



REPÚBLICA DEL ECUADOR

**Escuela Politécnica Nacional**

" E S C I E N T I A H O M I N I S S A L U S "

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.
- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.
- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

***Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.***

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**

### **DISEÑO DE LA RED INTRANET DE LA UNIDAD EDUCATIVA “BOLÍVAR”.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
INGENIERO EN “ELECTRÓNICA Y TELECOMUNICACIONES.”**

**ERAZO NARVÁEZ DIEGO ANDRÉS.  
diego.erazo01@epn.edu.ec**

**LÓPEZ ORDÓÑEZ FRANCIS PAÚL.  
francis.paul@epn.edu.ec**

**DIRECTOR: ING. MÓNICA DE LOURDES VINUEZA RHOR M.Sc.  
monica.vinueza@epn.edu.ec**

**Quito, julio 2018**

## **AVAL**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por ERAZO DIEGO y LÓPEZ FRANCIS, bajo mi supervisión.

---

**ING. MÓNICA DE LOURDES VINUEZA RHOR M.SC.  
DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN**

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, Diego Erazo, Francis López, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

---

Diego Erazo.

---

Francis López.

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a mis padres Nohemí y Samuel quienes han sido mi soporte en este proceso de estudios, son un pilar fundamental en mi vida, ya que me han enseñado los valores y fortalezas para que a pesar de todas las adversidades llegue hacia mi objetivo.*

*Por su amor, trabajo y sacrificios, he logrado alcanzar una meta más.*

*Andrés.*

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo a al ser que ha sido el soporte de mi familia a quien con tanto esfuerzo y sacrificio ha permitido que todos sus hijos como ella nos llama, tengamos la oportunidad de crecer y salir adelante, a mi viejita adorada que siempre hará hasta lo imposible por vernos sonreír y alegrarnos el día y en la casa de quien nunca nos faltará un bocado de comida si así lo necesitáramos.*

*A ti mi Elisita por darnos tu amor te dedico hoy este pequeño trabajo para que te enorgullezcas y te alegres por tu nieto y sientas la satisfacción del deber cumplido una vez más.*

*Francis.*

## AGRADECIMIENTO

*El agradecimiento más sincero a mi hermana Marilyn que ha sabido impulsarme por el camino correcto, que me ha dado apoyo y un buen ejemplo para seguir adelante, a mis queridos sobrinos Juan Diego y Emilia por ser la fortaleza más grande de nuestra familia, que a pesar de todo siempre están ahí con una gran sonrisa, a Gaby que ha estado a mi lado en todo este tiempo en que he trabajado en mi proyecto brindándome un soporte adicional para seguir avanzando.*

*A mi familia y amigos por estar siempre pendientes y a la ingeniera Mónica Vinuesa por el apoyo y guía fundamental para finalizar este trabajo.*

*Infinitas Gracias.*

*Andrés.*

## AGRADECIMIENTO

*Quiero agradecer en primer lugar a Dios, que ha hecho posible el culminar esta etapa en mi vida; también a quienes han sido apoyo incondicional a lo largo de mi vida mis padres Marlon López y Ximena Ordóñez, mi ejemplo de vida y orgullo mi hermana Evelyn López y mis queridas sobrinas.*

*Y a quien hoy por hoy son mi motivación y mi compañía mi esposa Jessica Pozo y la luz de mi vida mi pequeña hija Jhulía López, a ellos y a todos quienes han estado a lo largo de mi carrera; así como a la Ingeniera Mónica Vinuesa participe fundamental de este trabajo; un gracias de corazón.*

*Francis.*



## ÍNDICE DE CONTENIDO

AVAL .....	II
DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	III
DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	VI
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS. ....	XII
ÍNDICE DE TABLAS. ....	XIV
RESUMEN .....	XVII
ABSTRACT .....	XVIII
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivos .....	2
1.2 Alcance .....	2
1.3 Marco Teórico .....	3
Sistema de Cableado Estructurado (SCE).....	3
Medios de transmisión.....	4
Cableado con la norma TIA/EIA 568].....	6
Definiendo rutas con la norma TIA/EIA 569-D .....	9
Administración del cableado con la norma TIA/EIA 606B.....	10
Puesta a tierra con la norma TIA/EIA 607B. ....	11
Diseño de la red LAN.....	12
Arquitectura TCP/IP .....	14
Telefonía IP. ....	18
Conexiones de grandes distancias. ....	18
Seguridad. ....	19
2. METODOLOGÍA .....	20
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	21

3.1	Situación actual de la Unidad Educativa. ....	21
	Antecedentes de la Unidad Educativa. ....	21
	Ubicación geográfica. ....	22
	Estructura física de la Unidad educativa.....	22
	Descripción de la red actual.....	26
	Requerimientos y necesidades.....	28
3.2	Diseño de la red. ....	29
	Diseño del Sistema de Cableado Estructurado. ....	29
	Cableado Horizontal. ....	40
	Cableado Vertical. ....	41
	Área de Trabajo. ....	41
	Cuartos de Telecomunicaciones.....	44
	Cuarto de Equipos. ....	45
	Cálculo de la cantidad de rollos de cable.....	47
	Otras consideraciones. ....	50
	Etiquetación .....	51
	Diseño de la red LAN.....	53
	Dimensionamiento de tráfico. ....	54
	Direccionamiento Lógico.....	67
	Topología de la red.....	71
	Puntos de Acceso.....	73
	Tolerancia a fallas.....	76
	Seguridad .....	76
	Telefonía IP .....	80
	Escalabilidad de Switches .....	81
	Políticas de uso y seguridad .....	84
	Análisis de Equipos. ....	89

Switch de Núcleo.....	90
Switch de Distribución.....	97
Switch de Acceso.....	102
Servidores.....	108
Teléfonos IP.....	111
Puntos de acceso.....	114
Controladora de red de área local inalámbrica.....	118
Firewall.....	119
3.3 Presupuesto Referencial del Proyecto.....	122
Red Activa.....	122
Red Pasiva.....	123
Costo de la red total.....	124
Costo de Operación.....	124
Costo de Mantenimiento y Licencias.....	125
Análisis Económico del proyecto.....	125
4. CONCLUSIONES.....	128
RECOMENDACIONES.....	130
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	131
6. ANEXOS.....	137
ANEXO I.....	138
ANALISIS Y FORMATO DE ENCUESTAS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO II.....	139
PLANOS DE LA INSTITUCIÓN.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO III.....	140
ETIQUETAS DE LOS PUNTOS DE RED.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO IV.....	141
DIRECCIONES IP PARA LA RED.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

ANEXO V .....	142
TABLAS DE ERLANG B.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO VI .....	143
DATASHEETS DE LOS EQUIPOS A UTILIZARSE.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ANEXO VII .....	144
PROFORMAS.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
ORDEN DE EMPASTADO .....	145

## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.1. Diferencia entre el cable UTP y STP .....	5
Figura 1.2. Características de fibra óptica.....	5
Figura 1.3. Esquema básico de la norma TIA/ANSI 568 .....	7
Figura 1.4. Configuración de pines de conectores modulares de 8 pines.....	8
Figura 1.5. Tamaño de la Sala de Telecomunicaciones.....	9
Figura 1.6. Gráfico de barra de puesta a tierra principal. ....	11
Figura 1.7. Gráfico de barra de puesta a tierra.....	12
Figura 1.8. Modelo Jerárquico de Cisco.....	13
Figura 1.9. Capas de arquitectura TCP/IP .....	15
Figura 1.10. Estructura de una dirección IPv4. ....	16
Figura 1.11. Diagrama de enlace mediante línea de vista. ....	19
Figura 3.1. Diagrama de la ubicación de las sedes de la Unidad Educativa en la ciudad de Tulcán. ....	25
Figura 3.2. Esquema de la infraestructura de red de datos de la sede 4.....	27
Figura 3.3. Representación de un corte referente a la instalación de cableado de la sede 4.....	38
Figura 3.4. Fragmento del diagrama de instalación de cableado referente a la sede 4. ...	39
Figura 3.5. Representación del cableado horizontal y vertical de la Sede 1, 2 y 3. ....	42
Figura 3.6. Representación del cableado horizontal y vertical de la Sede 4.....	43
Figura 3.7. Enlace entre sedes de la Unidad Educativa “Bolívar”.....	44
Figura 3.8. Rack de dos cuerpos. ....	45
Figura 3.9. Racks de 12 y 20 u para la red de la Unidad Educativa “Bolívar”.....	47
Figura 3.10. Modelo del sistema a tierra para todas las sedes de la Unidad Educativa “Bolívar”. ....	50
Figura 3.11. Formato del etiquetado. ....	53
Figura 3.12. Interconexión de sedes.....	72
Figura 3.13. Modelo de Zona Desmilitarizada de tipo DUAL. ....	78
Figura 3.14 . Diagrama de posicionamiento de camaras de seguridad. ....	79
Figura 3.15. Topología total de la Red.....	83
Figura 3.16. Switch DELL N3024.....	93
Figura 3.17. Switch Cisco SG550X. ....	94
Figura 3.18. Switch Trendnet TEG-204WS. ....	96
Figura 3.19. Switch Dell N2024. ....	99
Figura 3.20. Switch Cisco SG-200-18. ....	100

Figura 3.21. Switch Trendnet TL2G244. ....	101
Figura 3.22. Switch D-Link DJS-1210-52 48. ....	104
Figura 3.23. Switch Cisco SG500-52-K9-NA. ....	105
Figura 3.24. Switch Trendnet TL2G448. ....	106
Figura 3.25. Servidor Dell T-130-Q4-T130H1.....	109
Figura 3.26. Servidor Cisco UCS-SP12-C220-M4-E1. ....	110
Figura 3.27. Servidor HP ML10-G4400. ....	110
Figura 3.28. Teléfono IP Panasonic KX-HDV130. ....	112
Figura 3.29. Teléfono IP Grandstream GXP1610. ....	113
Figura 3.30. Teléfono Yealink T-18. ....	113
Figura 3.31. Access Point DAP-1665 AC1200. ....	115
Figura 3.32. Access Point WAP121-A-K9. ....	116
Figura 3.33. Access Point TEW-638APB. ....	117
Figura 3.34. Cisco 3504 Wireless Controller. ....	119
Figura 3.35. Firewall Juniper SSG-5-SB. ....	120
Figura 3.36. Firewall ASA5520-BUN-K9. ....	121

## ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 3.1. Infraestructura física por edificios de la Sede 1. ....	23
Tabla 3.2. Infraestructura física por edificios de la Sede 2. ....	23
Tabla 3.3. Infraestructura física por edificios de la Sede 3. ....	23
Tabla 3.4. Infraestructura física por edificios de la Sede 4. ....	24
Tabla 3.5. Distribución de puntos de red en la Sede 1. ....	30
Tabla 3.6. Distribución de puntos de red en la Sede 2. ....	32
Tabla 3.7. Distribución de puntos de red en la Sede 3. ....	33
Tabla 3.8. Distribución de puntos de red en la Sede 4. ....	33
Tabla 3.9. Número total de puntos de red en la Unidad Educativa “Bolívar” .....	37
Tabla 3.10. Capacidad de las canaletas de PVC. ....	40
Tabla 3.11. Ubicación de los RACKS en cada Sede de la institución.....	46
Tabla 3.12 . Cálculo de número de rollos para la Sede 1. ....	48
Tabla 3.13. Cálculo de número de rollos para la Sede 2. ....	48
Tabla 3.14. Cálculo de número de rollos para la Sede 3. ....	49
Tabla 3.15. Cálculo de número de rollos para la Sede 4. ....	49
Tabla 3.16. Número de Rollos de Cable por sedes. ....	49
Tabla 3.17. Marcador para la etiqueta según el área. ....	51
Tabla 3.18. Índices de simultaneidad para el acceso a Internet. ....	55
Tabla 3.19. Índices de simultaneidad para el acceso a Intranet. ....	55
Tabla 3.20. Cálculo del ancho de banda para descargas. ....	56
Tabla 3.21. Cálculo del ancho de banda para navegación. ....	58
Tabla 3.22. Cálculo del ancho de banda para la subida de datos al sistema de almacenamiento en la nube. ....	59
Tabla 3.23. Cálculo del ancho de banda para la bajada de datos al sistema de almacenamiento en la nube. ....	60
Tabla 3.24. Cálculo del ancho de banda para al servicio de aula virtual. ....	62
Tabla 3.25. Cálculo del ancho de banda para al servicio de correo electrónico. ....	63
Tabla 3.26. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Telefonía IP. ....	64
Tabla 3.27. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Página web. ....	65
Tabla 3.28. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Notas. ....	66
Tabla 3.29. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Mensajería instantánea. ....	66
Tabla 3.30. Resumen de cálculo del ancho de banda. ....	67
Tabla 3.31. Direccionamiento establecido para la Unidad Educativa. ....	69
Tabla 3.32. Rango de direcciones IP asignadas. ....	70

Tabla 3.33. Ubicación de Access Point en la Institución. ....	75
Tabla 3.34. Escalabilidad de switches por sede. ....	81
Tabla 3.35. Total de puertos libres y ocupados. ....	82
Tabla 3.36. Requerimientos mínimos para switch de Núcleo. ....	91
Tabla 3.37. Especificaciones técnicas SW Dell. ....	92
Tabla 3.38. Especificaciones técnicas SW Cisco. ....	93
Tabla 3.39. Especificaciones técnicas SW Trendnet. ....	95
Tabla 3.40. Comparativa de equipos a escoger. ....	96
Tabla 3.41. Requerimientos mínimos para switch de Distribución. ....	98
Tabla 3.42. Especificaciones técnicas SW Dell. ....	99
Tabla 3.43. Especificaciones técnicas SW Cisco. ....	100
Tabla 3.44. Especificaciones técnicas SW Trendnet. ....	101
Tabla 3.45. Comparativa de equipos de Distribución. ....	102
Tabla 3.46. Especificaciones técnicas SW D-Link. ....	103
Tabla 3.47. Especificaciones técnicas SW Cisco. ....	104
Tabla 3.48. Especificaciones técnicas SW Trendnet. ....	105
Tabla 3.49. Comparativa de equipos de Acceso. ....	107
Tabla 3.50. Requerimientos mínimos para Servidores. ....	108
Tabla 3.51. Especificaciones técnicas servidor Dell. ....	108
Tabla 3.52. Especificaciones técnicas Servidor Cisco. ....	109
Tabla 3.53. Especificaciones técnicas servidor HP. ....	110
Tabla 3.54. Comparativa de equipos. ....	111
Tabla 3.55. Requerimientos mínimos para teléfonos IP. ....	111
Tabla 3.56. Especificaciones técnicas Panasonic. ....	112
Tabla 3.57. Especificaciones técnicas teléfono Grandstream. ....	112
Tabla 3.58. Especificaciones técnicas Teléfono Yealink. ....	113
Tabla 3.59. Comparativa de equipos telefónicos. ....	113
Tabla 3.60. Requerimientos mínimos para APs. ....	114
Tabla 3.61. Especificaciones técnicas AP D-Link. ....	115
Tabla 3.62. Especificaciones técnicas AP Cisco. ....	116
Tabla 3.63. Especificaciones técnicas AP Trendnet. ....	117
Tabla 3.64. Comparativa de equipos de Puntos de Acceso. ....	117
Tabla 3.65. Requerimientos mínimos para WLC. ....	118
Tabla 3.66. Especificaciones técnicas WLC Cisco. ....	118
Tabla 3.67. Requerimientos mínimos para firewall. ....	120
Tabla 3.68. Especificaciones técnicas firewall Juniper. ....	120



Tabla 3.69. Especificaciones técnicas firewall Cisco. ....	121
Tabla 3.70. Comparativa de equipos Firewall. ....	121
Tabla 3.71. Cálculo estimado para la red a activa.....	122
Tabla 3.72. Cálculo estimado para la red pasiva.....	123
Tabla 3.73. Cálculo del costo total de la red. ....	124
Tabla 3.74. Costos referenciales de operación. ....	124
Tabla 3.75. Costos referenciales de Mantenimiento y Licencias. ....	125
Tabla 3.76. Flujo de fondos.....	127
Tabla 3.77. VAN por años del proyecto.....	128

## RESUMEN

Este proyecto está destinado para la Unidad Educativa “Bolívar” que es una institución pública de renombre en la ciudad de Tulcán, con más de cien años de funcionamiento, siempre ha aportado a la sociedad con bachilleres muy bien preparados y que han sabido enaltecer su nombre , por esta razón debe estar a la par tecnológica con el mundo actual, para que sus estudiantes, profesores y personal administrativo se desenvuelvan de una manera eficaz y eficiente dentro de la institución, contando con una herramienta fundamental como una red convergente de gran calidad.

Es así que en este proyecto se parte de las necesidades de la institución para plantear un diseño de red interconectada para todas las sedes de la Unidad Educativa que permitirá mejorar la comunicación interna, así como el enlace directo a internet que hoy es la mejor herramienta que se tiene para la educación.

Se presentan los requerimientos y necesidades de estudiantes, profesores y personal administrativo y se plantea una solución basada en características técnicas y criterios solventados teóricamente, para obtener un diseño apropiado para la institución.

Se han expresado los aspectos principales de una red como son el cableado estructurado, el diseño físico y lógico de la red, los servicios que se van a brindar, la seguridad con la que se va a contar, los equipos a usarse y también un análisis económico que será la guía para solventar el proyecto y garantizar una vida útil del proyecto de 10 años.

Con estas consideraciones se va a garantizar que la institución solvete el problema de comunicación que presentan al momento y puedan estar a la par tecnológicas con las instituciones a nivel nacional.

**PALABRAS CLAVE:** “Bolívar”, Intranet, LAN, Cableado.

## **ABSTRACT**

"Bolivar" School is a public institution of great fame in the city of Tulcán with more than one hundred years of operation has always contributed to society with very well prepared students and who have known to exalt the name of this, for this reason to be on a pair with the current world, so that students, professors and administrative staff from the institution can develop effectively and efficiently with a fundamental tool such as a high quality convergent network.

Thus, this project is based on the needs of the institution to propose an interconnected network design for all the headquarters of the School that will improve internal communication, as well as the direct link to the Internet that today is the best tool that you have for education.

The requirements and needs of students, professors and administrative staff are presented and a solution is proposed based on technical characteristics and criteria theoretically solved, in order to obtain an appropriate design for the institution.

Have expressed the main aspects of a network such as the structured cabling, physical and logical design of the network, the services will provide the security that will count, the equipment used and an economic analysis which will be the guide to solve the project to guarantee a useful life of the project of 10 years.

With these considerations it is going to be guaranteed that the institution solves the communication problem that present at the moment and can be at the technological par with the institutions at national level.

**KEYWORDS:** "Bolivar", Intranet, LAN, Cabling.

# 1. INTRODUCCIÓN

La UNIDAD EDUCATIVA "BOLÍVAR" es una institución pública de educación secundaria y superior de la ciudad de Tulcán. Fue fundada en 1896 e inaugurada el 19 de mayo del mismo año por el entonces presidente del Ecuador, Eloy Alfaro, convirtiéndose así en el primer colegio laico del país, y trayendo consigo algunos problemas con la iglesia católica que terminaría cediendo y permitiendo la creación de esta institución.

En la actualidad la institución ha tenido un gran crecimiento, tanto así que ahora por disposición ministerial se han integrado a su estructura tres unidades educativas más que contemplan ahora sus 4 sedes, ubicadas en diferentes sectores de la ciudad de Tulcán mismas que reciben a un total de 1970 estudiantes y 106 profesores; por tales motivos se considera que siendo esta una de las más grandes unidades educativas del país debe contar con una red de comunicaciones de primera, y no con lo que en la actualidad se está manejando, que luego de una inspección realizada se observó que en cada una de las sedes existe una red deficiente que brinda poca conectividad y no brinda un servicio acorde a lo que sugiere el MINISTERIO DE EDUCACION en su PROYECTO SISTEMA INTEGRAL DE TECNOLOGÍAS PARA LA ESCUELA Y LA COMUNIDAD [1]; para el sistema educativo.

