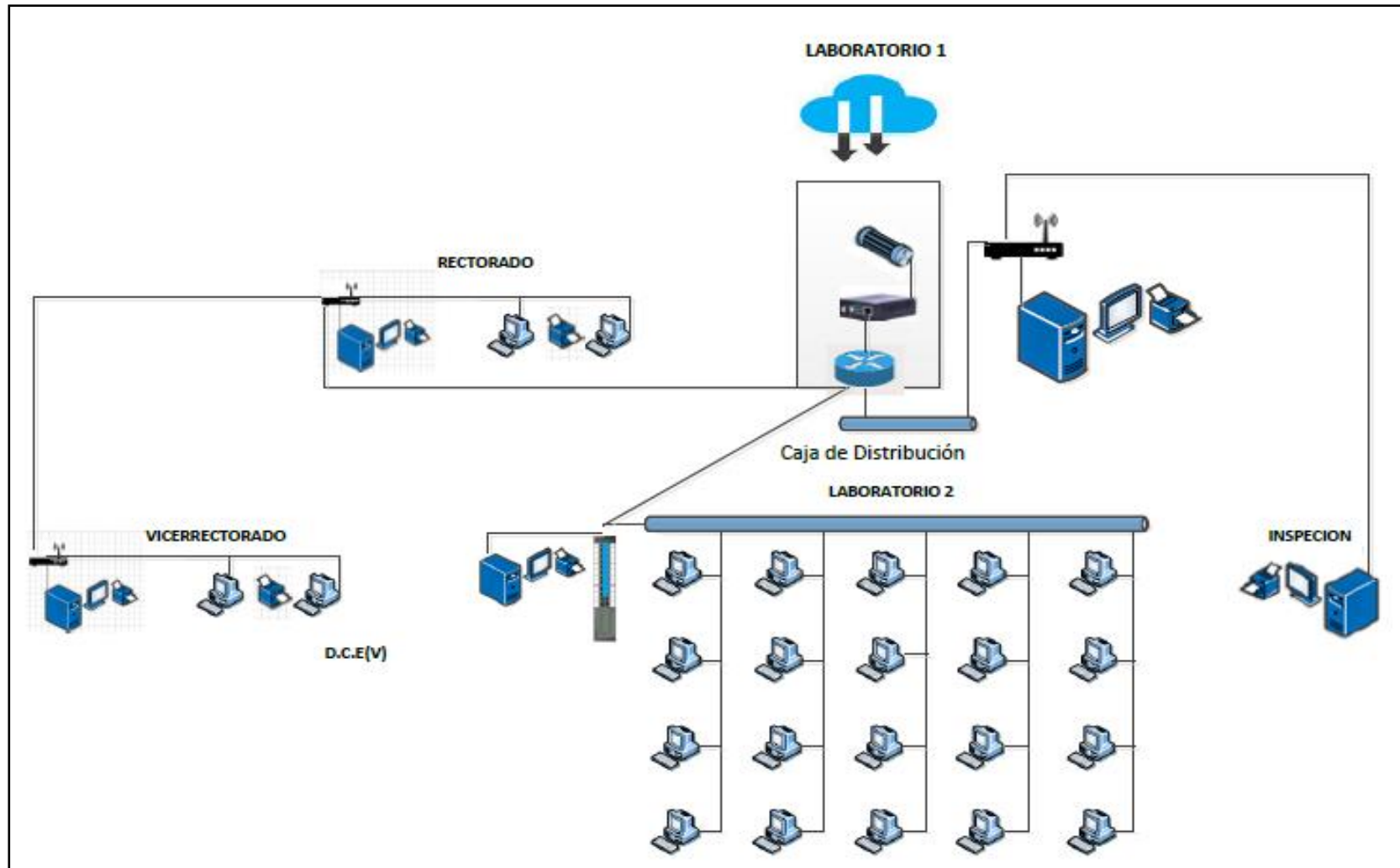


Figura 36. Diseño de la Estructura física de la red LAN

5.3.1.3 Instalación Física de la Red.

El Router Cisco 881 trabajará como nodo central donde se conectará en el primer puerto la estación de trabajo que será el Servidor, en el puerto 2, el Switch TP-LINK de 24 puertos (ver Anexo1 descripción de hardware), que será utilizado en el laboratorio 2 donde tendremos la red LAN, en el puerto 3 se conectará el Router D-Link DIR – 600, (ver Anexo1 descripción de hardware), que trabajará con los departamentos administrativos, en el 4 puerto tendremos un Access Point (ver Anexo1 descripción de hardware), para la conexión Inalámbrica, se dejara un puerto libre en el caso de que la red aumente para realizar una conexión en cascada.

5.3.2 Configuración Lógica LAN.

Como canal de transmisión se ingresara al Router Cisco 881, con dirección IP⁸ Clase A⁹, ya que la red principal es del Gobierno CNT que se distribuye para todas las Instituciones de país, por lo tanto es una red muy grande que abarcará a varias redes pequeña que al momento de ser configuradas se transformarán en redes privadas o medianas Clase C¹⁰ que son utilizadas en redes LAN de la Institución como se muestra a continuación en la figura 16.

⁸ IP: Protocolo de Internet, etiqueta numérica que identifica de manera lógica y jerárquica a una interface de un dispositivo.

⁹ IP Clase A: Tienen como número en su primer segmento uno comprendido entre 1 y el 126.

¹⁰ IP Clase C: Son aquellas que su primer segmento se encuentra entre el 192 y el 223.

Tabla 15. Direccionamiento IP Clase A

Detalle	Configuración IP
Dirección IP	10.47.70.11
Mascara de Subred	255.255.254.0
Puerta de Enlace Predeterminada	10.47.70.1
Servidor DNS preferido	10.11.11.18
Servidor DNS alternativo	200.107.10.100

5.3.2.1 Configuración CNT.

Del nodo principal se realizará la conexión al Router Cisco 881, donde se distribuirá para cada uno de los departamentos, luego al Switch que se encargara de la distribución de la Red del laboratorio 2, convirtiéndose de Red Pública a Red Privada es decir de una configuración IP clase A, en una Clase C, para redes de área local, estáticas, como se muestra en la figura 09. Las direcciones de la red LAN irán cambiando en forma paulatina dependiendo el número de estaciones de trabajo en este caso se trabajará con la red LAN del laboratorio 2 y la red de los Departamentos Administrativos en forma separada, la red WLAN abarcará, la sala de educación física, sala de profesores las aulas, patios que trabajarán con señal emitida desde el Access Point con dirección DHCP por la movilidad de sus equipos, en el Laboratorio 1 donde se asignará una dirección IP a cada una de las estaciones de trabajo para que no existan infiltraciones de usuarios extraños ya que son estaciones fijas, lo mismo se realizará con el Administrativo.