Se prevé por tales motivos el diseño de una red que le ayude a la institución a solventar su problema de acceso a tecnología que hoy por hoy es muy importante en el ámbito educativo ya que con estas herramientas tanto profesores alumnos y personal administrativo podrán tener acceso a información detallada sobre temas de interés así como una rápida comunicación entre el personal y el manejo compartido de archivos, también podrán aprovechar una herramienta de aulas virtuales y un manejo de notas a través de un servidor que brindará mejor acceso y facilitará la socialización de información entre todos los usuarios.

Se brindará también comunicación a través de Voz IP lo cual permite que los usuarios puedan comunicarse internamente y si lo necesitaran también con salida a través de un servidor de telefonía (*Elastix*) el cual permite realizar llamadas a muchos usuarios a través de una sola línea.

Con estas características el problema de comunicación de la institución se verá solventado y además estará a la par tecnológica con las necesidades actuales, esto le

permitirá tener una mayor competitividad a nivel nacional y servirá para formar a estudiantes que estén con un mejor nivel de preparación.

En el anexo 1 se incluye el formato de las encuestas realizadas y una tabla de sus resultados.

## **1.1 Objetivos**

El objetivo general de este Estudio Técnico es:

***Diseñar la red intranet de la UNIDAD EDUCATIVA “BOLÍVAR”.***

Los objetivos específicos de este Estudio Técnico son:

- Determinar requerimientos y/o necesidades a nivel de conectividad y servicios en base a la situación actual de la red de comunicaciones de la UNIDAD EDUCATIVA.
- Establecer los servicios que se ofertarán en la intranet.
- Diseñar la red intranet.
- Definir los parámetros para los equipos de interconectividad considerando políticas y seguridades a utilizarse.
- Analizar equipos de diferentes marcas y determinar un presupuesto referencial.

## **1.2 Alcance**

Como parte inicial de este estudio se realizará una visita técnica a la institución para conocer el estado actual en donde evidenciaremos problemas y deficiencias que se planeará solucionar, de manera que se proporcione resultados que puedan ser inferidos a los servicios necesarios para la población total de la Unidad Educativa.

Para la realización del presente estudio se diseñará la red interna de cada sede, y además el planeamiento de interconexión de las sedes entre sí, un esquemático de las sedes en donde se presentará la topología física y lógica del diseño todo esto aplicando la normativa estandarizada.

Finalmente con las exigencias obtenidas para la red, se propondrá las seguridades y políticas para el uso, se inferirá la información de los elementos necesarios en el diseño y se realizará el presupuesto incluyendo los costos de operación y mantenimiento.

## 1.3 Marco Teórico

### **Sistema de Cableado Estructurado (SCE). [2]**

Hoy en día para los diferentes sistemas de red, el cableado estructurado es sin duda un factor muy importante ya que a través de este se puede identificar, reubicar y cambiar de manera sencilla cada equipo de comunicación que se encuentra conectado al mismo, para lo cual este debe estar basado en una normativa completa tanto de instalación, señalización, y uso de cables y conectores que tengan características similares.

Este SCE, va a proporcionar el medio físico de interconexión para transportar la información necesaria, ya sea voz, datos o vídeo, hasta el usuario; también permitirá expansiones futuras de la red sin que esta se vea afectada ni en eficacia ni en nivel, se garantizará el fácil intercambio de información entre los usuarios conectados teniendo una infraestructura de parámetros comunes.

Otro factor a tomarse en cuenta en el diseño de un SCE es el costo que conlleva el mismo y que por tal motivo este debería planificarse para tener una vida útil de entre 10 a 15 años, y a su vez debe poder cubrir todas las necesidades de crecimiento de la misma.

Para tener un Sistema de Cableado Estructurado genérico y que se adapte a cualquier proveedor que queramos usar se deben seguir cierto tipo de normas que han sido emitidas por diferentes organismos como son la ANSI/EIA/TIA, ISO/IEC, IEEE; al tener en cuenta estas normativas se garantiza que el cableado estructurado diseñado tendrá un marco de referencia a seguirse y utilizarse. [3]

Los estándares en EEUU son coordinados por la ANSI así, TIA-568 es la normativa más referencial en cableado estructurado así en base a eso se han desarrollado los siguientes estándares:

- TIA-568C.1: Estándar para Cableados de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.
- TIA-569D: Trayectorias y Espacios para Cableados de Telecomunicaciones.

- TIA-570C: Cableado Residencial de Telecomunicaciones.
- TIA-606B: Administración de Sistemas de Cableados de Telecomunicaciones.
- TIA607B: Requerimientos de Puesta a Tierra y Uniones en Sistemas de Telecomunicaciones.

Existe también un equivalente internacional para TIA-568 que es el ISO/IEC 11801 en donde los estándares relevantes son:

- ISO/IEC Directivas de cableado para cliente.
- ISO/IEC 14763-1 Administración, documentación.
- ISO/IEC 14763-2 Planeamiento e Instalación.
- ISO/IEC 14763-3 Prueba de Cableado de fibra óptica.
- IEC 61935-1 Prueba de Cableado de cobre.

### **Medios de transmisión. [4]**

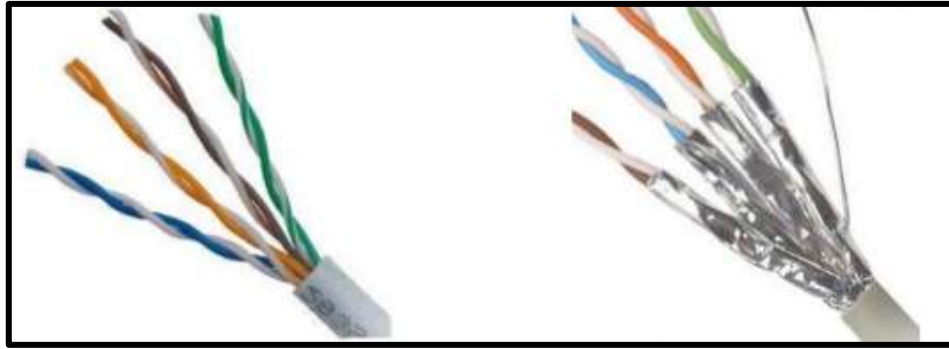
Es cualquier soporte físico que une los dos extremos de un sistema de transmisión de datos siendo emisor y receptor, se reconocen de dos tipos como: guiados y no guiados, en los que el mensaje se realiza por medio de ondas electromagnéticas.

La constitución del medio de transmisión determina las características principales de las comunicaciones como: la velocidad, ancho de banda, frecuencia, etc.

Algunos medios de transmisión guiados son:

*Cable de Par Trenzado:* se constituye de dos conductores de cobre aislados y entrelazados entre sí para anular interferencias externas y diafonía, a su vez estos están trenzados a cuatro pares más de forma helicoidal, cada uno de estos pares están identificados por el color de su material aislante.

Puede ser de dos tipos básicos: UTP (*Unshielded Twisted Pair*) y STP (*Shielded Twisted Pair*) que los diferencia su impedancia y una cubierta protectora para garantizar una inmunidad al ruido.



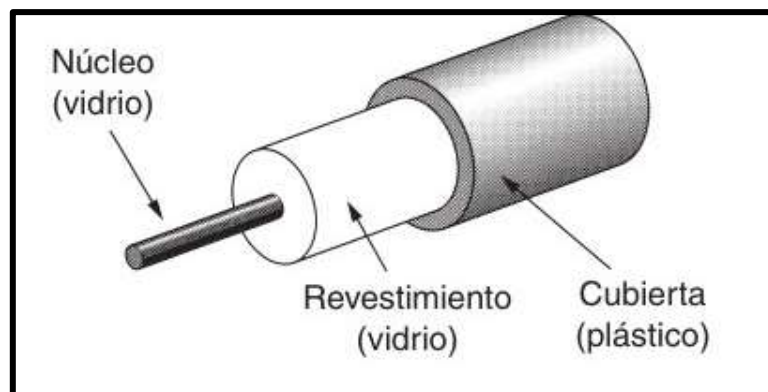
**Figura 1.1. Diferencia entre el cable UTP y STP. [5]**

Se encuentran varias categorías de cable, dentro de las más importantes y de más uso se encuentran:

- Categoría 5e.
- Categoría 6.
- Categoría 6a
- Categoría 7

*Fibra Óptica:* es un hilo transparente de vidrio o plástico, por el cual se transmite pulsos de luz que conforman los datos a enviar, el origen de la luz puede ser un led o láser, mediante este medio se envían una gran cantidad de datos a grandes distancias a altas velocidades y en adición a esto es inmune a interferencias electromagnéticas.

Consta de tres partes fundamentales como: núcleo, revestimiento y chaqueta protectora, siendo el núcleo la guía por donde viaja la luz y el revestimiento el material por el cual se refracta. Pueden ser multimodo y monomodo.



**Figura 1.2. Características de fibra óptica. [6]**



Multimodo: es en la cual la luz puede viajar dentro del núcleo por varios modos o caminos, su uso es más simple y es más barata, además funciona para distancias menores a 2 km, hay de índice escalonado y se caracteriza por tener alta dispersión modal y de índice gradual en el cual el núcleo se forma de varios materiales.

Hay varias categorías:

- OM1 Fuente de Luz: Led. Soporta hasta 10 GB Ethernet.
- OM2 Fuente de Luz: Led. Soporta hasta 10 GB Ethernet.
- OM3 Fuente de Luz: Laser. Soporta hasta 40 GB Ethernet.
- OM4 Fuente de Luz: Laser. Soporta hasta 40 GB Ethernet.

Monomodo: en el interior de este hilo solo viaja un haz de luz mediante un núcleo de diámetro reducido 10 micrones aproximadamente. Soporta grandes distancias y alta velocidad de transmisión. Es el más común en cableado de tipo Backbone.

*Microonda*: maneja transmisiones de tipo satelital o terrestre, son de carácter direccional por lo que solo funcionan mediante una línea de vista que conecta el transmisor y el receptor, sus frecuencias van desde los 300 MHz a 300 GHz o más.

### **Cableado con la norma TIA/EIA 568 [7]**

El estándar permite tener un esquema flexible que permite realizar una instalación completa sin importar su uso final, esto será de gran ayuda ya de usando este estándar la red soportará voz, datos, video y podrán hacerse cambios en la estructura física así como también actualizaciones para diferentes tipos de red.

En la figura 1.3 se muestra la ubicación básica a la que hace referencia la norma TIA/EIA 568 en la que se muestra su organización por niveles y la distribución de las zonas por nivel, zonas y niveles que están divididas en seis subsistemas:

*Cableado Horizontal (CH)*: Desde área de trabajo a closet de telecomunicaciones.

Consideraciones: topología tipo estrella, el cableado finaliza en el cuarto de telecomunicaciones, no debe instalarse el cableado eléctrico como cableado horizontal,

se puede poner un solo punto de consolidación, distancia máxima 90 metros más 10 metros adicionales para conexión.

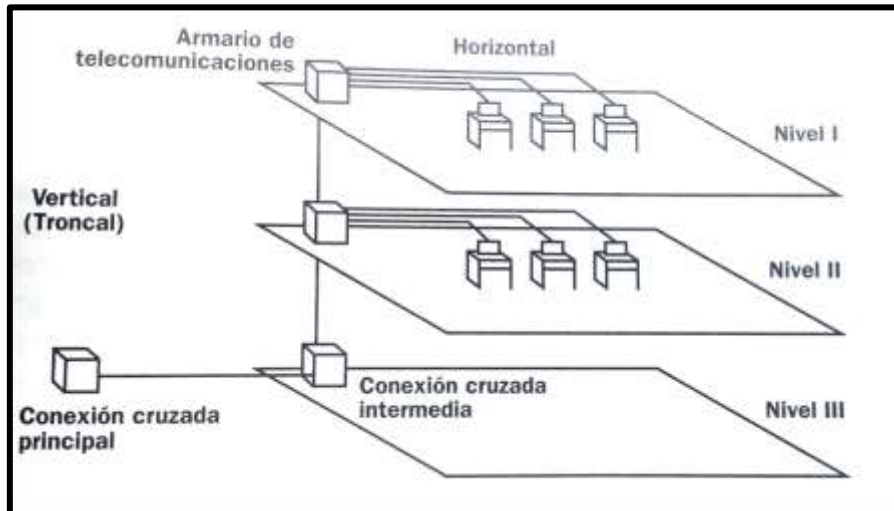


Figura 1.3. Esquema básico de la norma TIA/ANSI 568. [8]

Cables reconocidos:

- Cable 4 pares categoría 5e, 6 o 6A. (TIA/EIA-568-C.2). [9]
- Cable de dos o más fibras ópticas multimodo (TIA/EIA-568-C.3). [10]
- Cable de dos o más fibras ópticas monomodo (TIA/EIA-568-C.3). [11]

*Cableado Vertical/principal (CV):* Conexión entre cuartos de telecomunicaciones, cuarto de equipos y entrada de servicios, incluye cableado entre edificios.

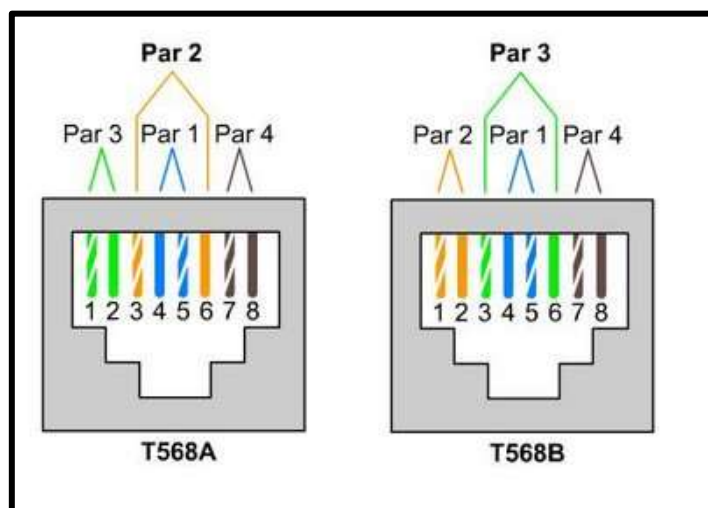
Consideraciones: conexiones cruzadas principales e intermedias, terminaciones mecánicas, patch cords o jumpers usados.

Cables reconocidos:

- Cable de 4 pares categoría 5e, 6, 6A (TIA/EIA-568-C.2). [12]
- Cable de fibra óptica multimodo 62.5/125  $\mu\text{m}$  y 50/125  $\mu\text{m}$  (TIA/EIA-568-C.3). [13]
- Cable de fibra óptica monomodo (TIA/EIA-568-C.3), [14]

*Área de Trabajo (AT):* Desde la placa de pared al equipo del usuario, permite cambios, modificaciones e implementaciones con facilidad.

Consideraciones: Conector de 100 ohm UTP o ScTP, debe terminar en un Jack de ocho posiciones, cumplir los requisitos de IEC 60603\_7, se usa asignación de pines con la norma T568A ó T568B [15], en fibra óptica debe terminar en conector dúplex de acuerdo a la norma TIA/EIA 568 B.3. [16]



**Figura 1.4. Configuración de pines de conectores modulares de 8 pines. [7]**

Cables reconocidos: Deben cumplir las normas TIA/EIA 568 B.2 y B.3. [17]

*Cuartos de Telecomunicaciones (CT):* Es un área definida dentro del edificio en el que se colocan los equipos de telecomunicaciones, en donde finaliza el cableado horizontal y vertical principal.

Consideraciones: Toda conexión entre cables debe ser “cross-connects”, se debe diseñar de acuerdo a la norma TIA/EIA-569 D. [18]

*Cuarto de Equipos (CE):* Se diferencia de un cuarto de Telecomunicaciones por la complejidad de los equipos aquí existentes, aquí se coloca el “hub” primario para la distribución vertical.

Consideraciones: El ambiente debe ser controlado y se debe diseñar de acuerdo a la norma TIA/EIA-569 D. [19]

<b>Tamaño recomendado para las salas de telecomunicaciones (basado en 1 estación de trabajo por cada 10 metros cuadrados)</b>			
área de servicio		Tamaño del armario para cableado	
(m) <sup>2</sup>	(pies) <sup>2</sup>	(m) <sup>2</sup>	(pies) <sup>2</sup>
1000	10000	3.0 x 3.4	10 x 11
800	8000	3.0 x 2.8	10 x 9
500	5000	3.0 x 2.2	10 x 7

**Figura 1.5. Tamaño de la Sala de Telecomunicaciones. [20]**

*Infraestructura de entrada de servicios:* Son los cables, accesorios de conexión, protección, y demás equipos usados para la conexión de servicios externos en el edificio.

Consideraciones: Puede conectarse un punto de demarcación, protecciones eléctricas establecido por códigos diseñados de acuerdo a la norma TIA/EIA-569-D. [21]

### **Definiendo rutas con la norma TIA/EIA 569-D. [22]**

Esta define rutas y espacios de telecomunicaciones en edificios comerciales, es decir, las formas de enrutar el cableado con materiales conocidos y adecuados para la canalización de los diferentes medios de transmisión. [23]

Se necesita definir dos tipos de enrutamiento de cables que serán las externas entre edificios y las internas del edificio, dentro de las cuáles se debe considerar lo que dice la norma para cada una de ellas, así para las canalizaciones externas se definen cuatro tipos:

- Subterránea.
- Enterrado.
- Aéreo.
- De túnel.

Estos tipos de interconexión permiten interconectar las redes LAN de cada edificio a manera de campus.

La canalización interna en cambio está definida para los cableados al interior de cada edificio que interconecta la acometida principal con cada uno de los diferentes subsistemas del cableado estructurado, dentro de estas se pueden usar ductos, bandejas, y escalerillas y deben contar con su respectiva seguridad contra incendios, movimientos o tensiones fuertes, vías sin autorización y agua, comprenden dos clases:

- Canalizaciones Verticales. Pueden usarse ductos, bandejas verticales o escalerillas cortacables con sus respectivas protecciones, unen sala de equipos con los cuartos de telecomunicaciones.
- Canalizaciones Horizontales. Se usa para interconectar cuartos de telecomunicaciones, de no estar en la misma línea habrán que hacerse ductos, bandejas horizontales o escalerillas monta cables que deben estar adecuadamente protegidas.

Hay situaciones en las cuáles el edificio no permite esconder las canalizaciones de los cables por lo que se recurre al uso de canaletas decorativas muy bien organizadas y con sus protecciones necesarias guardando la estética del edificio. [24]

### **Administración del cableado con la norma TIA/EIA 606B.**

Esta norma permite la organización del cableado dentro de los edificios, y define cuatro clases de sistemas para a administración del Sistema de Cableado Estructurado, se basa en lo complejo de la infraestructura da facilidad en cuanto a escalabilidad se refiere y permite la expansión sin alterar las etiquetas existentes.

- Clase 1: Edificios con un único cuarto de equipos
- Clase 2: Edificios con un cuarto de equipos y varios cuartos de Telecomunicaciones.
- Clase 3: Campus con varios edificios interconectados.
- Clase 4: Ambientes Multi-campus.

## Puesta a tierra con la norma TIA/EIA 607B. [25]

Son requerimientos usados en uniones, puestas a tierra de edificios comerciales en equipos de telecomunicaciones y permite planear el diseño y la instalación del sistema de puesta a tierra sin necesidad de saber los sistemas previamente instalados.

Los sistemas de puesta a tierra son parte integral del Sistema de Cableado Estructurado debido a que ayudan en la protección de equipos y de las personas expuestas a altos voltajes.

Define los siguientes elementos:

TMGB: Barra principal de puesta a tierra.

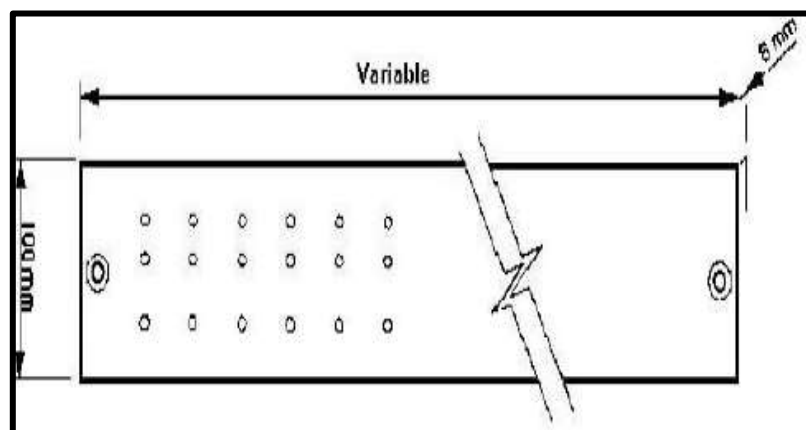


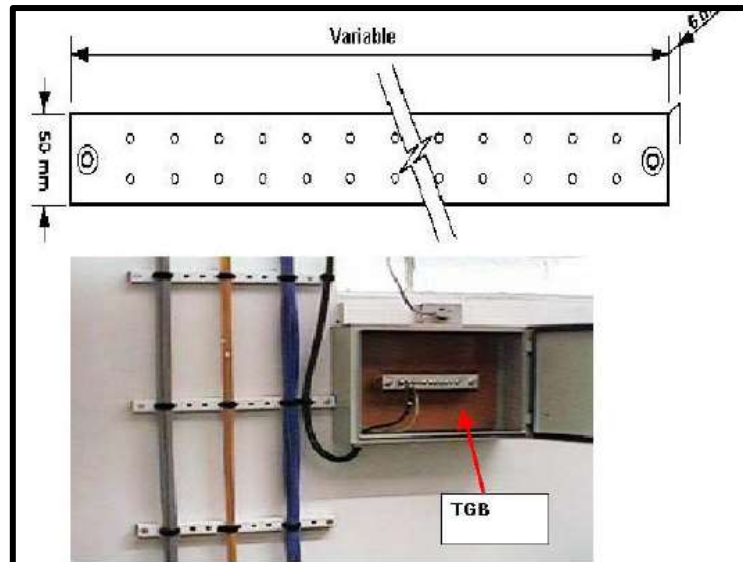
Figura 1.6. Gráfico de barra de puesta a tierra principal. [26]

Representa una extensión del electrodo de tierra del edificio, sirve de unión principal para los TBBs y los equipos, fácilmente accesible al personal, por lo general se coloca una por edificio.

TGB: Barra de puesta a tierra.

Es el punto central de la interconexión común en los sistemas de telecomunicaciones y los equipos a usarse en el closet de telecomunicaciones.

Debe estar platinada para que se reduzca la resistencia de contacto, debe estar lo más cerca posible del panel principal de telecomunicaciones y conectado al mismo o a su cubierta metálica.



**Figura 1.7. Gráfico de barra de puesta a tierra. [27]**

TBB: Unión vertical para Telecomunicaciones.

Es el conductor que une todas las TGBs con sus respectivas TMGBs, ayuda a reducir y equalizar las diferencias de potencial entre los sistemas de telecomunicaciones se deberá usar cable aislado de cobre mínimo 6 AWG y máximo 3/0 AWG. [28]

Para el diseño de un sistema de puesta a tierra se deben considerar algunos componentes:

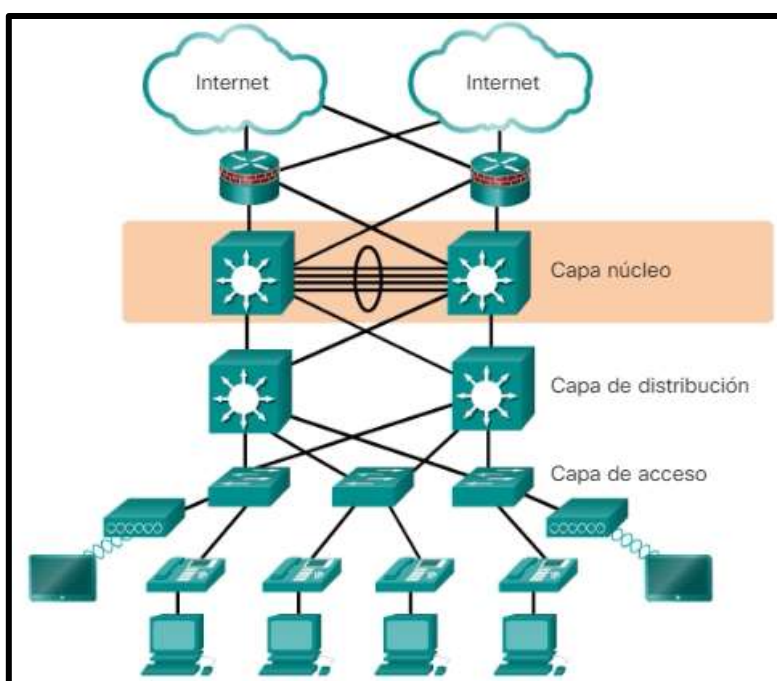
- Cuarto de Equipos.
- Entrada de Servicios.
- Closet de Telecomunicaciones.
- *Rutas de Cables para Interconexión.*

### **Diseño de la red LAN.**

Para hacer un diseño de una red LAN se debe partir de las necesidades y requerimientos de la misma, lo cual servirá para definir las características que deberá tener esta para el

funcionamiento sea el adecuado, con esto se podrá basar los criterios del diseño de acuerdo a lo que se ha aprendido como lo es la topología, el dimensionamiento, el enrutamiento, la definición de Vlans, la seguridad y demás parámetros mostrados a continuación.

*Topología de la red LAN:* En términos de Telecomunicaciones representa la forma de conexión física y lógica de los elementos de la red, existiendo cuatro formas más comunes de hacerlo: en estrella, en árbol, en bus, en anillo, de acuerdo a las características de cada uno se ha determinado tomar como base la topología estrella jerárquica para caso de análisis. [29]



**Figura 1.8. Modelo Jerárquico de Cisco. [30]**

El modelo jerárquico presenta ciertas ventajas como son: el ahorro de costos, facilidad para entender y escalar, y mejorar la aislación de fallas, está dividido en 3 capas: núcleo, distribución y acceso, las cuales permiten una mejor organización en este modelo.

*Capa de Núcleo:* Conocida como backbone y es donde se realiza un enrutamiento de alta velocidad que es la base para realizar las diferentes comunicaciones de una empresa. Sus principales funciones son: [31]



- Provee redundancia y tolerancia a fallas.
- Presenta una rápida adaptación a cambios, baja latencia y buena administración.
- Su manipulación es a través de filtros y tiene un diámetro consistente.

*Capa de Distribución:* Es la capa intermedia ubicada entre la de núcleo y de acceso, su conectividad se basa en protocolos, presenta las siguientes funciones: [32]

- Políticas.
- Seguridad.
- Agrega direcciones.
- Acceso.
- Define dominios de broadcast y multicast.
- Enrutamiento de Vlans.
- Traslación de medios.
- Redistribución entre dominios de routing.
- Demarcación entre dominios de protocolos de ruteo fijos y dinámicos.

*Capa de acceso:* Provee el acceso a usuarios al segmento de red está enrutada y comparte el ancho de banda, entre sus funciones se tiene: [33]

- Control de acceso y políticas.
- Creación de dominios de colisión separados.
- Conectividad de grupos de trabajo.

El ancho de banda nos define la cantidad de datos que se va a poder enviar y recibir a través de una conexión de red en una unidad de tiempo, es decir cuántos datos y recursos se tienen disponibles, en términos de bit/s. [34]

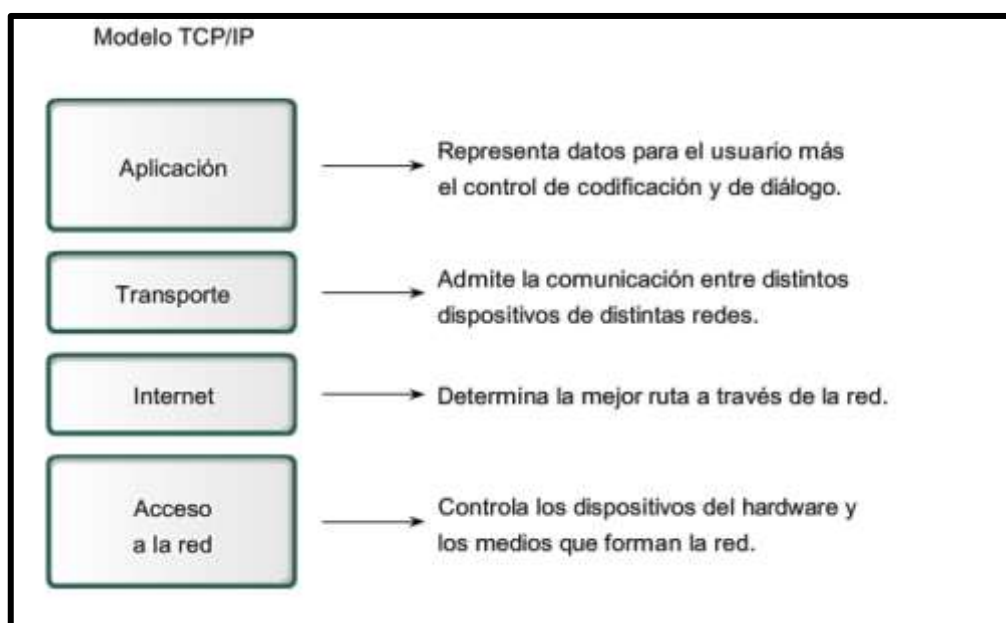
### **Arquitectura TCP/IP. [35]**

Para la construcción de redes de pequeño a gran tamaño, se va a partir de los fundamentos de redes tales como TCP/IP que es una arquitectura que permite mantener conversaciones globales a través de internet, también es necesario entender lo que es el enrutamiento en internet que funciona fragmentando un mensaje en múltiples paquetes y etiquetando a cada uno con su origen y destino, con lo cual el computador o host envía estos hasta el enrutador quien decide la mejor ruta de un conjunto pequeño de rutas que posee para comunicarla a internet. [36]

Este conjunto de rutas se denomina tabla de enrutamiento, si al recibir cada paquete el enrutador no encuentra en su información de origen y destino una ruta específica lo envía por una ruta por defecto así se hará por todos los enrutadores hasta que el paquete llegue a su destino.

Para que los paquetes puedan llegar de su origen a su destino es necesario que se tengan protocolos de comunicación estandarizados para que no existan confusiones cuando se esté transmitiendo el mensaje, los cuáles servirán para organizar y administrar la comunicación de forma efectiva.

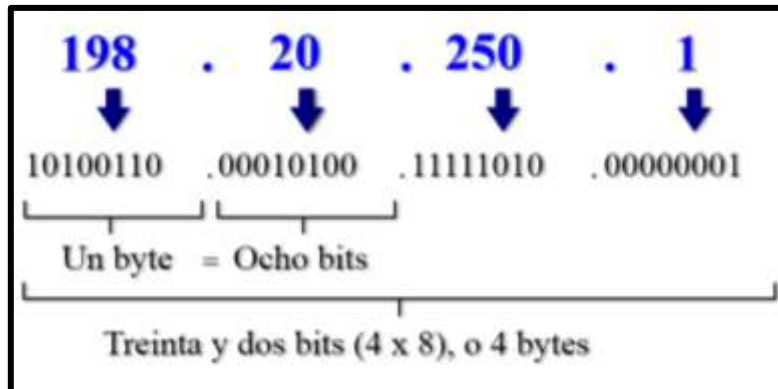
Un modelo práctico para entender y resolver fallas en redes internet es la arquitectura TCP/IP que presenta 4 capas:



**Figura 1.9. Capas de arquitectura TCP/IP. [37]**

TCP/IP tiene el conjunto de protocolos de comunicaciones más comunes y completas para internet operando en las capas tres y cuatro de la arquitectura TCP/IP.

Cuando se necesita hacer direccionamiento se debe saber que la dirección en IPv4 está dada por un número de 32 bits, determinado por cuatro números de 8 bits escritos en forma decimal y separados por puntos que serán identificadores exclusivos para diferenciar a los nodos. [38]



**Figura 1.10. Estructura de una dirección IPv4. [39]**

Las direcciones IP se asignan por un coordinador el cual evitará duplicarlas y a su vez dará direcciones en grandes bloques consecutivas a subcoordinadores y estos a su vez a sus clientes obteniendo a si las subredes y en conjunto se tendrá un espacio de direcciones.

Para diferenciar a las redes y subredes se hace uso de una máscara de subred que permite determinar al host y a la red a la cual pertenece, se expresa de forma decimal y separada por puntos, la máscara define el número de bits que identifican la red y al host.

Hay diferentes tipos de direcciones IP pudiendo ser estas globales, estáticas, dinámicas o privadas.

Para el caso de direcciones IP globales son manejadas por los ISP (*Proveedor de servicios de internet*) a quienes el registro regional de internet RIR les asigna y distribuye las direcciones para que estos puedan dar servicio a los usuarios.

Las direcciones IP estáticas son las que por ningún motivo cambian estas son muy útiles ya que son usadas por los servidores para que el DNS pueda alcanzarlos y brindar sus servicios como correo web y demás, estas pueden asignarse por un ISP o automáticamente dependiendo de la conexión a internet.

En cambio las direcciones IP dinámicas se van a asignar por un ISP para host que no estén permanentes en la red, para esto se usa el Protocolo Dinámico de Configuración de Host DHCP, para esto en primer lugar el host le solicita a la red una dirección IP para

poder configurar su interfaz esta dirección se toma de un grupo de direcciones que tiene el ISP o podría basarse en políticas y tendrán un tiempo de duración determinado por el "lease time" si el host considera necesario puede renovar la dirección obteniendo la misma o una diferente, esto sirve para poder tener un menor número de direcciones IP que número total de usuarios.

Las direcciones IP privadas son 10.0.0.0/8; 172.16.0.0/16 y 192.168.0.0/24 usadas dentro de cada red particular para definir un rango de direcciones de uso particular y que no necesiten estar directamente conectadas a las direcciones IP globales.

Con esta clasificación de las direcciones IP, ahora es necesario saber cómo se puede enviar la información entre ellas, para esto se define el enrutamiento, que no es más que las técnicas que se usan para poder comunicarse entre host con distintas o iguales tipos de direcciones IP, el enrutamiento usa protocolos como ARP para la resolución de direcciones y sirve para relacionar una dirección IP con la Mac del dispositivo. [40]

Cuando se trata del envío de información por diferentes rutas el enrutamiento se torna más complicado ya que de acuerdo a las características que se tengan habrá que definir políticas para el envío de la información esto da paso a que existan varios protocolos de enrutamiento como son: RIP (*Routing Information Protocol*), OSPF (*Open Shortest Path First*), EIGRP (*Enhanced Interior Gateway Routing Protocol*), BGP (*Border Gateway Protocol*).

Otro tema importante para el diseño de la red es el manejo de Vlans que son redes virtuales que permiten a host que pudieran estar físicamente separados agruparse de una forma lógica para su comunicación, esto permite segmentar la red si importar la conexión física.

Algunas de las ventajas de usar Vlans son:

- Flexibilidad y gestión de recursos ya que el cambio y movimiento de host dentro de la red física es imperceptible para la red lógica.
- Detección y corrección de fallas.
- Ofrece una mejor seguridad ya que cada dispositivo estará en su Vlan respectiva.
- Controla el broadcast.

- Permite separar protocolos.

Dentro de las Vlans de rango normal están definidas desde la 1 a 1005, los ID 1002 a 1005 son reservadas para Token Ring y FDDI, estos y la VLAN 1 no se eliminan y se configuran automáticamente.

Un enlace troncal representa una conexión punto a punto que transmite más de una VLAN estas troncales permiten que la VLAN se expanda por toda la red, para su enrutamiento se realizan conexiones de interfaces físicas del router a diferentes puertos físicos del switch. [41]

Por otro lado se tienen dispositivos que van a compartir sus diferentes recursos a otros dispositivos, brindando diferentes servicios para la red, estos se llaman servidores y pueden estar en dos grupos que son de internet y de intranet los cuáles se diferencian por el servicio que prestan ya sea este para uso interno o externo a la red, dentro de estos están el servicio de notas, aula virtual, web, DNS, correo electrónico, mensajería instantánea, telefonía IP, entre otros.

### **Telefonía IP. [42]**

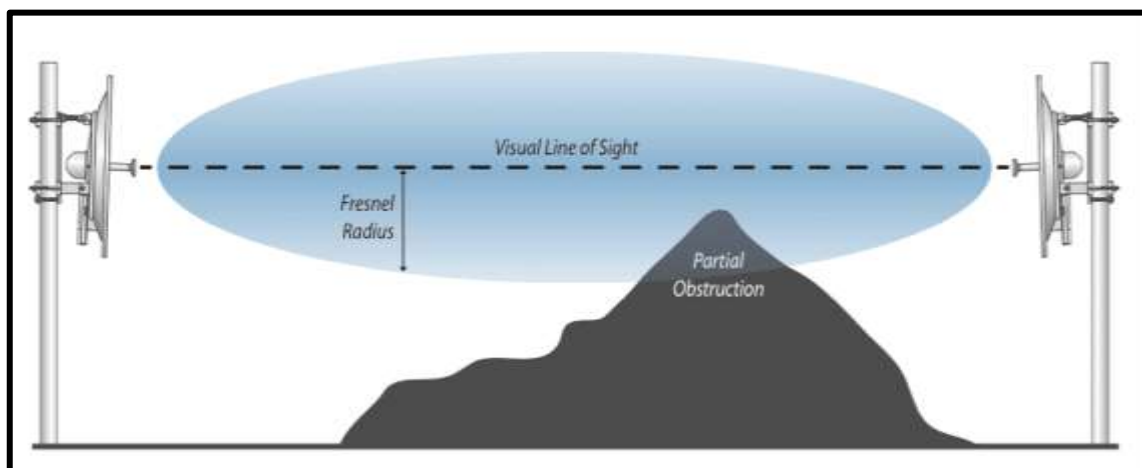
Esta tecnología funciona sobre la misma red integrándose a través del protocolo IP para la comunicación de voz y datos, así se tiene una red convergente que es la que pretende unificar en la misma red todo lo concerniente a las telecomunicaciones, su uso ha ido aumentando con el tiempo y sobre todo con el mejoramiento de la calidad de servicio QoS que ha permitido brindar un mejor servicio de telefonía al usuario a través de la VoIP este sistema se conforma básicamente por tres elementos, la central IP, el Gateway y los teléfonos. [43]

### **Conexiones de grandes distancias. [44]**

Para el enlace de dos equipos que se encuentran separadas por una gran distancia existen diferentes tipos de soluciones las más comunes son un enlace punto a punto y una conexión con fibra óptica.