Tabla 16. *Direccionamiento IP red privada LAN Clase C*

Detalle	Configuración IP
Dirección IP	192.168.0.110
Mascara de Subred	255.255.255.0
Puerta de Enlace Predeterminada	192.168.0.1
Servidor DNS preferido	10.11.11.18
Servidor DNS alternativo	200.107.10.100

La Tabla 16. Nos indica cómo va a ir direccionada la red LAN de la Institución el direccionamiento completo lo podemos ver en el (Anexo2, Distribución de direcciones IP) las estaciones de trabajo de la Red LAN irán cambiando paulatinamente hasta la dirección 192.168.0.136 ya que existe 22 máquinas del laboratorio 2 conectadas a la red, de igual manera se realizara la conexión a la Inspección, se dejara 3 IP, para cualquier eventualidad. En la misma red se conectara a un Router DIR 600 que se encuentra en el rectorado este segmento de la red se denominara Administrativo donde se configurará las 4 Estaciones de trabajo principales Rectorado, Secretaria, Vicerrectorado, D.C.E con un direccionamiento que ira desde el IP 192.168.0.137 hasta la 140.

5.3.3 Red Inalámbrica.

Para realizar las conexiones inalámbricas que no requieran el uso de cables de interconexión, utilizaremos un medio conductor de ondas o señales de radio frecuencia, para poder interconectar las estaciones de trabajo u dispositivos informáticos que posean esta tecnología y que se encuentran distribuidos en toda el área de la Institución.

Tabla 17. *Direccionamiento IP red privada WLAN*

Detalle	Configuración IP
Dirección IP	192.168.0.151
Mascara de Subred	255.255.255.0
Puerta de Enlace Predeterminada	192.168.0.1
Servidor DNS preferido	10.11.11.18
Servidor DNS alternativo	200.107.10.100