*Enlace punto a punto* es un arquitectura específica donde cada canal de datos se usa para comunicar solamente dos nodos; los equipos usados soportan dos modos, acceso o transmisión por lo que el uso de los mismos varía de acuerdo a ellos, los enlaces más simples punto a punto usan antenas direccionales en cada extremo y equipos que permiten variar las características del mensaje enviado como la modulación, frecuencia, potencia de transmisión y demás factores que son necesarios para el envío de la misma.

*Enlace con fibra óptica*, para este enlace se tiene un transmisor en un extremo y un receptor del otro interconectados con el cable de fibra óptica, por lo general se usan dos fibras una para transmitir y otra para recibir, aunque existe la posibilidad de hacerlo por una sola, esto resulta más costoso que hacerlo por fibras diferentes.



**Figura 1.11. Diagrama de enlace mediante línea de vista. [45]**

Para la transmisión y recepción se utiliza un transceiver que es el encargado de transformar el impulso eléctrico en una salida óptica ayudado con un diodo láser o un LED, esta luz se transmite por los cables de fibra y al final se acopla al receptor donde se produce el proceso inverso y se obtiene la señal eléctrica que puede interpretar el receptor. [46]

### **Seguridad.**

Las amenazas a la seguridad de la red se dividen en dos categorías: pasivas que suelen llamarse escuchas, podrían ser intentos de atacantes para obtener información relativa a la comunicación, y las activas que podría presentar alguna modificación de la información o incluir falsas transmisiones.

Para ofrecer seguridad una de las mejores alternativas es el cifrado, que podría ser simétrico que es cuando dos dispositivos comparten la misma clave de cifrado o en su defecto el cifrado de clave pública donde la clave es independiente para cada dispositivo; al combinar estos dos tipos se logra obtener un sistema más seguro y confiable para el usuario. Una de las mejoras en seguridad se llama IPSec que proporciona mecanismos de integridad, autenticación y confidencialidad; este protocolo es más viable en IPv6 pero no deja de ser una opción para IPv4 siendo un tanto diferente y teniendo que hacerse con mecanismos fuera de este. [47]

## **2. METODOLOGÍA**

Se visitará las instalaciones de la Unidad Educativa “Bolívar” con el fin de obtener información sobre el estado actual de la red presente en cada una de las sedes de este establecimiento, para lo cual se obtendrá un registro fotográfico de equipos y cableado instalado. Se entrevistará a encargados del funcionamiento de la red actual en donde se reflejará la información lógica y problemas existentes lo que permitirá dar una visión real de las deficiencias y aciertos de la red. Se realizará el estudio de la obra civil de cada sede para determinar los espacios físicos usados, que estén disponibles y aptos para usarse. Se analizará la aplicación de normas para cableado estructurado, el ancho de banda de la red, los tipos de servidores que existen y las aplicaciones que se ofrecen, se definirá a través de encuestas la visión de autoridades, docentes, administrativos y estudiantes, acerca de su percepción con respecto al servicio que da la red. Con los análisis previos se determinarán los requerimientos para la red.

Se propondrá una serie de servicios que se considera necesarios en una Unidad Educativa: Sistema académico de notas, pagina web, Correo institucional, aula virtual, mensajería instantánea, solución de almacenamiento en la nube, circuito cerrado de cámaras y telefonía IP. [48] Además se realizará un estudio de tráfico basado en los servicios a brindar para cada una de las sedes, considerando el tráfico total y desglosado para cada una de las subredes necesarias dentro del diseño, a partir de esto se definirá el ancho de banda para intranet y el ancho de banda necesario para conectarse a internet, así mismo basado en los usos particulares de cada grupo de usuarios dentro de la institución.

Se analizará el tipo de red necesario para que cumpla con los requerimientos, se realizará el diseño de la topología física y lógica de la red a ser instalada en cada sede y el método necesario para establecer la interconexión de las sedes mediante enlace de microonda o un tendido de Fibra Óptica. Se determinará el ancho de banda y dimensionarán los servidores. Se elaborará un levantamiento de planos de cada una de las edificaciones en todas las sedes y se definirá el número de puntos de conexión físicos fijos e inalámbricos; se dibujará un esquema del cableado estructurado mediante AutoCAD aplicando las normas ANSI TIA/EIA, y finalmente se planificará el direccionamiento IP.

Se dimensionarán los servidores, se hará un cálculo de la demanda de tráfico de voz para determinar la solución más adecuada. Tomando en cuenta todos estos valores, se definirá los requerimientos de cada uno de los equipos que conformarán la red así como el nivel de seguridad para que se pueda proteger la confidencialidad e integridad de los datos y las políticas para que los usuarios utilicen la red.

Se desarrollará un estudio del mercado actual que contemple tres marcas que distribuyan los equipos con las características para el funcionamiento la red y se decidirá qué equipo utilizar en base a funcionalidad, calidad y costo. Con lo cual se realizará un presupuesto referencial de todos los elementos utilizados en el diseño de la red en el cual se incluirá los costos del mantenimiento y operatividad.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### **3.1 Situación actual de la Unidad Educativa.**

##### **Antecedentes de la Unidad Educativa.**

La UNIDAD EDUCATIVA "BOLÍVAR" es una institución pública de educación secundaria y superior de la ciudad de Tulcán. Fue fundada en 1896 e inaugurada el 19 de mayo del mismo año por el entonces presidente del Ecuador, Eloy Alfaro, convirtiéndose así en el primer colegio laico del país, y trayendo consigo algunos problemas con la iglesia católica que terminaría cediendo y permitiendo la creación de esta institución.

En la actualidad la institución ha tenido un gran crecimiento tanto así que ahora por disposición ministerial se han integrado a su estructura tres unidades educativas más que



contemplan ahora sus 4 sedes ubicadas en diferentes sectores de la ciudad de Tulcán las cuales reciben a un total de 1970 estudiantes y 106 profesores.

### **Ubicación geográfica.**

La unidad educativa se encuentra ubicada en la ciudad de Tulcán y está constituida por cuatro sedes, cada una de estas localizadas en diferentes sectores de la ciudad, la ubicación de las sedes se distribuye de la siguiente manera:

Sede 1 ubicada en las calles Bolivia y Av. Sucre ( $0^{\circ}48'59.4''$  N  $77^{\circ}42'42.5''$ W) en donde se encuentran los quintos, sextos y séptimos de educación básica.

Sede 2 situada en las calles Calderón y Roberto Grijalva ( $0^{\circ}49'11.3''$ N  $77^{\circ}42'31.6''$ W) donde están los primeros años de educación básica hasta cuarto.

Sede 3 ubicada en las calles Bolivia y Maldonado ( $0^{\circ}48'55.7''$ N  $77^{\circ}42'31.0''$ W) en la cual se encuentra la educación inicial.

Sede 4 situada en la Av. Sucre y Argentina ( $0^{\circ}49'15.9''$ N  $77^{\circ}42'18.5''$ W) en donde se encuentra toda el área administrativa, los últimos cursos de educación básica y el bachillerato.

Para mejor referencia véase figura 3.1.

### **Estructura física de la Unidad educativa.**

La institución se conforma por varios edificios, aulas y oficinas; las cuales en su totalidad serían el área a cubrir para la red proyectada.

A continuación se explica cómo está distribuida la Unidad Educativa por sedes tomando en cuenta los bloques y las áreas recreativas tablas 3.1 a 3.4.

**Tabla 3.1. Infraestructura física por edificios de la Sede 1.**

<b>Sede 1</b>	<b>Edificio 1</b>	Planta Baja	2 Aulas. Laboratorio CCNN. Bodega
		Primer Piso	3 Aulas. Laboratorio de Informática
		Segundo Piso	4 Aulas.
	<b>Edificio 2</b>	Planta Baja	Dirección. DECE. 2 Aulas.
		Primer Piso	4 Aulas.
	<b>Edificio 3</b>	Planta baja	3 Aulas.
		Primer Piso	2 Aulas.
	<b>Edificio 4</b>	Planta Baja	Bodega.
		Primer Piso	Aula
	<b>Edificio 5</b>	Planta Baja	Salón de Actos.
Primer Piso		2 Aulas. Laboratorio de Informática.	

**Tabla 3.2. Infraestructura física por edificios de la Sede 2.**

<b>Sede 2</b>	<b>Edificio 1</b>	Planta baja	2 Aulas
		Primer Piso	Aula. Dirección.
	<b>Edificio 2</b>	Planta baja	6 Aulas. Laboratorio de Informática. Bodega.
		Primer Piso	6 Aulas. Saló de Actos.
	<b>Edificio 3</b>	Planta baja	Aula. Laboratorio CCNN. Laboratorio de Inglés Bodega
		Primer Piso	Bodega

**Tabla 3.3. Infraestructura física por edificios de la Sede 3.**

<b>Sede 3</b>	<b>Edificio 1</b>	Planta baja	7 Aulas. Dirección
---------------	-------------------	-------------	-----------------------

**Tabla 3.4. Infraestructura física por edificios de la Sede 4.**

<b>Sede 4</b>	<b>Edificio 1</b>	Subsuelo	Gimnasio.
		Planta baja	5 Aulas. Bodega. Laboratorio de Inglés.
		Primer Piso	6 Aulas.
		Segundo Piso	3 Aulas. Laboratorio de dibujo.
	<b>Edificio 2</b>	Subsuelo	Aula.
		Planta baja	2 Aulas. Oficina BIU. Sala de audiovisuales.
		Primer Piso	5 Aulas. Oficina de profesores.
		Segundo Piso	5 Aulas.
	<b>Edificio 3</b>	Subsuelo	2 Aulas.
		Planta baja	Sala de Profesores. Laboratorio de CCNN. Asociación de Profesores.
		Primer Piso	6 Aulas.
		Segundo Piso	6 Aulas.
	<b>Edificio 4</b>	Planta baja	Inspección general. Biblioteca. Consultorio Médico. DECE. Museo. Sala de Música. Rectorado. Vicerrectorado. Secretaría. Sala de equipos. 3 Bodegas.
	<b>Edificio 5</b>	Planta baja	7 Aulas.
		Primer Piso	7 Aulas.
	<b>Edificio 6</b>	Planta baja	3 Laboratorios de Informática. Laboratorio de Química.
		Primer Piso	2 Laboratorios de Informática Laboratorio de Física. Laboratorio de Biología.
	<b>Edificio 7</b>	Planta baja	Laboratorio de Electricidad. Educación Artística.

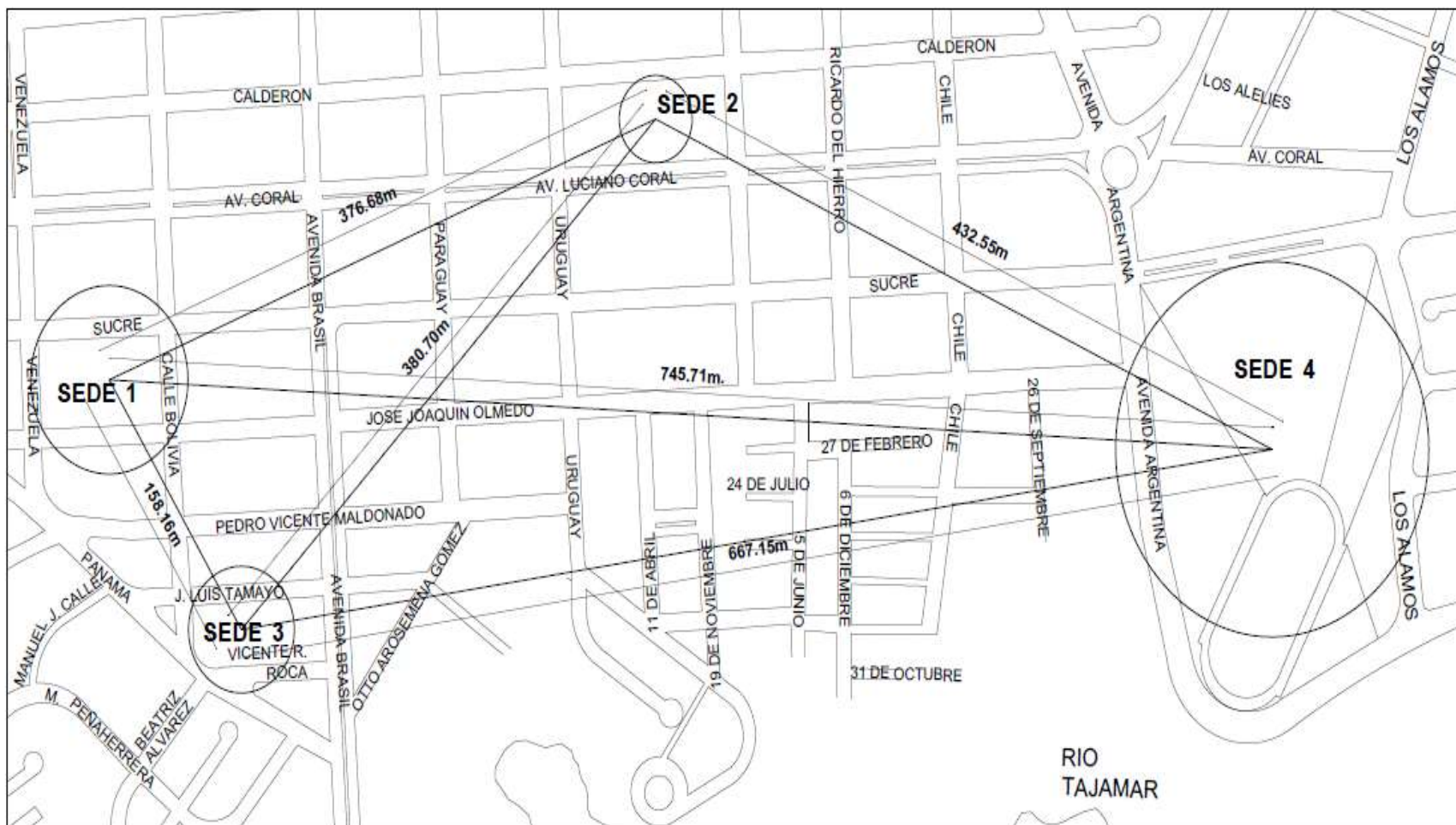


Figura 3.1. Diagrama de la ubicación de las sedes de la Unidad Educativa en la ciudad de Tulcán.

## **Descripción de la red actual.**

Para hacer una descripción de la actual situación de la red en la institución se realizó una visita técnica, en la cual en colaboración con los funcionarios a cargo de la red actual se precedió a tomar nota de lo que se expone a continuación.

En lo que compete a la sede 1 y 2 se tiene un servicio de internet provisto por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones conectado directamente para el uso de los laboratorios; la sede 3 no dispone de servicio de internet.

Luego de un análisis de la infraestructura de red de la Unidad Educativa se revela que en la sede 4 existe mínimo cableado pero no cumple con las normas y estándares de la EIA/TIA como la 568, 569D, 606B y 607B ya que tiene un cableado UTP categoría 6 y conectores RJ-45 de categoría 5e, las rutas que siguen el cable no están instaladas correctamente y en su mayoría van expuestas sobre las paredes, ninguno de los equipos tiene un sistema de puesta a tierra y no se tiene ninguna identificación para los equipos y cableado utilizado.

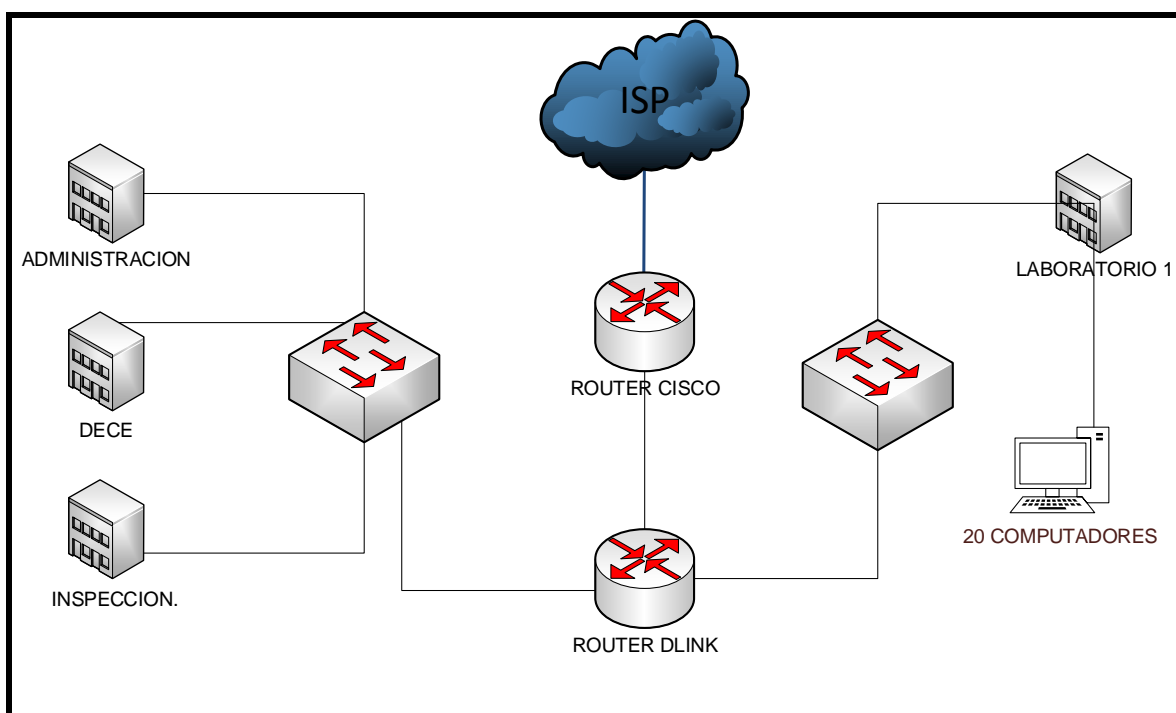
Además los dispositivos para la conectividad son un router CISCO proporcionado por la Corporación Nacional de Telecomunicaciones para entrada de servicio del ISP y uso de los servidores, un Router DLINK DIR-655 que realiza la función de enrutamiento para los hosts de uso de la institución, a pesar de esto el funcionamiento de la red es defectuoso y podría tener una mejor solución ya que se tiene un desperdicio de recursos además de una configuración por defecto.

En adición la sala de equipos tiene una deficiente conexión eléctrica que ha hecho que los equipos se deterioren o en el peor de los casos se encuentren dañados debido a una ausencia de sistema de puesta a tierra y un cableado eléctrico antiguo.

Otro factor es que la conexión con el proveedor de servicio de internet brinda un ancho de banda de 2Mbps los cuáles están distribuido en 1,5Mbps para el servidor de la página Web de la institución y lo restante para el servidor de sistema de notas y para un supuesto uso de los administrativos y de los laboratorios ya que no disponen de un servicio estable de internet.

Además no se ofrece una cobertura de internet inalámbrico que se encuentre disponible, pese a tener un segundo contrato con un proveedor local que iba a satisfacer esta necesidad. Este segundo proveedor funciona mediante un enlace microonda con una antena sectorial mal posicionada ya que su cobertura está dirigida hacia un área fuera de la institución y por esto se genera un pésimo servicio.

El servidor de notas es manejado por una tercera persona ajena a la institución, motivo por el cual no tienen un control de este y muchas veces el sistema se bloquea, no genera los reportes necesarios, no permite a los docentes el ingreso adecuado de sus notas, no admite que los estudiantes visualicen sus calificaciones, o simplemente deja de funcionar. Ninguno de los dos servicios tiene establecido políticas de seguridad o acceso, la figura 3.2 muestra un esquema de como está conformada la red en la actualidad.



**Figura 3.2. Esquema de la infraestructura de red de datos de la sede 4.**

El servicio de telefonía actual lo brinda la Corporación Nacional de Telecomunicaciones para todas las sedes y se distribuye únicamente para el uso de secretaría y de rectoría, o únicamente para rectoría en el caso de la sedes 1, 2 y 3.

## **Requerimientos y necesidades.**

En base a lo analizando en las secciones anteriores se ha definido que la red actualmente activa en la Unidad Educativa “Bolívar” no está acorde a muchas normas que deben cumplirse como es el caso del cableado estructurado, el diseño de la red y la telefonía que se usa en esta institución; por tal motivo se ha visto necesario plantear un nuevo diseño de red la cual cumplirá con los siguientes requerimientos que permitan el desarrollo tecnológico de la institución y la calidad de su de educación.

El uso de elementos pasivos en el diseño del cableado para brindar un mayor orden y organización en el mismo y que a su vez permita cumplir con la ANSI/TIA 568.

Se requiere instalar canaletas dentro de los edificios para el correcto enrutamiento de los cables y sin que esto afecte a su estética garantizando a su vez la protección de los cables.

Se aplicará la norma TIA/EIA 568 para el establecimiento de cuartos o closets de telecomunicaciones de acuerdo a la infraestructura de cada sede, colocando los que sean necesarios para el correcto funcionamiento de la red.

En cuanto a cables se prevé utilizar cables UTP categoría 6, 6a y fibra óptica como se especifica en la norma TIA/EIA 568 C.2 y C.3 para cableado horizontal y vertical para cada sede.

Para la interconexión de sedes se plantea una solución mediante fibra óptica o un enlace punto a punto, esto considerando los beneficios que puede brindar cada una de las dos opciones.

El uso de la norma TIA/EIA 606B garantizará la correcta identificación de cables y equipos lo cual brinda facilidad para la administración de este y la pronta corrección de errores que pudieran suscitarse.

Para el correcto funcionamiento de la red se seguirá un modelo jerárquico de núcleo, distribución y acceso dentro del cual se tendrán en cuenta las características de los equipos de conectividad para cada nivel.

La implementación de un sistema de seguridad es importante para dar garantía a los usuarios por lo que se tendrá políticas, normas y una topología que garantice la seguridad de la red.

Para tener un servicio independiente en cuanto a telefonía IP se colocará un punto de red extra en los lugares donde se vea necesario, para que este tráfico tenga su propio cableado.

Se manejarán servidores para cubrir las necesidades de aula virtual, página web, sistema académico de notas, correo institucional, mensajería instantánea, almacenamiento en la nube, y sistema cerrado de cámaras de vigilancia.

Habrará una conexión que permita la salida a internet con usos investigativos y administrativos por lo que se deberá hacer una acometida para la entrada de servicios.

### **3.2 Diseño de la red.**

Luego de hacer el análisis de la red actual de la Unidad Educativa Bolívar se ha determinado que es necesario realizar un nuevo diseño en su totalidad para poder satisfacer las necesidades de la institución en el aspecto tecnológico y de comunicación por lo que a continuación se presenta el mismo.

#### **Diseño del Sistema de Cableado Estructurado.**

En el siguiente diseño se va a definir el número de puntos de red que se instalará en cada uno de los espacios que presenta la institución, es decir, se definirán aulas, oficinas, laboratorios, bodegas y cuantos puntos de red se dispondrán en los mismos, para esto se presentan las siguientes tablas.

En la tabla 3.5 se observa la distribución en la sede 1, la cual se compone de 5 edificios y tiene un total de 116 puntos para datos, 6 puntos de VoIP, y 6 Access Point, distribuidos en sus 23 aulas, 3 laboratorios, 2 oficinas y 3 salas especiales.

En la tabla 3.6 se tiene la sede 2, la cual se compone de 3 edificios y tiene un total de 98 puntos para datos, 3 puntos de VoIP, y 2 Access Point, distribuidos en sus 16 aulas, 3 laboratorios, 1 oficina y 4 salas especiales.



En la tabla 3.7 representa la conformación de la sede 3, la cual se compone de 1 edificio y tiene un total de 18 puntos para datos, 1 punto de VoIP, y 1 Access Point, distribuidos en sus 7 aulas y 1 oficina.

En la tabla 3.8 se tiene la distribución en la sede 4, la cual se compone de 7 edificios y tiene un total de 410 puntos para datos, 24 puntos de video vigilancia, 26 puntos de VoIP, y 26 Access point, distribuidos en sus 55 aulas, 13 laboratorios, 9 oficinas y 10 salas especiales.

**Tabla 3.5. Distribución de puntos de red en la Sede 1.**

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 1</b>	Aula 1	2	0	0	0
	Aula 2	2	0	0	0
	Aula 3	2	0	0	0
	Aula 4	2	0	0	0
	Aula 5	2	0	0	0
	Aula 6	2	0	0	0
	Aula 7	2	0	0	0
	Aula 8	2	0	0	0
	Aula 9	2	0	0	0
	Laboratorio de Informática	24	0	1	0
	Laboratorio CCNN	10	0	1	0
	Bodega	2	0	0	0
	Corredores	0	0	0	1
		<b>54</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 2</b>	Aula 10	2	0	0	0
	Aula 11	2	0	0	0
	Aula 12	2	0	0	0
	Aula 13	2	0	0	0
	Aula 14	2	0	0	0
	Aula 15	2	0	0	0
	Dirección	2	0	1	0
	DECE	2	0	1	0
	Corredores	0	0	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 3</b>	Aula 16	2	0	0	0
	Aula 17	2	0	0	0
	Aula 18	2	0	0	0
	Aula 19	2	0	0	0
	Aula 20	2	0	0	0
	Corredores	0	0	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 4</b>	Aula 21	2	0	0	0
	Bodega	2	0	0	0
	Corredores	0	0	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 5</b>	Aula 22	2	0	0	0
	Aula 23	2	0	0	0
	Laboratorio de Informática	24	0	1	0
	Salón de actos	4	0	1	0
	Corredores	0	0	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Punto de red Totales en la Sede 1					
Estructura	Datos	Video	VOIP	AP	
Edificio 1	54	0	2	1	
Edificio 2	16	0	2	1	
Edificio 3	10	0	0	1	
Edificio 4	4	0	0	1	
Edificio 5	32	0	2	1	
<b>TOTAL</b>	<b>116</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	

Tabla 3.6. Distribución de puntos de red en la Sede 2.

		Puntos de red				
		Datos	Video	VOIP	AP	
<b>Edificio 1</b>	Aula 1	2	0	0	0	
	Aula 2	2	0	0	0	
	Aula 3	2	0	0	0	
	Dirección	2	0	1	0	
	Corredores	0	0	0	1	
	<b>TOTAL</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
		Puntos de red				
		Datos	Video	VOIP	AP	
<b>Edificio 2</b>	Aula 4	2	0	0	0	
	Aula 5	2	0	0	0	
	Aula 6	2	0	0	0	
	Aula 7	2	0	0	0	
	Aula 8	2	0	0	0	
	Aula 9	2	0	0	0	
	Aula 10	2	0	0	0	
	Aula 11	2	0	0	0	
	Aula 12	2	0	0	0	
	Aula 13	2	0	0	0	
	Aula 14	2	0	0	0	
	Aula 15	2	0	0	0	
	Laboratorio de Informática	22	0	1	1	
	Salón de actos	4	0	1	0	
	Bodega	2	0	0	0	
	<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	
			Puntos de red			
Datos			Video	VOIP	AP	
<b>Edificio 3</b>	Aula 16	2	0	0	0	
	Laboratorio de CCNN	16	0	0	0	
	Laboratorio de Ingles	16	0	0	0	
	Bodega	2	0	0	0	
	Bodega	2	0	0	0	
	<b>TOTAL</b>	<b>38</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	

Puntos de red Totales en la Sede 2				
Estructura	Datos	Video	VOIP	AP
Edificio 1	8	0	1	1
Edificio 2	52	0	2	1
Edificio 3	38	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>98</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>

Tabla 3.7. Distribución de puntos de red en la Sede 3.

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 1</b>	Aula 1	2	0	0	0
	Aula 2	2	0	0	0
	Aula 3	2	0	0	0
	Aula 4	2	0	0	0
	Aula 5	2	0	0	0
	Aula 6	2	0	0	0
	Aula 7	2	0	0	0
	Dirección	4	0	1	0
	Corredores	0	0	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
Puntos de red Totales en la Sede 3					
Estructura	Datos	Video	VOIP	AP	
Edificio 1	18	0	1	1	
<b>TOTAL</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	

Tabla 3.8. Distribución de puntos de red en la Sede 4.

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 1</b>	Gimnasio	2	0	0	0
	Aula 1	2	0	0	0
	Aula 2	2	0	0	0
	Aula 3	2	0	0	0
	Aula 4	2	0	0	0
	Aula 5	2	0	0	0
	Aula 6	2	0	0	0
	Aula 7	2	0	0	0
	Aula 8	2	0	0	0
	Aula 9	2	0	0	0
	Aula 10	2	0	0	0

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
	Aula 11	2	0	0	0
	Aula 12	2	0	0	0
	Aula 13	2	0	0	0
	Aula 14	2	0	0	0
	Laboratorio Ingles	2	0	1	0
	Sala de Dibujo	2	0	0	0
	Corredores	0	1	0	2
	<b>TOTAL</b>	<b>34</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 2</b>	Aula 15	2	0	0	0
	Aula 16	2	0	0	0
	Aula 17	2	0	0	0
	Aula 18	2	0	0	0
	Aula 19	2	0	0	0
	Aula 20	2	0	0	0
	Aula 21	2	0	0	0
	Aula 22	2	0	0	0
	Aula 23	2	0	0	0
	Aula 24	2	0	0	0
	Aula 25	2	0	0	0
	Aula 26	2	0	0	0
	Aula 27	2	0	0	0
	Oficina	2	0	1	0
	Coordinación BIU	2	0	1	0
	Audio Visuales	2	0	1	0
	Corredores	0	1	0	2
	<b>TOTAL</b>	<b>32</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 3</b>	Aula 28	2	0	0	0
	Aula 29	2	0	0	0
	Aula 30	2	0	0	0
	Aula 31	2	0	0	0
	Aula 32	2	0	0	0
	Aula 33	2	0	0	0
	Aula 34	2	0	0	0
	Aula 35	2	0	0	0
	Aula 36	2	0	0	0
	Aula 37	2	0	0	0

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
	Aula 38	2	0	0	0
	Aula 39	2	0	0	0
	Aula 40	2	0	0	0
	Aula 41	2	0	0	0
	Laboratorio CCNN	10	0	0	0
	Asociación de profesores	8	0	1	0
	Sala de Profesores	30	1	2	0
	Corredores	0	1	0	2
	<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 4</b>	Inspección General	12	0	2	0
	Biblioteca	10	0	1	0
	Consultorio Médico	2	0	1	0
	DECE	8	0	4	0
	Museo	4	1	1	0
	Sala de Música	2	0	0	0
	Rectorado	4	0	1	0
	Vicerrectorado	4	0	1	0
	Secretaria	6	0	3	0
	Sala de equipos	2	1	1	0
	Bodega 1	2	0	0	0
	Bodega 2	2	0	0	0
	Bodega administrativa	2	1	1	0
	Corredores	0	0	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>3</b>	<b>16</b>	<b>1</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 5</b>	Aula 42	2	0	0	0
	Aula 43	2	0	0	0
	Aula 44	2	0	0	0
	Aula 45	2	0	0	0
	Aula 46	2	0	0	0
	Aula 47	2	0	0	0
	Aula 48	2	0	0	0

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
	Aula 49	2	0	0	0
	Aula 50	2	0	0	0
	Aula 51	2	0	0	0
	Aula 52	2	0	0	0
	Aula 53	2	0	0	0
	Aula 54	2	0	0	0
	Aula 55	2	0	0	0
	Corredores	0	3	0	1
	<b>TOTAL</b>	<b>28</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>1</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 6</b>	Laboratorio de Física	18	0	0	0
	Laboratorio de Química	18	0	0	0
	Laboratorio de Biología	18	0	0	0
	Laboratorio de Informática 1	24	0	1	0
	Laboratorio de Informática 2	24	0	0	0
	Laboratorio de Informática 3	24	0	0	0
	Laboratorio de Informática 4	24	0	0	0
	Laboratorio de Informática 5	24	0	0	0
	Corredores	0	2	0	1
		<b>TOTAL</b>	<b>174</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
<b>Edificio 7</b>	Laboratorio de electricidad	2	0	0	0
	Educación Artística	2	0	0	0
	Corredores	0	1	0	0
		<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>0</b>

		Puntos de red			
		Datos	Video	VOIP	AP
Áreas Recreativas	Piscina	0	1	1	1
	Coliseo	2	1	1	1
	Bar	0	1	0	1
	Canchas 1	0	0	0	2
	Alrededores	0	8	0	0
	<b>TOTAL</b>	<b>2</b>	<b>11</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
<b>Punto de red Totales en la Sede 4</b>					
	<b>Estructura</b>	<b>Datos</b>	<b>Video</b>	<b>VOIP</b>	<b>AP</b>
	Edificio 1	34	1	1	2
	Edificio 2	32	1	3	2
	Edificio 3	76	2	3	2
	Edificio 4	60	3	16	1
	Edificio 5	28	3	0	1
	Edificio 6	174	2	1	1
	Edificio 7	4	1	0	0
	Áreas Recreativas	2	11	2	5
	<b>TOTAL</b>	<b>410</b>	<b>24</b>	<b>26</b>	<b>14</b>

En la tabla 3.9 se muestra un resumen del total de puntos por sede y en general un total de puntos para toda la unidad educativa “Bolívar”, es decir lo que se va a necesitar instalar para el funcionamiento de la red.

**Tabla 3.9. Número total de puntos de red en la Unidad Educativa “Bolívar”**

Puntos de red Totales en la Unidad Educativa Bolívar				
SEDE	Datos	Video	VOIP	AP
SEDE 1	116	0	6	5
SEDE 2	98	0	3	2
SEDE 3	18	0	1	1
SEDE 4	410	24	26	14
<b>TOTAL</b>	<b>642</b>	<b>24</b>	<b>36</b>	<b>22</b>

Además se presenta un corte del diagrama planimétrico que muestra el cableado que se va a instalar en la institución sobre las figuras 3.3 y 3.4.



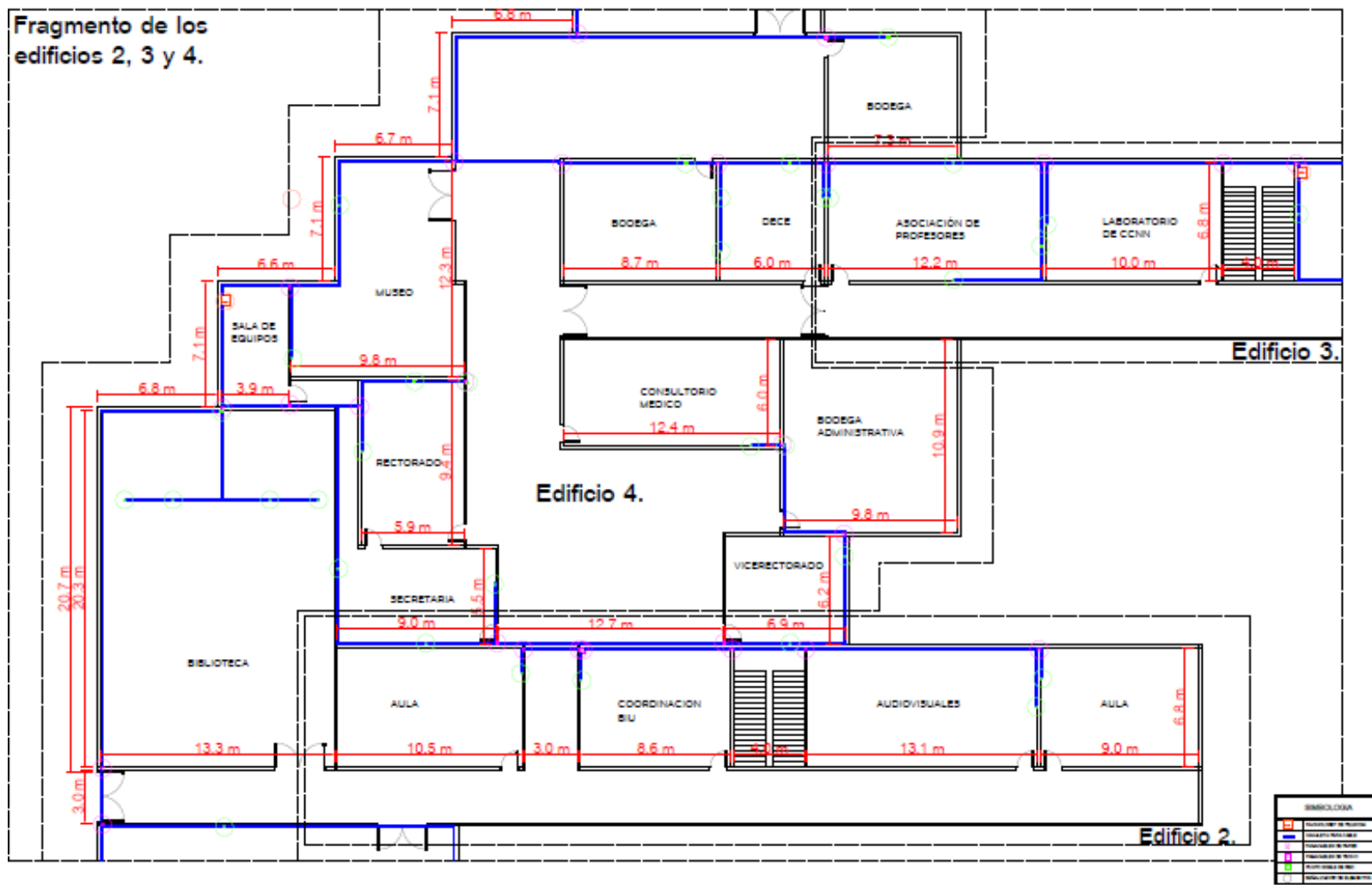


Figura 3.3. Representación de un corte referente a la instalación de cableado de la sede 4.