5.3.3.1 Esquema

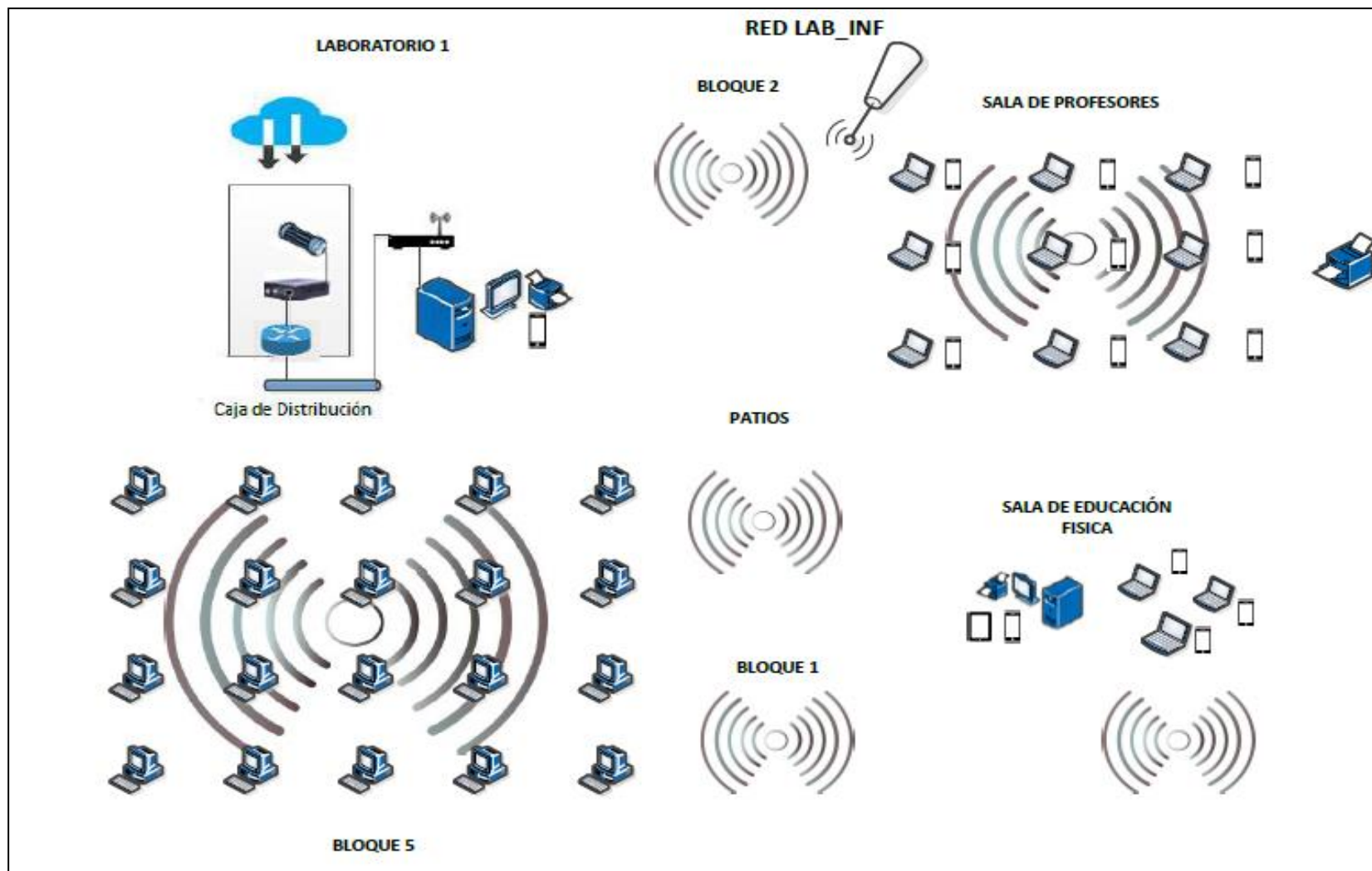


Figura 37. Diseño de la Estructura de red WLAN

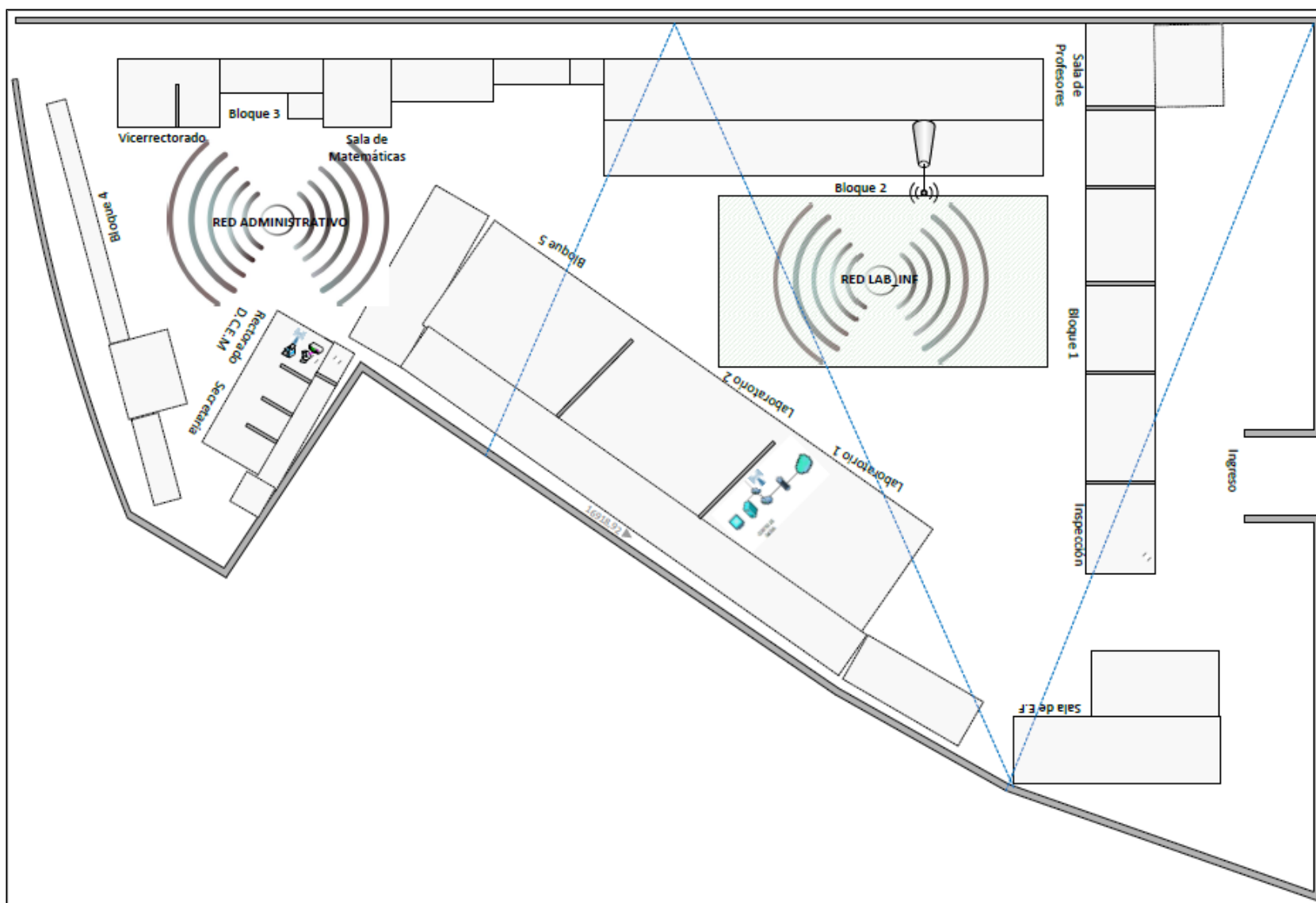


Figura 38. Distribución de los AP

Utilizará 1 Access Point como repetidores de la información para llegar hasta los puntos donde no se tiene acceso y se requiere conexión inalámbrica como son:

- Inspección
- Sala de Profesores
- Sala de Educación Física
- Aulas Bloque 1,2,5 Planta baja
- Patios
- Patios posteriores de la Institución.

La topología que se utilizara en redes inalámbricas es la de Modo Infraestructura o BSS¹¹ ya que extiende una red LAN existente para incorporar dispositivos inalámbricos mediante una estación base denominada punto de acceso o Access Point a la estación base que se encargará de gestionar la información y encaminarla; estos puntos de acceso se conectará a la red Ethernet cableada, donde los clientes inalámbricos pueden acceder a la red fija a través de los punto de acceso, Los puntos de acceso tienen funciones de buffer y de Gateway con otras redes para lo que se configurará el mismo SSID¹² para asegurar que se maximice la capacidad total de la red como se muestra en la figura 33.

“El SSID o identificador de paquetes de servicio es el nombre que identifica a una red WiFi y el que viaja junto con cada paquete de información, de forma que pueda ser identificada como parte de ella “. (TELECON, 2013)

¹¹ BSS: Basic Service Set, Conjunto de servicios básicos

¹²SSID: Service Set Identifier (Identificador de red) es un nombre para identificar una red WiFi, consiste de 32 caracteres alfanumérico.