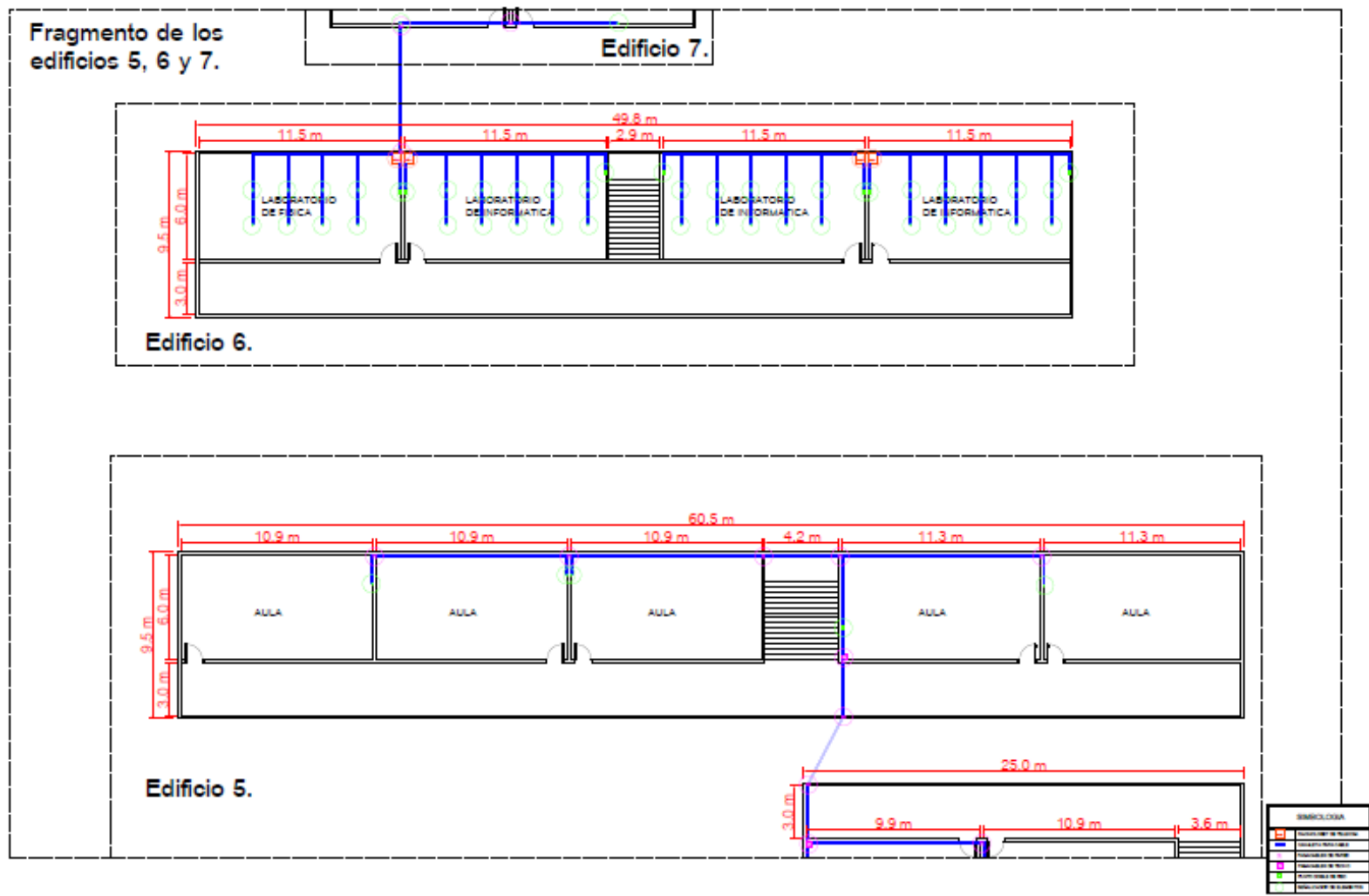


Figura 3.4. Fragmento del diagrama de instalación de cableado referente a la sede 4.

Para la elaboración de las tablas se ha tomado en cuenta consideraciones basadas en las normas del cableado estructurado de la ANSI/TIA/EIA 606B, tales como la implementación de 2 puntos de red por aula de clase, en las oficinas administrativas de acuerdo a las necesidades de cada una; se ha implementado un punto para telefonía IP, considerando que el uso del punto adicional que se tiene para datos podría ser ocupado para equipos portátiles por lo que se requiere que el de telefonía sea independiente y se ha analizado las necesidades de cada laboratorio así como también el número de estudiantes que podrían usarlo a la vez para definir el número ideal de puntos de red, video, seguridad y de telefonía de ser el caso que van ser instalados en los mismos.

Para la correcta organización del cableado estructurado se hará referencia a lo que dice la norma ANSI/TIA/EIA 568, para esto, se deben diseñar elementos claves como: Cableado Horizontal, Cableado Vertical, Área de Trabajo, Cuartos de Telecomunicaciones, Cuarto de Equipos e Infraestructura de entrada de Servicios.

### **Cableado Horizontal.**

Se ha definido al cableado horizontal como la conexión que existe entre los Switch de acceso y las áreas de trabajo.

Para el enrutamiento del cableado horizontal se considera necesario utilizar canaletas para la protección y seguridad de los cables, estas estarán ubicadas en las partes superiores de los edificios en esquinas y techo, el tamaño estará dado de acuerdo al número de cables que se necesite colocar; véase tabla 3.10; y teniendo en cuenta los estándares para el cableado estructurado.

**Tabla 3.10. Capacidad de las canaletas de PVC. [49]**

<b>MEDIDAS EN mm</b>	<b>CAPACIDAD CABLE CAT 6</b>
<b>12X8</b>	1
<b>15X10</b>	1
<b>24X14</b>	4
<b>39X19</b>	12

MEDIDAS EN mm	CAPACIDAD CABLE CAT 6
39X18	12
59X22	23
60X40	46
100X60	118

En cada laboratorio de Informática se va a implementar un gabinete de comunicaciones que permitirá una cobertura independiente de las máquinas existentes en estos pero que no queden por fuera de la red total.

### **Cableado Vertical.**

El cableado vertical está constituido por 2 partes que definen en sí el backbone de la red, estas se observan por separado; la primera representa el cableado dentro de cada sede en lo que respecta a la infraestructura de cada una es decir considerando el número de edificios y número de aulas que se tiene; por otro lado se refleja también los enlaces que se necesitan para enlazar todas las sedes en una misma red. Véase figura 3.5 y 3.6.

También se considera parte del cableado vertical al enlace entre la Sede 1 y la Sede 4 que son las que se encuentran a una mayor distancia, observe la figura 3.7.

### **Área de Trabajo.**

De acuerdo a la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1 la distancia en el área de trabajo va desde el faceplate hasta el host, sea éste una PC, impresora o teléfono; y en cada área de trabajo de la Unidad Educativa “Bolívar” se ha considerado implementar al menos dos puntos de red tomando en cuenta el posible crecimiento que pueda darse a futuro en la institución, los puntos de red para uso inalámbrico se han considerado en ciertas áreas con el fin de brindar este servicio. Véase tablas 3.5 a 3.9.

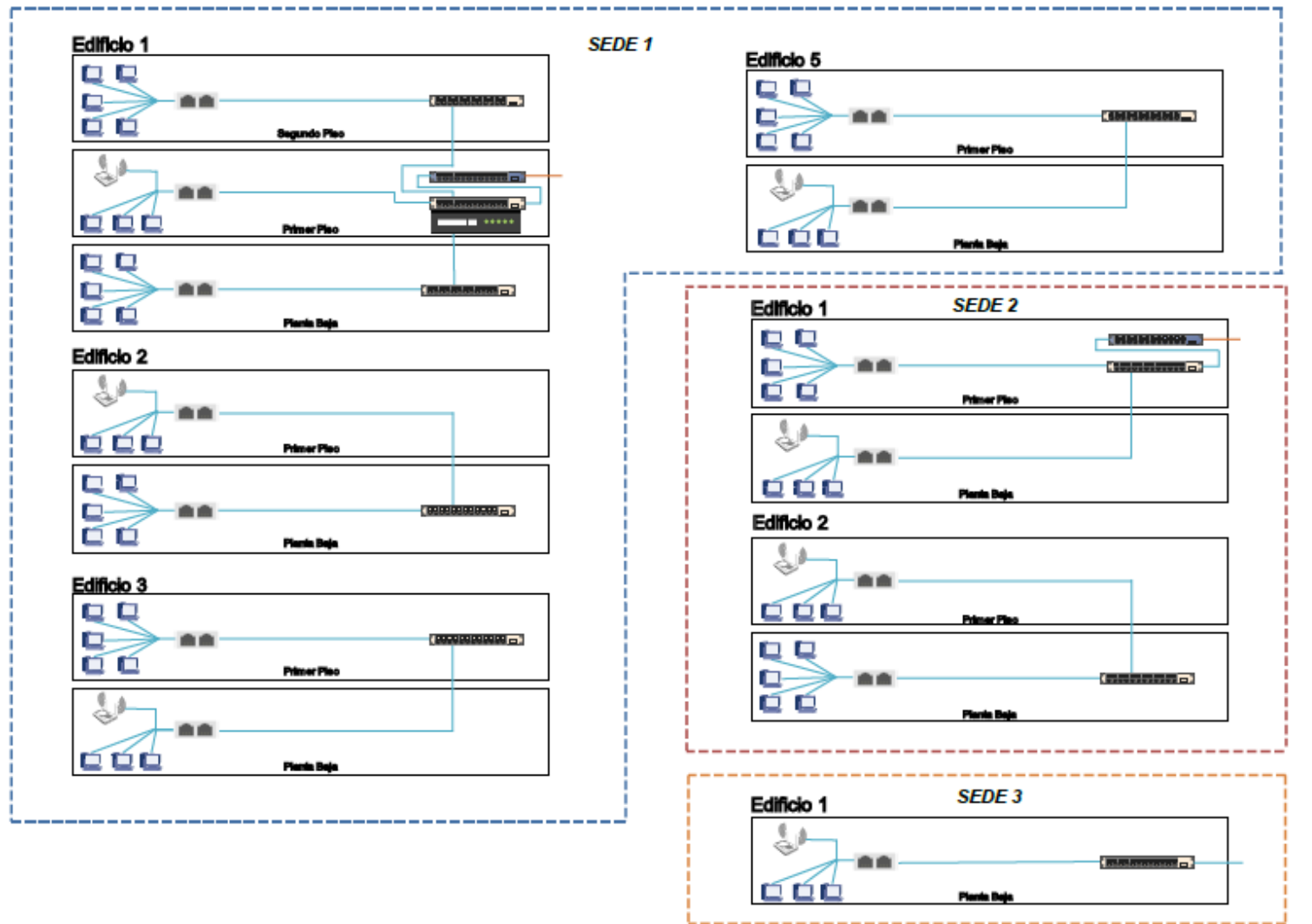


Figura 3.5. Representación del cableado horizontal y vertical de la Sede 1, 2 y 3.

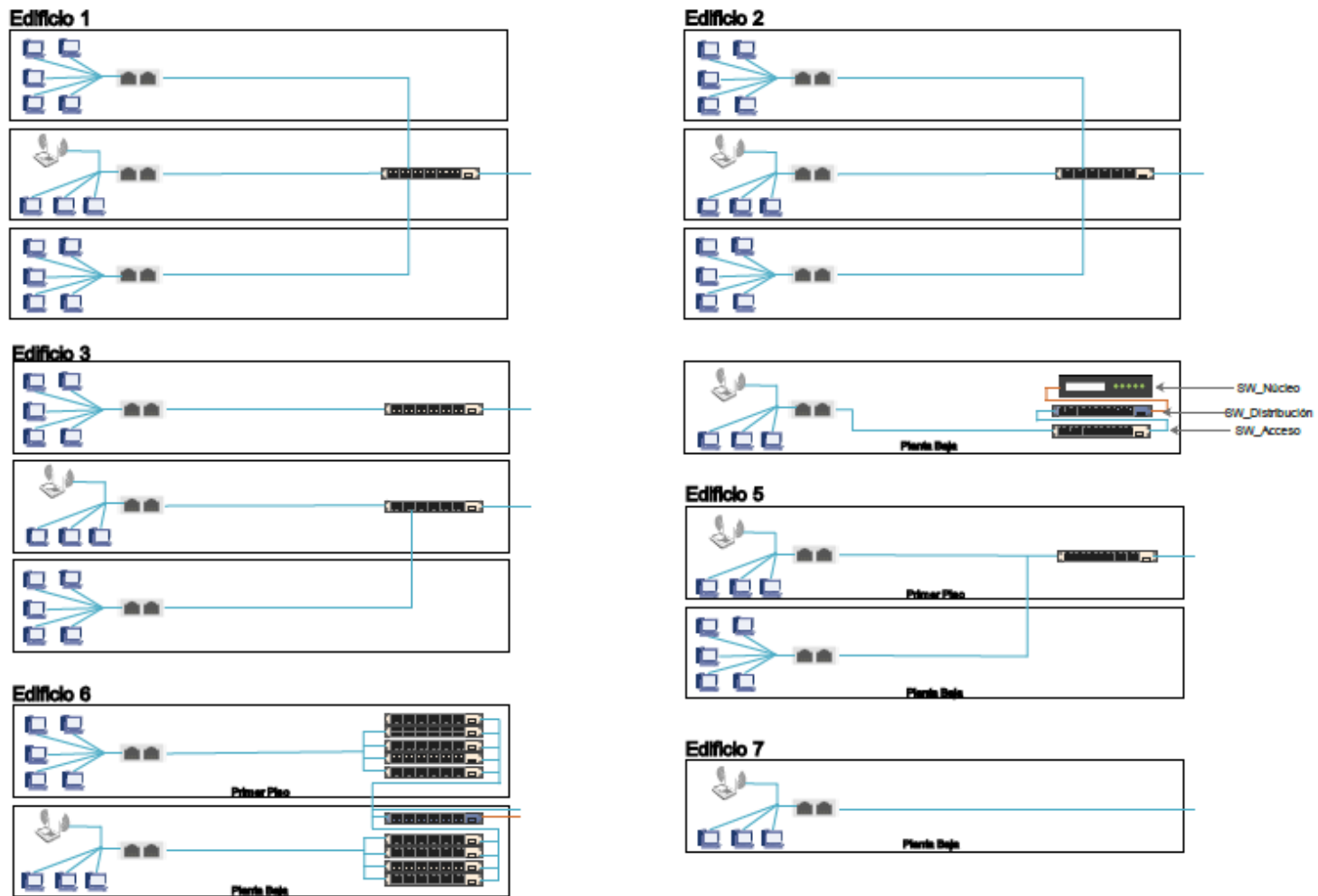
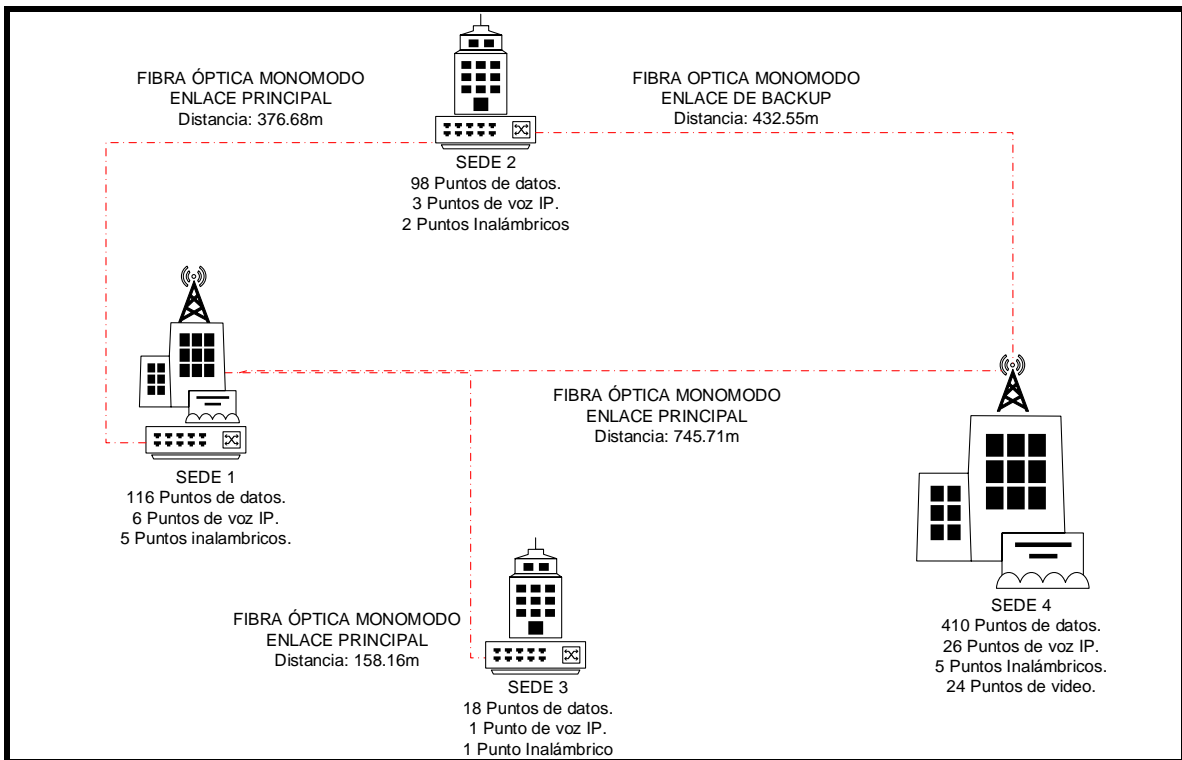


Figura 3.6. Representación del cableado horizontal y vertical de la Sede 4.



**Figura 3.7. Enlace entre sedes de la Unidad Educativa “Bolívar”.**

### **Cuartos de Telecomunicaciones.**

Para la ubicación de los armarios en las diferentes áreas de la unidad educativa, se ha tomado en cuenta el requerimiento en cada uno de los espacios que se tiene y se han considerado lugares con facilidades de acceso para el administrador, y que a su vez garanticen la seguridad de estos, ver tabla 3.11; estos armarios serán de tipo rack mural de 19” con 12 ó 20 unidades de acuerdo a las necesidades, teniendo como características principales que son de tipo dos cuerpos con cerraduras frontales, posteriores tal como lo muestra la figura 3.8.

Para garantizar la norma ANSI/TIA/EIA 568-C.1 los armarios están ubicados estratégicamente para que ninguna distancia sobrepase la normada al igual que el número de puntos especificados en esta; la ubicación de los armarios pese a tener que hacerlo en diferentes áreas comunes, estarán disponibles solamente para el administrador y no para las demás personas con las que se comparte el espacio.



**Figura 3.8. Rack de dos cuerpos. [50]**

Los equipos tipo rack serán ubicados con un espacio suficiente (76cm) para permitir su apertura y acceso a la manipulación de equipos por parte del administrador.

Además su instalación será en ambientes de fácil ventilación por lo que no es necesario tener sistemas de aire acondicionado para los racks; sin embargo; en cada rack se implementará un ventilador que ocupa una unidad de rack y que garantizará la correcta climatización de los equipos instalados, además se instalará en cada uno de estos los diferentes elementos activos y pasivos de la red como son, switch, separadores de cables, patch panel UTP o fibra, regleta de ocho tomas, dependiendo de las necesidades se usarán los racks de 20 UR cuando se tenga al menos tres equipos por instalar, y 12 UR cuando se tenga menos de 3 equipos, y dejando el espacio necesario por crecimiento figura 3.9.

### **Cuarto de Equipos.**

Para la ubicación del cuarto de equipos en la Unidad Educativa “Bolívar” se ha considerado la existencia de una pequeña oficina en la Sede 4 en el Edificio 4 la cual se denomina Sala de Equipos en donde quedarían instalados los equipos principales de la red, esto teniendo en cuenta que aquí existe ya una entrada de servicios, además de los servidores de los que dispone la institución.