5.3.2.1.5 Esquema

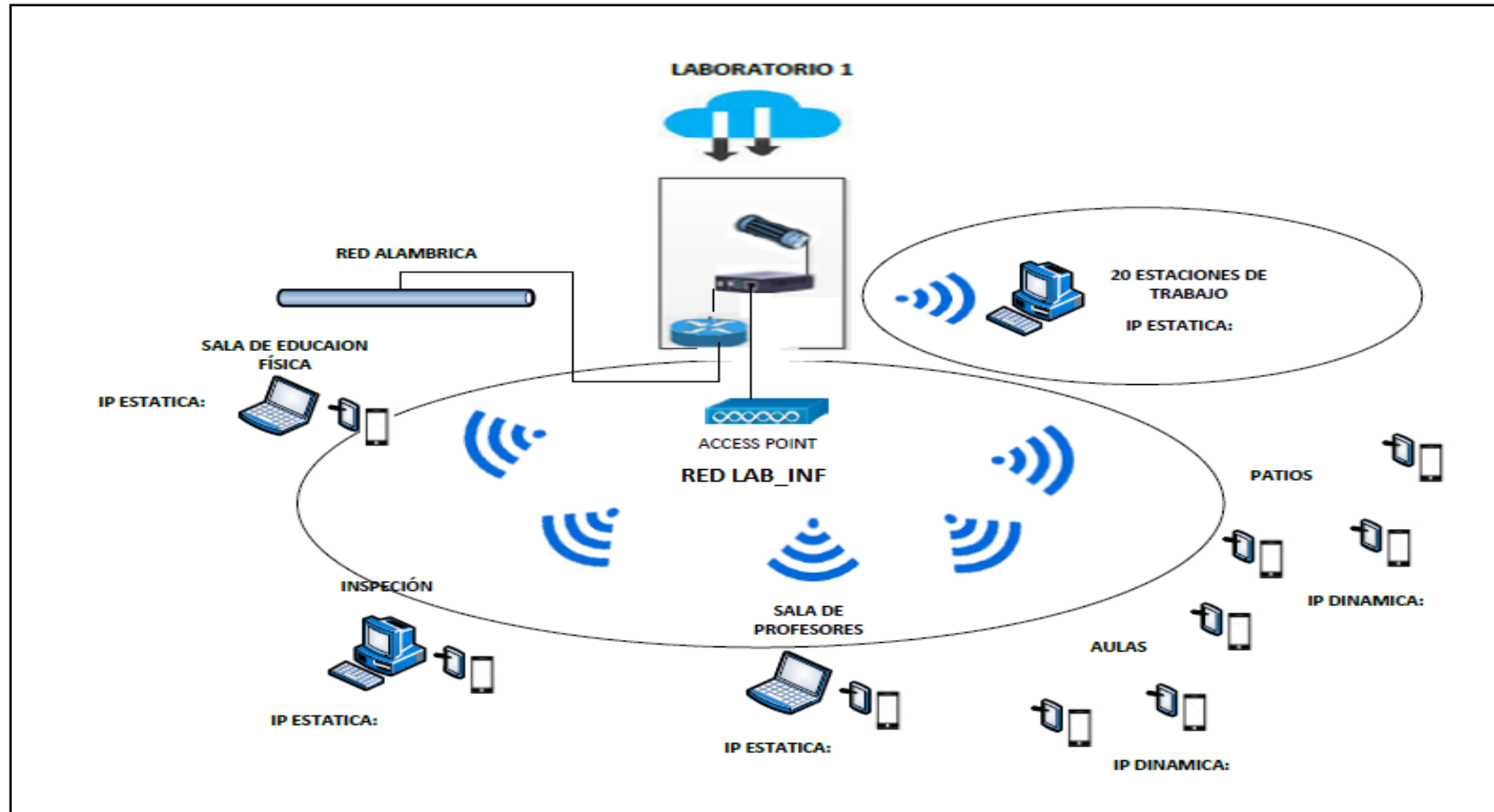


Figura 39. Topología de Infraestructura para WLAN red LAB_INF

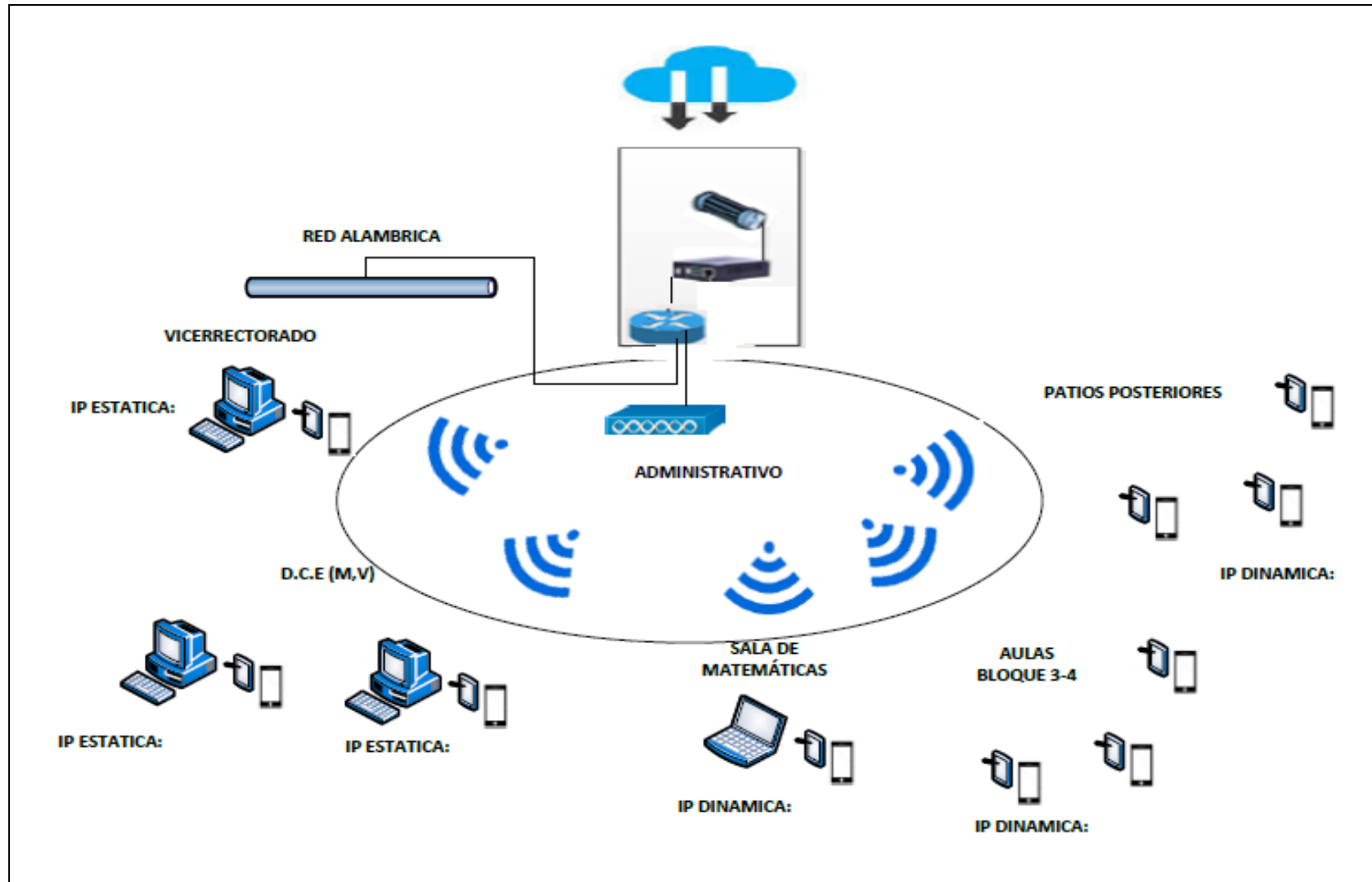


Figura 40. Topología de Infraestructura para WLAN red ADMINISTRATIVO

5.3.3 Selección de Equipos

5.3.3.1 Equipos para red LAN

En la siguiente tabla se describen los equipos que se utilizarán en la red.

Tabla 18. Equipos que existen en la Institución red LAN

Tipo de Red	Estaciones de Trabajo	Medio de Transmisión	Medio de Comunicación
LAN	28	Cable UTP Cat 5E.	Router
			Cisco Modelo 800 Series -881
		Tarjeta de PCMCIA	Switch TP – Link de 24 Puertos
		Conector RJ45 con su respectivo capuchón	

En la Tabla 18, podemos encontrar la descripción de los equipos que cuenta la institución educativa que serán configurados e instalados para darles la utilización que se requiere para el funcionamiento de la red.

5.3.3.2 Equipos para red WLAN

Tabla 19. Equipos que existen en la Institución red WLAN

Tipo de Red	Estaciones de Trabajo fijas	Medio de Transmisión	Medio de Comunicación
WLAN	30	Tarjeta de Red Inalámbrica PCM, PC Portátiles	Routers Inalámbricos(4) marca D-link Modelo DIR-600
		WiFi integrado	Access Point (1) TP-link
		Wireless – AC 8265 + BT 4.2	Cpe 210 Exterior 2.4 ghz a 300mbps de 9dbi.
		PC Intel NUC.	

5.3.4 Esquema Básico de la Distribución de las Redes

Al realizar el diseño se dispondrá de una red LAN y WLAN, con Calidad de Servicio (QoS) a la que estarán conectados todos los equipos también se proveerá acceso a Internet desde cualquier punto que exista cobertura inalámbrica, donde estarán conectadas mediante repetidores 30 estaciones fijas entre Laptops y otras tecnologías inalámbricas, como teléfonos inteligentes y Tablet, al igual que 30 Pc o estaciones de trabajo conectadas a la red cableada.

5.4 Costo Instalación de la Red.

5.4.1.1 Recursos Tecnológicos

Tabla 20. Adquisición de recursos tecnológicos LAN y WLAN.

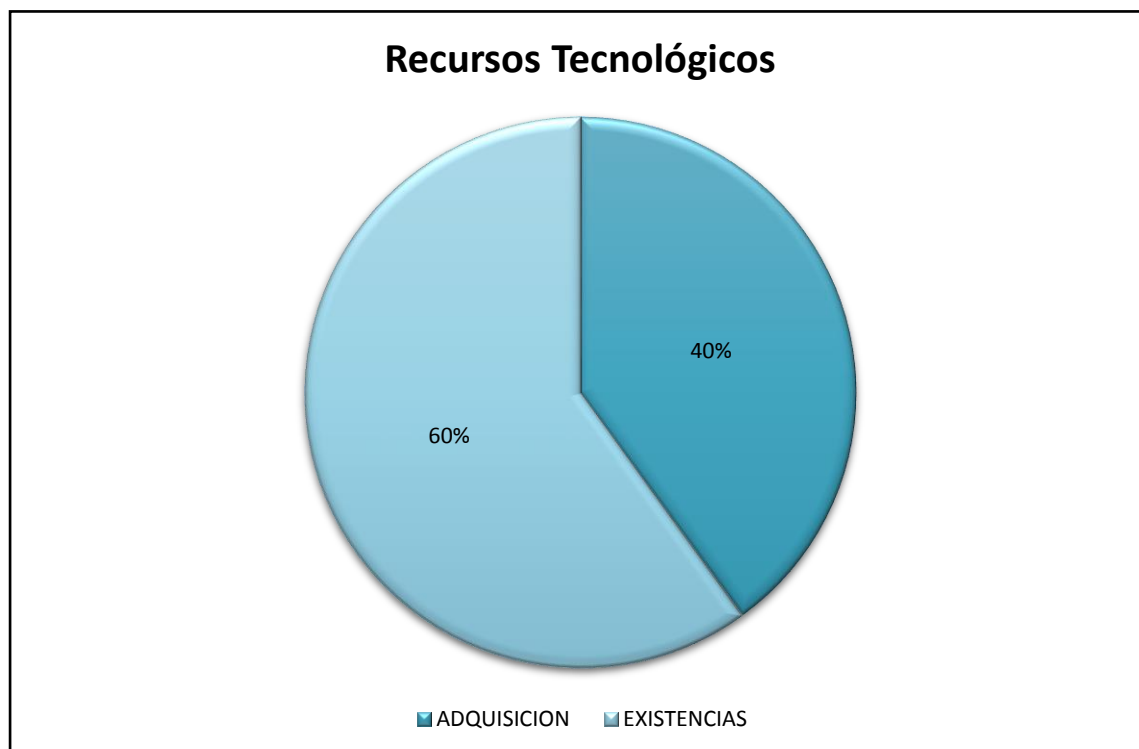
Costo Equipos	Cantidad	Unitario	Total
Switch 24 puertos	1	\$ 150,00	\$ 150,00
Router Inalámbrico	4	\$ 30,00	\$ 120,00
Access Point para exteriores	2	\$ 80,00	\$ 160,00
Cable 200 metros	2	\$ 30,00	\$ 60,00
Conectores RJ45 1 caja de 100 un	1	\$ 12,00	\$ 12,00
Capuchones 1 caja de 100 un.	1	\$ 18,00	\$ 18,00
Canaletas (metros)	25	\$ 2,00	\$ 50,00
Cinta doble faz (metros)	2	\$ 8,00	\$ 16,00
TOTAL			\$ 586,00

Como se puede observar en la Tabla 20, encontramos los recursos tecnológicos que requiere la institución para la instalación de la red, ya que los anteriores equipos se encontraron obsoletos por los avances tecnológicos, en otros casos dañados.

Tabla 21. Recursos Tecnológicos existentes

Costo Equipos	Cantida d	V.Unitario	V.Total
Router Cisco 881 de 4 Puertos	1	\$ 350,00	\$ 350,00
Antena	1	\$ 250,00	\$ 250,00
Caja Metálica para la distribución de la red	1	\$ 300,00	\$ 300,00
Instalación de Internet	-	-	\$ -
		TOTAL	\$ 900,00

Como se puede observar en la Tabla 21, encontramos los recursos tecnológicos que posee la institución que fueron donados por, en el proyecto Mintel.

**Figura 41.** Estadística de adquisiciones y existencias

Como se puede observar en la figura 40, se debe adquirir el 40% de recursos tecnológicos que se realizara mediante autogestión con personas cercanas a la Institución y con dineros recaudados con anterioridad, las existencias están a la disposición para que se realice la instalación de la red.