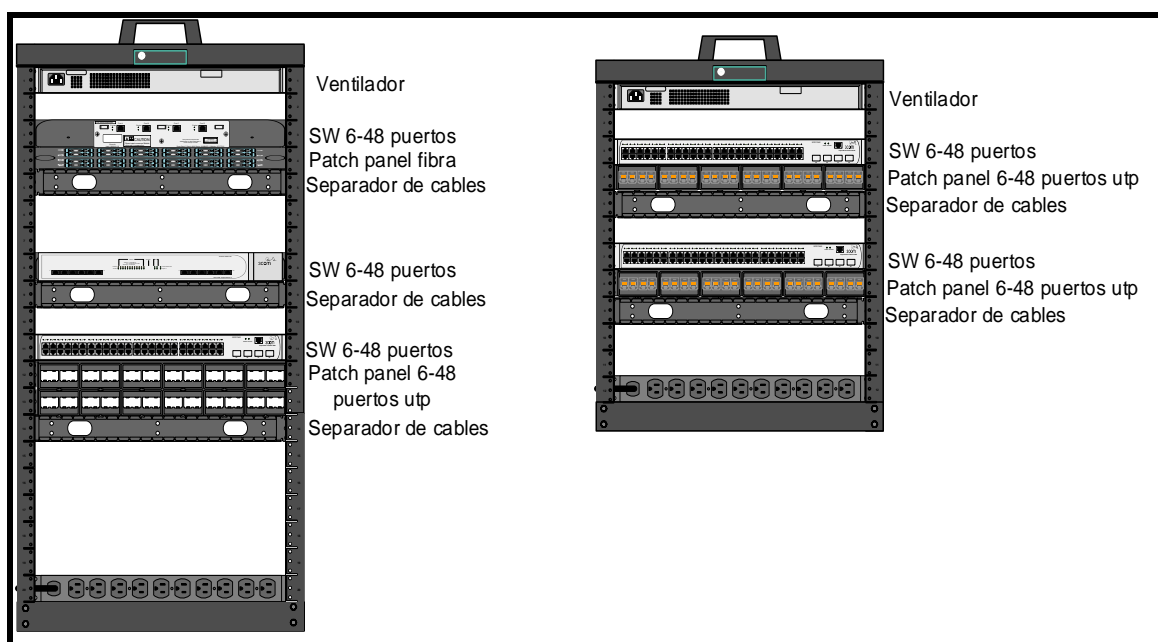


**Tabla 3.11. Ubicación de los RACKS en cada Sede de la institución.**

<b>Sede</b>	<b>Edificio</b>	<b>Piso</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Número de unidades</b>
<b>Sede 1</b>	Edificio 1	Planta Baja	-	
		Primer Piso	Lab. Informática	9
		Segundo Piso	-	
	Edificio 2	Planta Baja	Dirección	12
		Primer Piso	-	
	Edificio 3	Planta baja	-	
		Primer Piso	Aula 19	9
	Edificio 4	Planta Baja	-	
		Primer Piso	-	
	Edificio 5	Planta Baja	-	
Primer Piso		Lab. Informática	9	
<b>Sede 2</b>	Edificio 1	Planta baja	-	
		Primer Piso	Dirección.	12
	Edificio 2	Planta baja	Lab. Informática	9
		Primer Piso	-	
	Edificio 3	Planta baja	-	
		Primer Piso	-	
<b>Sede 3</b>	Edificio 1	Planta baja	Dirección	12
<b>Sede 4</b>	Edificio 1	Subsuelo	-	
		Planta baja	-	
		Primer Piso	Aula	9
		Segundo Piso	-	
	Edificio 2	Subsuelo	-	
		Planta baja	-	
		Primer Piso	Oficina de Profesores	9
		Segundo Piso	-	
	Edificio 3	Subsuelo	-	
		Planta baja	Sala de profesores	9
		Primer Piso	Aula	9
		Segundo Piso	-	
	Edificio 4	Planta baja	Sala de Equipos	40
	Edificio 5	Planta baja	-	
		Primer Piso	Aula	9
	Edificio 6	Planta baja	Uno en cada laboratorio	12
Primer Piso		Uno en cada laboratorio	12	
Edificio 7	Planta baja	-		

En este espacio se instalará un rack de 40 u de rack de 19" para la ubicación de los equipos aquí requeridos en donde al igual que en los racks más pequeños se instalarán todos sus elementos activos y pasivos que sean necesarios para el desempeño de la red.

Debido a que la ciudad de Tulcán tiene una temperatura media anual de 11.4° y una máxima de 17.7°C se prevé utilizar un equipo de climatización ya que debido a los equipos instalados en el cuarto de telecomunicaciones, se necesitará un elemento que favorezca que el ambiente en donde trabajaran los equipos se mantenga a una temperatura estable de aproximadamente 18°C a 25°C; además en cada rack se instalará un ventilador para que los equipos montados puedan mantener una temperatura adecuada.



**Figura 3.9. Racks de 12 y 20 u para la red de la Unidad Educativa “Bolívar”.**

### **Cálculo de la cantidad de rollos de cable**

Para realizar un cálculo adecuado se ocupan las fórmulas de cálculo de cable que una vez definida la ruta del cable se hace referencia a la longitud promedio de cable, que depende de la longitud mínima y máxima desde el rack a una salida de red y al número de salidas o puntos que se instalarán.

$longitud\ promedio = (dist.\ mayor + dist.\ menor)/2 + 10\% \text{ de holgura} + 2.5\ mts$  [51]

$D = 305/longitud\ promedio$ , se aproximará el valor hacia abajo. [52]

$Cajas\ o\ rollos = Número\ de\ salidas/D$ , se aproximará el valor hacia arriba. [53]

Para los cálculos se hace referencia a un cálculo por sede, edificio y piso para obtener valores más exactos a la realidad, para lo cual se usará una hoja de cálculo en la que estarán presentados los cálculos.

**Tabla 3.12 . Cálculo de número de rollos para la Sede 1.**

Sede 1	Edificio	Planta	Dist. Min.	Dist. Max.	# de corridas	# de rollos aprox.	# rollos necesarios
	1	Baja	2,59	25,6	8	0,41	1,00
		Primera	1,35	18,64	8	0,35	
	2	Baja	7,6	21,3	16	0,90	4,00
		Primera	4,2	15,7	32	1,05	
		Segunda	8,11	14,7	12	0,48	
	3	Baja	0	0	0	0,00	0,00
		Primera	0	0	0	0,00	
	4	Baja	4,32	21,2	6	0,17	2,00
Primera		5,3	37,6	8	0,63		
5	Baja	0,3	22,51	6	0,30	2,00	
	Primera	2,88	11,88	30	1,04		
<b>Total</b>							<b>9,00</b>

**Tabla 3.13. Cálculo de número de rollos para la Sede 2.**

Sede 2	Edificio	Planta	Dist. Min.	Dist. Max.	# de corridas.	# de rollos aprox.	# rollos necesarios	
	1	Baja	11	13	4	0,21	1,00	
		Primera	10,3	22,8	8	0,54		
	2	Baja	3,3	47,2	36	3,57	6,00	
		Primera	5	47,2	18	1,84		
	3	Baja	34,9	52,2	22	3,64	4,00	
		Primera	0	0	0	0,00		
	<b>Total</b>							<b>11,00</b>

**Tabla 3.14. Cálculo de número de rollos para la Sede 3.**

Sede 3	Edificio	Planta	Dist. Min.	Dist. Max.	# de corridas.	# de rollos aprox.	# rollos necesarios
	1	Baja	1,83	57,6	20	2,31	3,00
	<b>Total</b>						3,00

**Tabla 3.15. Cálculo de número de rollos para la Sede 4.**

Sede 4	Edificio	Planta	Dist. Min.	Dist. Max.	# de corridas.	# de rollos aprox.	# rollos necesarios
	1	Baja	1	77,3	16	2,39	5,00
		Primera	1	32,2	14	0,95	
		Segunda	1	27,2	12	0,71	
	2	Baja	1,65	32	8	0,55	3,00
		Primera	8,1	32,9	16	1,31	
		Segunda	8,1	27,9	12	0,88	
	3	Baja	2,2	30,1	40	2,66	5,00
		Primera	8,3	26,3	14	0,99	
		Segunda	8,3	21,3	12	0,74	
	4	Baja	6,5	57,5	4	0,49	1,00
	5	Baja	6	35,5	6	0,50	1,00
	6	Baja	4,15	13	90	3,52	9,00
		Primera	4,5	21	88	4,77	
	7	Baja	14,05	42,5	16	1,76	4,00
Primera		14,05	37,5	18	1,82		
<b>Total</b>						24,04	28,00

El número de rollos que se necesitan para realizar el cableado en toda la Unidad Educativa son cincuenta y uno.

**Tabla 3.16. Número de Rollos de Cable por sedes.**

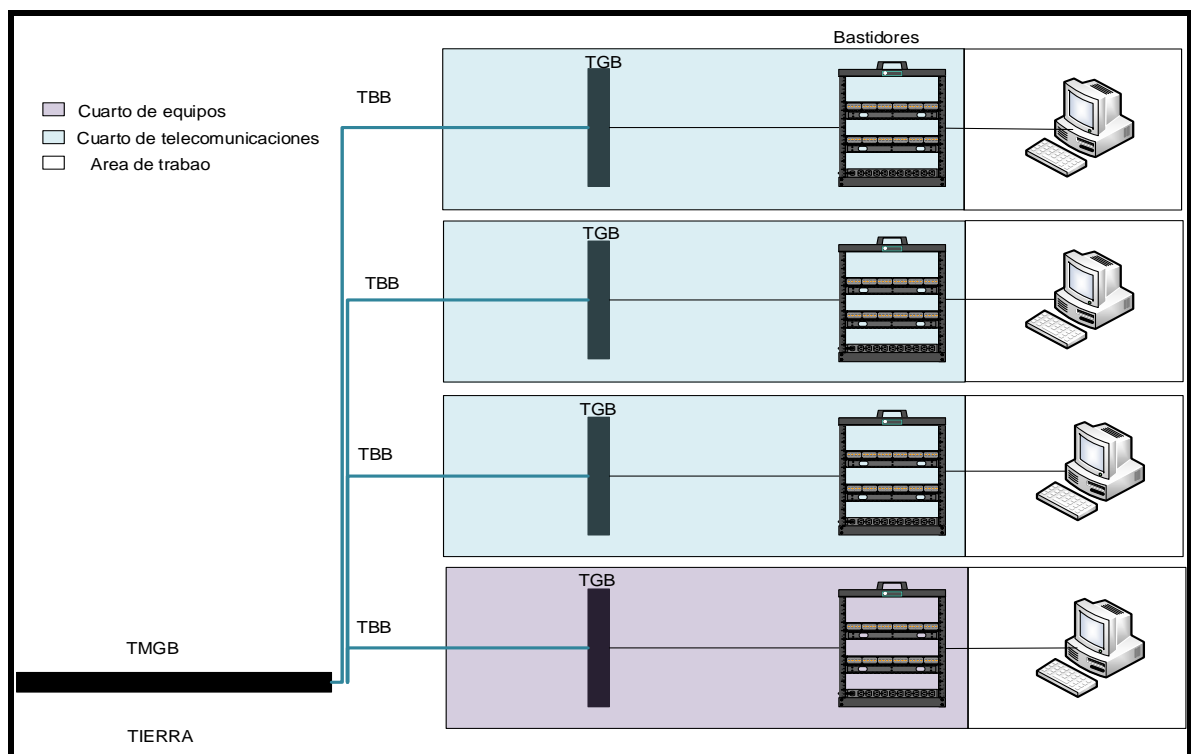
Sede	# de Rollos
Sede 1	9
Sede 2	11
Sede 3	3
Sede 4	28
<b>Totales</b>	51

## Otras consideraciones.

Para finalizar el diseño físico de la red se debe tomar en cuenta 3 aspectos básicos los cuales son: respaldo de energía, puestas a tierra y etiquetado de la red física. [25]

Para esto se empezará haciendo relevancia al respaldo de energía, el cual se ha considerado sólo localizarlo en el cuarto de equipos, debido a que es aquí donde se tiene los elementos principales de la red así como son: servidores, router de entrada de servicios, switch de núcleo, y demás elementos que necesitan tener un respaldo por si llegara a faltar energía eléctrica.

No se ha considerado colocar respaldos de energía en los demás equipos ya que al estar estos instalados en lugares comunes habría que considerar todos los equipos que en estos sitios podrían conectarse llevando así a tener un apoyo extremadamente alto que brindar y que aumentaría su costo.



**Figura 3.10. Modelo del sistema a tierra para todas las sedes de la Unidad Educativa "Bolívar".**

Para la colocación de estos sistemas se ha estimado tener un número de 10 servidores que consumen individualmente 300 W y un monitor de 100 W, dando un total de 3100 W requeridos, los UPS tienen una capacidad de 6000W y un tiempo de descarga de 90 minutos, es decir que cada UPS podría respaldar a 20 servidores o 60 monitores por lo que al colocar uno solo en la sala de equipos se tendrá el respaldo necesario.

En lo que respecta a las puesta a tierra se va a instalar en cada sede una varilla de tierra que será la TMGB, en lugares estratégicos para que las distancias a cada TGB sean lo más simétricas posibles, y siguiendo la norma ANSI/TIA/EIA 607 B se hará la interconexión de cada uno de los puntos de tierra a considerarse.

En cada rack instalado se colocará una TGB que a través de un TBB se conectará a la TMGB principal de cada sede.

### Etiquetación

El etiquetado se realizará en base a la norma TIA/EIA 606B en el que se logre identificar con facilidad cada sector o elemento del cableado sobre el edificio. Se toma en cuenta el número de piso, el aula, bodega u oficina en donde se encuentra el elemento instalado, el servicio que brinda, el puerto y patch panel utilizado; además para el sistema de puesta a tierra se identificará las barras usadas en cada piso o edificio.

**Tabla 3.17. Marcador para la etiqueta según el área.**

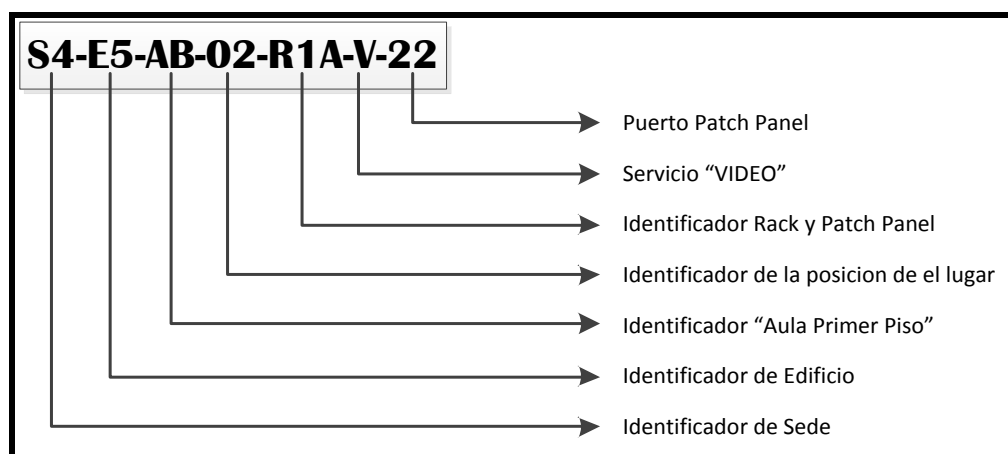
ÁREA	IDENTIFICADOR	ÁREA	IDENTIFICADOR
Sede 1	S1	Aula Planta Baja	AA
Sede 2	S2	Aula Primer Piso	AB
Sede 3	S3	Aula Segundo Piso	AC
Sede 4	S4	Laboratorio de Inf. Planta Baja	IA
Edificio 1	E1	Laboratorio de Inf. Primer Piso	IB

ÁREA	IDENTIFICADOR	ÁREA	IDENTIFICADOR
Edificio 2	E2	Laboratorio de Inf. Segundo Piso	IC
Edificio 3	E3	Laboratorio de CCNN	LC
Edificio 4	E4	Laboratorio de Electricidad	LE
Edificio 5	E5	Laboratorio de Ingles	LI
Edificio 6	E6	Laboratorio de Física	LF
Edificio 7	E7	Laboratorio de Química	LQ
Aula Subsuelo	AS	Laboratorio de Biología	LB
Sala de Equipos	EQ	Consultorio Médico	CM
Sala de Educación Artística	SE	Museo	M
Sala de Dibujo	SD	Biblioteca	B
Sala de Audiovisuales	SU	Oficina	O
Sala de Profesores	SP	Bodega	B
Sala de Música	SM	Gimnasio	RG
Salón de Actos	SA	Coliseo	RC
Access Point	AP	Piscina	RP
TMGB	TM	Firewall	FW
TGB	TG	Servidor	SV
Posición de SW de Núcleo	RAC	Switch	SW
Posición de SW de Núcleo de respaldo	RAC	Posición de SW de Distribución.	RAD

Según lo especifica la norma el área que se identifica usar una o dos letras para su etiqueta, por lo tanto se clasifica las áreas y se identificará cada una de ellas dependiendo de su edificio y el tipo de lugar que se vaya a etiquetar. En la tabla 3.13 se explica cómo se etiquetarán los sitios usados en el diseño.

Las etiquetas se ubicarán en cada extremo del patch cord, en los faceplates, los patch panel siendo estos como una parte del cableado estructurado; además los equipos activos también serán etiquetados; todo este trabajo se realiza por medio de una impresora de etiquetas o identificación.

El etiquetado tendrá cierto formato para que sea sencillo su proceso de identificación, para esto se muestra un ejemplo de como se definirá dependiendo sea su caso. Ver figura 3.11.



**Figura 3.11. Formato del etiquetado.**

### **Diseño de la red LAN**

Para el diseño de la red de la Unidad Educativa "Bolívar" se toma como punto de partida las necesidades de la institución las cuales se reflejan en las encuestas realizadas a los usuarios de la red y se analizará técnicamente para ver el mejor desempeño en cada uno de los requerimientos que se tiene en esta institución.

Se inicia con la demanda de una red que esté bien organizada, brinde facilidad al momento de administrarla, ahorre costos, que sea fácilmente escalable y que permita



aislar las fallas, por lo tanto se usará el modelo de Cisco con una topología de estrella jerárquica que está basado en tres capas: Núcleo, Distribución y Acceso; definiendo como cableado vertical la conexión entre los switches de Núcleo y los switches de Distribución y Acceso; como cableado horizontal la conexión entre los switches de Acceso con las Áreas de Trabajo.

### **Dimensionamiento de tráfico.**

El dimensionamiento de tráfico se hará en base a un estimado de usuarios que estarán activos simultáneamente definiendo una condición crítica para la red LAN, a estos se los llamará usuarios simultáneos, que serán alrededor de un 55% del total; teniendo así un valor diferente a los usuarios totales de la red ya que se prevé instalar un total de 670 puntos de red que representarían el número de usuarios totales, con esto se logra hacer el estimado de usuarios simultáneos que se tendría.

Para el cálculo de usuarios simultáneos se va a tomar las siguientes consideraciones, los posibles usuarios de la red serían 375 que son quienes podrían acceder a la red de manera frecuente pero a su vez no la estarán usando siempre, por lo que los usuarios simultáneos serían menor que este valor ya que estos si usarán la red permanentemente.

Estos últimos se van a clasificar por grupos, lo que permitirá determinar el número de usuarios simultáneos en la red LAN, los grupos serán:

*Estudiantes:* El número crítico de estudiantes estará definido por la simultaneidad de puntos que se encuentren ocupados, basados en la concordancia de alumnos que podrían estar en los laboratorios al mismo tiempo se puede estimar un número crítico de 302 usuarios los cuales no estarían en un uso constante durante las horas de clase sino más bien su uso sería ocasional cuando el profesor lo requiera o cuando sea pertinente, por lo tanto un número de estudiantes crítico sería 170 alumnos que podrían estar conectados a la red simultáneamente, esto teniendo en cuenta el número de laboratorios que se tiene y las horas en las que se podría usar los mismos.

*Profesores:* Para tener un valor estimado del número de profesores que usarán la red simultáneamente se basará en el número de puntos totales que podrían ser usados

por ellos, es decir el número de puntos instalados en las áreas que usan los profesores, dando un total de 146 y de estos se considera un número crítico que será alrededor de un 30% dando un total de 40 que serían los que usan la red simultáneamente, este número está basado en un promedio de profesores que podrían estar en sus horas libres realizando consultas para sus clases

*Personal Administrativo:* Existen para el personal administrativo 62 puntos instalados por lo que este sería nuestro número posible de usuarios simultáneos, pero se va a considerar un número crítico de 20 usuarios (que es un 30% del total) que son quienes usarían la red simultáneamente, teniendo en cuenta que se alterna el uso de la red con las demás funciones que deben realizar dentro de la institución

*Servicios Generales:* Para el personal de servicios generales se ha considerado instalar 18 puntos totales por lo que se va a tener un número crítico de 6 usuarios usando la red simultáneamente, son los que en menor número usarán la red ya que sus labores los limitan a realizarlo solo cuando sea necesario.