5.4.1.2 Costo por Recursos Humanos

Tabla 22. Recursos Humanos y Planta Técnica

Recursos Humanos	Valor
Técnico externo	\$ -
Soporte de Planta	\$ 817,00
TOTAL RHH	\$ 817,00

Como se muestra en la Tabla 22, existe un costo de 817, 00 dólares en soporte de planta que equivale al docente que se encuentra a cargo de las Tics de la Institución, ya que es la persona que se hará cargo de manera obligatoria con toda la administración y control de las redes.

5.4.1.3 Ingresos y Gastos

Tabla 23. Ingresos y Gastos

Detalle	Ingresos	Egresos
Donaciones	\$ 1.000,00	
Otros	\$ 200,00	
Adquisiciones		\$ 586,00
Extras		\$ 100,00
Total	\$ 1.200,00	\$ 686,00
Saldo		\$ 514,00

En la Tabla 23, encontramos que existen donaciones y otros que se refiere a la autogestión que se ha realizado ya en la Institución por medio del Gobierno Estudiantil, Padres de Familia y empresas de editoriales de libros que colaboran con la implementación de la red de la Institución, teniendo un saldo a favor de 514,00 dólares que servirán en el caso de que exista un crecimiento en la red.

5.4.1.4 Plan de financiamiento

Del costo total estimado de la Implementación de las redes para la Institución, equivalente a \$2403,00 dólares que se estima que el Gobierno de la Provincia de Pichincha, MINTEL y otros han financiado con recursos destinados a educación (Hardware), personal técnico y recursos humanos con el valor de 1717,00 dólares La contrapartida local a cargo donaciones y otros un estimado de 1200,00 dólares americanos como se muestra en la tabla 25.

Tabla 24. Costo Total Implementación de las Redes

Detalle	Valor
Existencias	\$ 900,00
Recursos Tecnológicos	\$ 586,00
Recursos Humanos	\$ 817,00
Otros	\$ 100,00
Costo Total	\$ 2.403,00

5.5 Conclusiones y Recomendaciones

5.5.1 Conclusiones

- Para realizar el caso de estudio se levantó la información de la Institución donde se detectó 650 usuarios promedio, divididos en Administrativo y Estudiantes, que dan uso a la red actual de la Institución, con dos conexiones WiFi que no dan abastecimiento a los usuarios ya que no existe cobertura para todo el establecimiento, se observó que existe deficiencia del uso de los equipos tecnológicos que está posee, al igual que se encontró cables sueltos, mal ponchados, equipos desconectados sin ninguna configuración, por lo que induce a que se tornan cuellos de botella en la red, provocando una conexión lenta sin ningún beneficio, con esta información se realizó el diseño de la red LAN y WLAN como un requerimiento necesario en la Institución para dar un buen uso a la tecnología existente y a la aplicación de las Tics.

- Con la aplicación WiFi Analyzer se pudo determinar la cobertura WiFi tomando en cuenta los aspectos de ubicación geográfica para la colocación de los Access Point en lugares estratégicos que proporcionen señal en toda el área de la Institución y así puedan beneficiarse de este servicio los usuarios que lo requieran.
- Se evaluó el desempeño del rendimiento promedio de la red por tipo de tráfico, retardo, jitter, paquetes perdidos, throughput, ancho de banda utilizado y requerido donde se encontró que existe congestión en la red haciendo un análisis comparativo con estándares preestablecidos, por lo cual se implanta la aplicación de mecanismos de QoS, utilizando el Modelo Diff-Serv, que va acorde con las características de la red, para priorizar y garantizar un ancho de banda mínimo.
- En el análisis financiero se pudo establecer en base al diseño, que el 60% de fondos fue financiados por el gobierno y otras entidades, y que se requiere de un 40% para la adquisición de faltantes que se los obtendrá mediante donaciones y otros, para que se pueda realizar la implementación de la red en la Institución.

5.5.2 Recomendaciones

- Solicitar un encargado para la Administración de la Red, ya que se requiere de una persona con conocimiento previo para que este en continuo monitoreo y mantenimiento de la misma, ya que no solo la restricción MAC es suficiente para cualquier red, sea esta alámbrica o inalámbrica.
- Adquirir equipos de la misma marca que soporten nuevas tecnologías y que sean compatibles, para la escalabilidad de la red.

- Alcanzar las normas estandarizadas del cableado para que la comunicación sea eficaz y eficiente.
- Se recomienda en un futuro la utilización de RADIUS¹³, “protocolo de autenticación y autorización para aplicaciones de acceso a la red” (Wikipedia, 2017). Ofreciendo como un mecanismo de seguridad y utilización de la red de la Institución, como se hace en varios establecimientos.
- Solicitar al Ministerio de Educación el aumento de Ancho de Banda del servicio de Internet según como vaya creciendo la Institución.
- Para finalizar se recomienda este estudio como piloto a las demás Instituciones Educativas del Valle de los Chillos, Zona 2 Distrito D-11, que deseen mejorar el rendimiento de la red.

¹³ RADIUS: Remote Authentication Dial-In User Service, Movilidad IP (Wikipedia, 2017)

5.6 Bibliografía

Huidobro, J. (2004). Manual de telecomunicaciones. Para cuellos de Jarama (Madrid): RA-MA.

Herrera Pérez, E. (2003). Tecnologías y redes de transmisión de datos. México: Limusa, Noriega Editores.

Arias Henao, D. (2015). El impacto de las telecomunicaciones en la educación virtual y en la consolidación de la democracia en Colombia. *Academia Y Virtualidad*, 8(1), 99.

<http://dx.doi.org/10.18359/ravi.451>

McGillem, C., & McLauchlan, W. (1984). *Hermes cautivo*. Buenos Aires: Editorial Fraterna.

Plaza, O. (2011). La política nacional/internacional de las telecomunicaciones en América Latina. *Estudios Internacionales*, 34(135). <http://dx.doi.org/10.5354/0719-3769.2001.14759>

García Brage, A. (2002). *Guía completa de protocolos de telecomunicaciones*. Madrid: McGraw-Hill, Interamericana de España.

Diseño de una red. (2017). Eveliux.com, from <http://www.eveliux.com/mx/disenio-de-una-red.php>.

MULTINGLÉS.net - El mejor lugar para aprender idiomas. (2017). MULTINGLÉS.net, from <http://multingles.net/.../Manual%20-%20Redes%20WiFi%20inalambricas>

Red de área local inalámbrica. (2017). Es.wikipedia.org, from http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_área_local_inalámbrica

WLAN - Definición. (2017). gsmSpain.com, from <http://www.gsmSpain.com/glosario/?palabra=WLAN>

AGUIRRE, M. (15 de 9 de 2017). DIRECCIONAMIENTO IP. Ecuador .

AGUIRRE, M. (9 de 15 de 2017). Estructura de la Red Fisica. *Caso de Estudio*. San Rafael, Ecuador.

AGUIRRE, M. (5 de 9 de 2017). SOLUCION ECONOMICA. SAN RAFAEL, ecuador .

AGUIRRE, M. (15 de 9 de 2017). TRAFICO. *TIPO DE TRAFICO*. Ecuador.

Cisco. (2017). *Cisco*. Obtenido de

<https://www.cisco.com/c/en/us/products/index.html?stickynav=4>

D-LINK. (2014). *D- LINK Corporation* . Obtenido de Building Networks for people:

<http://www.dlinkla.com/dir-600>

Flores, M. R. (1999). *Redes Convergentes* . Obtenido de

<https://sites.google.com/site/redesconvergentessitioweb/unidad-ii-calidad-de-servicio-qos/1---introduccion-a-la-calidad-de-servicios-qos/2---modelos-de-qos-best-effort-intserv-diffserv>

GitBook. (2014). *GitBook*. Obtenido de <https://mastermoviles.gitbooks.io/graficos-y-multimedia/content/formatos.html>

Gomez, J. (1999). *Administracion de Sistemas Operativos* . Obtenido de

http://www.adminso.es/images/c/ca/Presentacion_QOS.pdf

Google. (Sabado de Septiembre de 2017). *Google Maps*. Obtenido de

[https://www.google.com.ec/maps/place/Unidad+Educativa+%22San+Rafael%22+\(U.E.S.R\)/@-0.3066179,-78.4573227,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d5bd4232ffb47d:0xa3325d97b5eb2dd3!8m2!3d-0.3066179!4d-78.455134](https://www.google.com.ec/maps/place/Unidad+Educativa+%22San+Rafael%22+(U.E.S.R)/@-0.3066179,-78.4573227,17z/data=!3m1!4b1!4m5!3m4!1s0x91d5bd4232ffb47d:0xa3325d97b5eb2dd3!8m2!3d-0.3066179!4d-78.455134)

Guzman, J. Y. (2016). *VIRTUAL EDUCA* . Obtenido de Biblioteca Digital Virtual Educa:

<http://virtualeduca.org/documentos/yanez.pdf>

- LINK, T. . (2017). *TP - LINK Corporation*. Obtenido de http://www.tp-link.com/ar/products/details/cat-42_TL-SG1024.html#specifications
- Molina, J. (25 de 07 de 2011). *La Neutralidad de Red*. Obtenido de <http://laneutralidaddered.blogspot.com/2011/07/ancho-de-banda-latencia-y-jitter.html>
- NetBalancer. (2013-2017). *seriousbit.com*. Obtenido de <https://netbalancer.com/>
- Noh, D. A. (7 de 12 de 2013). *SlideShare*. Obtenido de <https://www.slideshare.net/ThamerAlamery/intserv-diffserv>
- Orea, S. V. (22 de 4 de 2010). *Clasificacion y marcado de tráfico* . Obtenido de <https://sites.google.com/site/redesconvergentesjoseluis1203/unidad-ii-calidad-de-servicio-qos/4---clasificacion-y-marcado-de-trafico>
- R, L. (17<http://www.ipref.info/2009/11/ancho-de-banda-y-throughput.html> de 11 de 2009). *IP Reference*.
- SANMARTÍN, M. (2016). *ESTUDIO COMPARATIVO DE SERVIDORES DE TELEFONÍA IP. CASO DE ESTUDIO UNIDAD EDUCATIVA PRIMICIAS DE LA CULTURA DE QUITO. QUITO*.
- TELECON, G. (9 de 12 de 2013). *Telecon Systemas* . Obtenido de <http://www.ts-telecon.es/blog/%C2%BFcual-es-ssid-red-wifi>
- Test, O. S. (2013-2014). *Open Speed Test* . Obtenido de <http://openspeedtest.com/results/14860418>
- Vallejo, A. (2016). *EVALUACIÓN DE DESEMPEÑO DEL ESTÁNDAR IEEE 802.11N*.
- Wikimedia. (31 de 03 de 2017). *Wikimedia* . Obtenido de https://es.wikipedia.org/wiki/Indicador_de_fuerza_de_la_se%C3%B1al_recibida

Wikipedia. (26 de 08 de 2017). *WIKIPEDIA*. Obtenido de Enceclopedia Libre:

[https://es.wikipedia.org/wiki/Hotspot_\(telecomunicaciones\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Hotspot_(telecomunicaciones))

ZoneFlex. (2005-2017). *Ruckuz Wireless Inc.* Obtenido de

<https://support.ruckuswireless.com/products/21-zoneflex-7363>

5.7 Anexos

5.7.1 Anexo 1 Descripción de Hardware

Hardware Existente

5.7.1.2 Router Cisco 800 Series



Figura 42. Hardware Existente Router Cisco 800 Series. (Cisco, 2017)

Servicios que ofrece:

- Redes gestionadas.
- Redes virtuales privadas VPN.
- Acceso seguro a Internet.
- Punto de venta POS.
- QoS.
- Posee 4 puertos.
- Transmisión de la señal es 10/100 Mbps es decir 10BASE – T.
- Telefonía de sitios remotos.
- Hasta 20sitios VNP túneles.
- Configuración Profesional para gestión simplificada.
- Conexión WAN con múltiples opciones de acceso.

“Permite una variedad de tecnologías WAN, incluyendo DSL, Ethernet, 3G, 4G y fibra con una gama de niveles de rendimiento para satisfacer sus necesidades “.

(Cisco, 2017)

5.7.1.3 Convertidor de Fibra Óptica



Figura 43. Hardware Existente convertidor de fibra óptica.

- E1 FRM220-E1-T1-SFP Convertidor de medio de fibra E1 y T1, de 155 Mbps.
- Interface de cobre par trenzado E1 120Ohm, T1 100 Ohms.
- Posee consola local para administración basada en Web a una velocidad de 155 Mbps.

5.7.1.4 Access Point

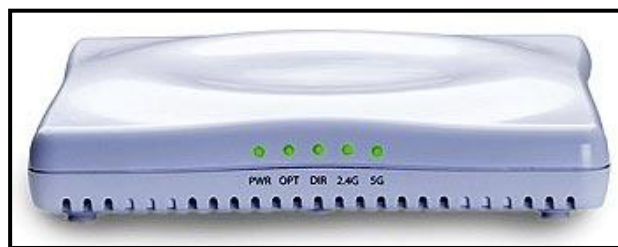


Figura 44. Hardware Existente Ruckus ZoneFlex 7363. (ZoneFlex, 2005-2017)

- Punto de acceso inteligente Wi-Fi de alcance medio, trabaja con el estándar 802.11n
- Soporta simultáneo de banda dual 5GHz -2,4 GHz
- 600 Mbps de velocidad máxima

- Formación de haz dinámico
- Gestión avanzada de Radio Frecuencia
- Conjunto integrado de antenas inteligentes con más de 300 patrones únicos para una alta fiabilidad
- Ganancia de señal de hasta 4 dB y rechazo de interferencia de -10 dB
- Soporte simultaneo para video, VoIP y datos
- Priorización automática del tráfico de VoIP y video
- Cuatro colas por estación de cliente
- Ofrece 20 llamadas de voz simultánea,
- 100 usuarios simultáneos de datos por radio
- Redes de malla inteligentes
- Servicio diferenciado con múltiples SSID
- QoS y políticas de seguridad únicas
- Soporta WEP, WPA-PSK
- Cuentas de portal y huésped cautivas
- Soporta Radius y Active Directory.

(ZoneFlex, 2005-2017)



Figura 45. Router D-LINK 600. (D-LINK, 2014)

- Usa la tecnología Wireless 150.
- Ofrece mayor velocidad y rango que los estándares 802.11g/b.
- Características NAN¹⁴.
- Incluye un Switch Ethernet integrado de 4 puertos 10/100 BASE –TX que le da flexibilidad para conectar computadores por cable a la red.
- Posee un firewall que protege a su red de ataques maliciosos
- Firewall de Inspección de Estado de Paquetes (SPI) que analiza el tráfico de la red
- Control parental
- Soporta función WMM para satisfacer los requerimientos de banda de datos multimedia
- Compatible con Windows 7

(D-LINK, 2014)

¹⁴ NAN: Permite a múltiples usuarios conectarse a internet compartiendo una sola dirección IP

5.5.1.5 Switch TP – Link de 24 Puertos



Figura 46. Switch TP-Link 24 puertos TL-SG1024. (LINK, 2017)

- 24 Puertos RJ45 10/100/1000 Mbps
- Compatible con dirección MAC
- Solución de alto rendimientos
- Proporciona una gran transferencia de archivos
- Compatible con dispositivos Ethernet de 10 Mbps y 100 Mbps
- Control de flujo IEEE802.3x para el modo full dúplex y contrapresión para el modo Half Dúplex
- Instalación Plug y Play
- Capacidad 48 Gbps
- Tasa de envío de paquetes 35.7 Mbps
- QoS 802.1p/DSCP
- Compatible Windows 7

(LINK, 2017)

Tabla 25. *Direccionamiento de la Red LAN Laboratorio 2*

Estación de Trabajo	IP	Mascara de Subred	Puerta de Enlace Predeterminada	Servidor DNS Predefinido	Servidor DNS Alternativo
Servidor	192.168.0.110	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC1-L2	192.168.0.111	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC2-L2	192.168.0.112	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC3-L2	192.168.0.113	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC4-L2	192.168.0.114	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC5-L2	192.168.0.115	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC6-L2	192.168.0.116	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC7-L2	192.168.0.117	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC8-L2	192.168.0.118	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC9-L2	192.168.0.119	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC10-L2	192.168.0.120	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC11-L2	192.168.0.121	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC12-L2	192.168.0.122	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC13-L2	192.168.0.123	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC14-L2	192.168.0.124	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC15-L2	192.168.0.125	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC16-L2	192.168.0.126	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC17-L2	192.168.0.127	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100

PC18-L2	192.168.0.128	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC19-L2	192.168.0.129	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC20-L2	192.168.0.130	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC21-L2	192.168.0.131	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
Inspección	192.168.0.132	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
	192.168.0.133	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
	192.168.0.134	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
	192.168.0.135	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
	192.168.0.136	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100

Tabla 26. *Direccionamiento de la Red LAN Administrativo*

Estación de Trabajo	IP	Mascara de Subred	Puerta de Enlace Predeterminada	Servidor DNS Predefinido	Servidor DNS Alternativo
PC22-R	192.168.0.137	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC23-S	192.168.0.138	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC24-V	192.168.0.139	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC25-DCE	192.168.0.140	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100

Tabla 27. *Direccionamiento de la Red WLAN Laboratorio 1*

Estación de Trabajo	IP	Mascara de Subred	Puerta de Enlace Predeterminada	Servidor DNS Predefinido	Servidor DNS Alternativo
Servidor	192.168.0.151	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC1-L1	192.168.0.152	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC2-L1	192.168.0.153	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC3-L1	192.168.0.154	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC4-L1	192.168.0.155	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC5-L1	192.168.0.156	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC6-L1	192.168.0.157	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC7-L1	192.168.0.158	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC8-L1	192.168.0.159	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC9-L1	192.168.0.160	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC10-L1	192.168.0.161	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC11-L1	192.168.0.162	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC12-L1	192.168.0.163	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC13-L1	192.168.0.164	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC14-L1	192.168.0.165	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC15-L1	192.168.0.166	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC16-L1	192.168.0.167	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC17-L1	192.168.0.168	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC18-L1	192.168.0.169	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100

PC19-L1	192.168.0.170	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC20-L1	192.168.0.171	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC21-L2	192.168.0.172	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
	192.168.0.173	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
	192.168.0.174	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
	192.168.0.175	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100

Tabla 28. *Direccionamiento de la Red WLAN S. Profesores, S. Educación Física, Aulas*

Estación de Trabajo	IP 175-190
Sala de Profesores	DHCP
LP1 A LP10	DHCP
Celulares	DHCP
Sala de Ed. Física	DHCP
LP1 A LP5	DHCP
Celulares	DHCP
Aulas	
Celulares	DHCP

Tabla 29.*Direccionamiento de la Red WLAN Administrativo*

Estación de Trabajo	IP	Mascara de Subred	Puerta de Enlace Predeterminada	Servidor DNS Predefinido	Servidor DNS Alternativo
PC26-D.V	192.168.0.102	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100
PC27-V.V	192.168.0.103	255.255.255.0	192.168.0.1	10.11.11.18	200.107.10.100

Tabla 30.*Direccionamiento de la Red WLAN Sala de Matemáticas*

Estación de Trabajo	IP
Sala de Matemáticas	
LP1-LP5	DHCP 104-109