Las siguientes tablas muestran los índices de simultaneidad de uso de los servicios de la red de acuerdo a los diferentes usuarios que se tiene en la misma; estos valores son estimados de acuerdo al análisis que si hizo durante la visita a la institución.

**Tabla 3.18. Índices de simultaneidad para el acceso a Internet.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	Acceso a Internet		
		Descargas	Navegación	Intranet
<b>Estudiantes</b>	170	10%	15%	75%
<b>Profesores</b>	40	10%	10%	80%
<b>P. Administrativo</b>	20	20%	20%	60%
<b>S. Generales</b>	6	10%	25%	65%

**Tabla 3.19. Índices de simultaneidad para el acceso a Intranet.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos Intranet	Acceso Intranet						
		Aula Virtual	Correo electrónico	Telefonía IP	Página WEB	Sistema de notas	Mensajería Instantánea	Nube
<b>Estudiantes</b>	128	35%	15%	0%	15%	25%	0%	10%
<b>Profesores</b>	32	25%	25%	10%	10%	10%	10%	10%
<b>P. Administrativo</b>	12	0%	25%	10%	15%	20%	20%	10%
<b>S. Generales</b>	4	0%	25%	10%	25%	0%	30%	10%

Las tablas 3.14 y 3.15 muestran el uso de cada uno de los servicios que ofrece la red, tanto para internet e intranet; se basa en un porcentaje de uso simultáneo de los mismos para cada grupo de usuarios simultáneos; en la primera tabla se tiene el cálculo de uso de internet, y luego el porcentaje restante se lo ocupa en la segunda para el cálculo en la intranet obteniendo un valor de usuarios simultáneos de uso de la intranet.

Con los valores de estas tablas se procede a hacer el cálculo del ancho de banda para la red, que contemplará tanto el uso de internet como de intranet y mostrará el valor real que necesita soportar.

Para el ancho de banda de internet hay que considerar dos opciones: las descargas, y la navegación.

Para el caso de las descargas se considera que el tamaño aproximado de un archivo es de 1000 KBytes que se asignará a cada usuario, esto demora en su descarga alrededor de 90 segundos teniendo en cuenta que podrán hacer una descarga simultánea hasta alrededor de 100 usuarios a la vez, y se obtendrá con esto un valor de descarga que será el mismo para todos los usuarios.

$$V_{Descarga} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ segundos}}$$

$$V_{Descarga} = 88.88 \text{ Kbps}$$

Con este valor y teniendo en cuenta que las descargas serán limitadas y se usará más que nada para actualizaciones de antivirus o programas específicos se hará el cálculo de ancho de banda de acuerdo con la tabla 3.16.

**Tabla 3.20. Cálculo del ancho de banda para descargas.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	Vdescarga (Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
Estudiantes	170	10%	17	88,88	1510,96
Profesores	40	10%	4	88,88	355,52
P. Administrativo	20	20%	4	88,88	355,52
S. Generales	6	10%	1	88,88	53,33
<b>TOTAL</b>	236	50%	26	88,88	2275,33

El valor de navegación se asignará a cada grupo de usuarios de acuerdo al número de páginas que podría usar y teniendo un tamaño para cada página de alrededor de 2533 KBytes que es el peso promedio de una página web en donde se incluyen imágenes, música, portales de servicio y otros, así se tiene:

Estudiantes:

$$V_{Navegacion} = \frac{2533 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{3 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 16.87 \text{ Kbps}$$

Profesores:

$$V_{Navegacion} = \frac{2533 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{5 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 28.14 \text{ Kbps}$$

P. Administrativo:

$$V_{Navegacion} = \frac{2533 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{5 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 28.14 \text{ Kbps}$$

Servicios Generales:

$$V_{Navegacion} = \frac{2533 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{3 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 16.87 \text{ Kbps}$$

Al igual que para el ancho de banda de descargas se presenta la tabla 3.17 para estimar el de navegación.

Tabla 3.21. Cálculo del ancho de banda para navegación.

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	V.navegación (Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
Estudiantes	170	15%	26	16,87	430,19
Profesores	40	10%	4	28,14	112,56
P. Administrativo	20	20%	4	28,14	112,56
S. Generales	6	25%	2	16,87	25,31
<b>TOTAL</b>	236	70%	35	22,51	680,61

Se hará un contrato con un servidor para proporcionar un servicio de almacenamiento de datos en la nube, se debe considerar que para el ancho de banda de internet el consumo de este servicio estaría definido mediante valores de subida y descarga con un valor de 937,5 Kbytes para profesores y P. administrativo y 468,75 Kbytes para alumnos y servicios generales que son valores configurables en el servicio contratado, así se tendrá.

Estudiantes:

$$V_{Descarga} = \frac{468,75 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Descarga} = 62,5 \text{ Kbps}$$

$$V_{Subida} = \frac{468,75 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Subida} = 62,5 \text{ Kbps}$$

Profesores:

$$V_{Descarga} = \frac{937,5 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Descarga} = 125 \text{ Kbps}$$

$$V_{Subida} = \frac{937,5 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Subida} = 125 \text{ Kbps}$$

P. Administrativo:

$$V_{Descarga} = \frac{937,5 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Descarga} = 125 \text{ Kbps}$$

$$V_{Subida} = \frac{937,5 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Subida} = 125 \text{ Kbps}$$

Servicios Generales:

$$V_{Descarga} = \frac{468,75 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Descarga} = 62,5 \text{ Kbps}$$

$$V_{Subida} = \frac{468,75 \text{ KBytes}}{\text{descarga}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{60 \text{ segundos}}$$

$$V_{Subida} = 62,5 \text{ Kbps}$$

Con estos datos se muestra el consumo de ancho de banda para el servicio de almacenamiento en la nube en las tablas 3.18 y 3.19.

**Tabla 3.22. Cálculo del ancho de banda para la subida de datos al sistema de almacenamiento en la nube.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	Vsubida nube (Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
Estudiantes	170	10%	17	62,50	1062,50
Profesores	40	10%	4	125,00	500,00
P. Administrativo	20	10%	2	125,00	250,00
S. Generales	6	10%	1	62,50	37,50
<b>TOTAL</b>	236	40%	24	93,75	1850,00

**Tabla 3.23. Cálculo del ancho de banda para la bajada de datos al sistema de almacenamiento en la nube.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	Vbajada nube (Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
Estudiantes	170	10%	17	62,50	1062,50
Profesores	40	10%	4	125,00	500,00
P. Administrativo	20	10%	2	125,00	250,00
S. Generales	6	10%	1	62,50	37,50
<b>TOTAL</b>	<b>236</b>	<b>40%</b>	<b>24</b>	<b>93,75</b>	<b>1850,00</b>

Con estos cálculos se puede observar que la red necesitará un ancho de banda de 2275,33 Kbps para descargas y 680,61 Kbps para navegación, además un total de 1850 Kbps para el servicio de almacenamiento en la nube tanto de subida como de bajada, por lo que en total son necesarios 6655,94 Kbps de ancho de banda para internet.

Ahora se hará el cálculo de ancho de banda para la intranet de acuerdo a cada servicio que ofrece la institución.

Para el acceso al aula virtual se tiene tres aspectos, la navegación, en donde se tiene un tamaño de 350 KBytes para cada página valor promedio que se especifica en el servidor a usarse, la descarga y la subida de archivos que dependerá de cada usuario que use la plataforma.

Estudiantes: Para este caso se considera que se hará uso de 8 páginas por hora, la descarga tendrá un máximo de 1000 Kbytes con un tiempo de 90 segundos y la subida de información que tarda 120 segundos con archivos de 1000 KBytes, estos valores se han definido para que la red no se sature y el tiempo se ha considerado para descarga y subida de archivos simultánea de hasta alrededor de 100 usuarios.

$$V_{Navegacion} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{8 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 6.22 \text{ Kbps}$$

$$V_{Descarga} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ s}}$$

$$V_{Descarga} = 88.88 \text{ Kbps}$$

$$V_{Subida} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ subida}}{120 \text{ s}}$$

$$V_{Subida} = 66.67 \text{ Kbps}$$

Profesores: En cuanto a este grupo se considera un uso de 10 páginas por hora y se considera un peso más alto en los valores de subida de archivos que será de 2000 Kbytes con un tiempo de subida de 160 segundos, teniendo en cuenta que los profesores tendrán más información que subir al aula virtual se les ha dado un mayor valor para sus archivos y se ha considerado a su vez la simultaneidad de trabajo para estimar el tiempo.

$$V_{Navegacion} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{10 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 7.78 \text{ Kbps}$$

$$V_{Descarga} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ s}}$$

$$V_{Descarga} = 88.88 \text{ Kbps}$$

$$V_{Subida} = \frac{2000 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ subida}}{160 \text{ s}}$$

$$V_{Subida} = 100 \text{ Kbps}$$

P. Administrativo: Este grupo de usuarios usará la plataforma sólo para administración por lo que los parámetros se reducen a navegación en donde se considera 2 páginas por hora y la descarga con un tamaño por archivo de 1000 Kbytes en 90 segundos, los valores se consideran en simultaneidad con los demás usuarios y se usa el mismo valor para el peso del archivo.

$$V_{Navegacion} = \frac{350 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{2 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$



$$V_{Navegacion} = 1.55 \text{ Kbps}$$

$$V_{Descarga} = \frac{1000 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1\text{KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{1 \text{ descarga}}{90 \text{ s}}$$

$$V_{Descarga} = 88.88 \text{ Kbps}$$

Servicios Generales: Este grupo de usuarios no tiene acceso a aulas virtuales.

**Tabla 3.24. Cálculo del ancho de banda para al servicio de aula virtual.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	$V_{navegacion +descarga+subida}$ (Kbps)	Total de Kbps	Ancho de banda (Kbps)
Estudiantes	111	35%	39	6.22+88.88+66.67	161,77	6256,45
Profesores	28	25%	7	7.78+88.88+100	199,66	1397,62
P. Administrativo	10	5%	1	1,55+88,88+0	90,43	45,22
S. Generales	3	0%	0	0,00	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	152	65%	46			7699,29

La tabla 3.20 muestra el detalle para cada usuario y el total de ancho de banda que se necesitará para el servicio de aula virtual 7699,29 Kbps.

Ahora se presenta el análisis para el servicio de correo electrónico el cual hasta el momento se hacía a través de cuentas comerciales, lo cual se pretende mejorar con el uso de este servicio que tendrá un peso a considerar de 151 Kbytes que es el peso que se le dará a cada perfil de usuario, y se analizará un número de correos diferente para cada usuario basándose en un uso promedio de este servicio.

Estudiantes:

$$V_{Correo} = \frac{151 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1\text{KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{3 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Correo} = 1.06 \text{ Kbps}$$

Profesores:

$$V_{\text{Correo}} = \frac{151 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{5 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{\text{Correo}} = 1.68 \text{ Kbps}$$

P. Administrativo:

$$V_{\text{Correo}} = \frac{151 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{8 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{\text{Correo}} = 2.68 \text{ Kbps}$$

Servicios Generales:

$$V_{\text{Correo}} = \frac{151 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{6 \text{ correos}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{\text{Correo}} = 2.013 \text{ Kbps}$$

**Tabla 3.25. Cálculo del ancho de banda para al servicio de correo electrónico.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	Vcorreo (Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
Estudiantes	111	15%	17	1,06	17,57
Profesores	28	25%	7	1,68	11,76
P. Administrativo	10	20%	2	2,68	5,36
S. Generales	3	25%	1	2,01	1,66
<b>TOTAL</b>	152	85%	26	1,86	36,35

La tabla 3.21 representa los valores necesarios para el ancho de banda del correo electrónico de la institución y tiene un total de 36,35 Kbps.

Para la telefonía IP se hará el cálculo considerando el códec G.711 usado para telefonía en general, el cual funciona a una velocidad de 64 Kbps y se forma con algunas cabeceras las cuales aumentan su velocidad a 84,80 Kbps, valor que se usará para el cálculo del ancho de banda para telefonía IP considerando que los estudiantes no tienen acceso a este servicio.

La tabla 3.22 muestra el ancho de banda necesario para telefonía IP basada en códec G.711 y es de 350,22 Kbps

**Tabla 3.26. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Telefonía IP.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	VTelefonia (Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
Estudiantes	111	0%	0	84,80	0,00
Profesores	28	10%	3	84,80	237,44
P. Administrativo	10	10%	1	84,80	84,80
S. Generales	3	10%	0,33	84,80	27,98
<b>TOTAL</b>	152	30%	4	84,80	350,22

Para el acceso a la página web se considera la que actualmente dispone la institución y que tiene un tamaño promedio de 2770 Kbytes [54] con lo que se hará el cálculo de acuerdo al uso que tenga cada grupo de usuarios.

Estudiantes:

$$V_{Navegacion} = \frac{2770 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1\text{KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{5 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 30,78 \text{ Kbps}$$

Profesores:

$$V_{Navegacion} = \frac{2770 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1\text{KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{6 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 36,93 \text{ Kbps}$$

P. Administrativo:

$$V_{Navegacion} = \frac{2770 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1\text{KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{8 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 49,24 \text{ Kbps}$$

Servicios Generales:

$$V_{Navegacion} = \frac{2770 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1\text{KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{3 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Navegacion} = 18,46 \text{ Kbps}$$

**Tabla 3.27. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Página web.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	VPweb(Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
<b>Estudiantes</b>	111	15%	17	30,78	510,18
<b>Profesores</b>	28	10%	3	36,93	103,40
<b>P. Administrativo</b>	10	15%	2	49,24	73,86
<b>S. Generales</b>	3	25%	1	18,46	15,23
<b>TOTAL</b>	152	65%	22	84,80	702,67

La tabla 3.23 define entonces el ancho de banda necesario para el uso de la página web de la institución y sería de 702,67 Kbps.

Para el cálculo del ancho de banda para el sistema de notas se ha estimado un valor promedio de 934 Kbytes para el ingreso de notas, y para la consulta de notas un promedio de 84,8 Kbytes con este valor se definirá un ancho de banda por cada usuario, estos valores son referenciales de los distintos servidores que podrían usarse.

Estudiantes:

$$V_{Notas} = \frac{84,8 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{2 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Notas} = 0,38 \text{ Kbps}$$

Profesores:

$$V_{Notas} = \frac{934 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{8 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Notas} = 16,60 \text{ Kbps}$$

P. Administrativo:

$$V_{Notas} = \frac{84,8 \text{ KBytes}}{\text{pagina}} * \frac{1024 \text{ Bytes}}{1 \text{ KByte}} * \frac{8 \text{ bits}}{1 \text{ Byte}} * \frac{1 \text{ Kbit}}{1024 \text{ bits}} * \frac{4 \text{ paginas}}{1 \text{ hora}} * \frac{1 \text{ hora}}{3600 \text{ s}}$$

$$V_{Notas} = 0,76 \text{ Kbps}$$

Servicios Generales.- Estos usuarios no tendrán acceso al sistema de notas.

**Tabla 3.28. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Notas.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	Vnotas (Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
<b>Estudiantes</b>	111	25%	28	0,38	10,50
<b>Profesores</b>	28	10%	3	16,60	46,48
<b>P. Administrativo</b>	10	20%	2	0,76	1,52
<b>S. Generales</b>	3	0%	0	0,00	0,00
<b>TOTAL</b>	152	55%	32	84,80	58,50

La tabla 3.24 muestra el ancho de banda necesario para el sistema de notas de la institución con un valor de 58,50 Kbps.

El sistema de mensajería instantánea se lo hará a través del servidor Openfire basado en Jabber que a través de su fundación proporciona un dato aproximado de 1 Kbps de ancho de banda por usuario.

**Tabla 3.29. Cálculo del ancho de banda para al servicio de Mensajería instantánea.**

Tipo de Usuario	Usuarios Simultáneos	% Simultaneidad	Usuarios	Vsms(Kbps)	Ancho de banda (Kbps)
<b>Estudiantes</b>	111	0%	0	1,00	0,00
<b>Profesores</b>	28	10%	3	1,00	2,80
<b>P. Administrativo</b>	10	20%	2	1,00	2,00
<b>S. Generales</b>	3	30%	1	1,00	0,99
<b>TOTAL</b>	152	60%	6	1,00	5,79

La tabla 3.25 muestra el ancho de banda del servidor de mensajería instantánea con un valor total de 5,79 Kbps tomando en cuenta que los estudiantes no tendrán acceso a este servicio.

Con todos los valores calculados se define un ancho de banda para la red como se muestra en la tabla 3.24, teniendo para el internet un total de 6955,94 Kbps, para intranet de 8852,82 Kbps y un total de 15508,76 Kbps.

Por esta razón la red debe soportar al menos 20 Mbps lo cual se garantizará con las consideraciones que se harán en el diseño de la red.

Para garantizar una conexión de alta velocidad y buen desempeño se ha planificado eliminar el efecto de cuello de botella en el backbone haciendo uso de diferentes velocidades para las conexiones de backbone y en la capa de acceso.

**Tabla 3.30. Resumen de cálculo del ancho de banda.**

Red	Servicio	Ancho de Banda (Kbps)	Total (Kbps)
Internet	Internet Descarga	2275,33	6655,94
	Internet Navegación	680,61	
	Nube	3700,00	
Intranet	Aula Virtual	7699,29	8852,82
	Correo Electrónico	36,35	
	Telefonía IP	350,22	
	Página Web	702,67	
	Sistema de Notas	58,50	
	SMS	5,79	
	<b>Total (Kbps)</b>	<b>15508,76</b>	<b>15508,76</b>

Se considera un backbone que entre la capa de distribución y la capa de Core tendrá un enlace de 1Gbps y 100 Mbps en la capa de acceso; esto asociado a un dominio reducido de broadcast y definiendo un enrutamiento en cada capa de este modelo permitirá tener una alta disponibilidad de ancho de banda a nivel de backbone y reducirá el porcentaje de retraso en el flujo de datos de la red.

### Direccionamiento Lógico

Se utilizará la clasificación de usuarios para una fácil administración de la red haciendo asignación de direcciones a cada grupo de usuarios como se muestra en la tabla 3.27.

Además la necesidad de una red que soporte altas velocidades de navegación aun cuando muchos usuarios estén haciendo uso de ella, por tal motivo se va a trabajar con

una alta definición de los dominios de difusión a través de la capa de acceso, y para una mayor organización se usará un balance de carga a través de la capa de distribución.

Para lograr esto se hará una definición de VLAN en cada switch de acceso ubicado en los bordes esto evitará la inundación innecesaria de segmentos de red, y a su vez dejará libre el ancho de banda que necesitan aplicaciones y servicios de la red; en los switch de distribución se va a configurar una subnet por cada VLAN creada en los switch de acceso y que soporte el mismo número de Vlans.

Las Vlans que van a usarse estarán basadas en puerto ya que son más fáciles de administrar y dan movilidad a los usuarios en la red, se tiene las vlans:

Vlan 10: Se nombra como Administrativa, dentro de este segmento de red se permite el acceso hacia todos los componentes y servicios que tiene la red, siendo usada para la administración y control de la misma.

Vlan 20: Denominada Personal Administrativo, esta tendrá un acceso libre a los servicios pero no podrá administrar ni controlar la red.

Vlan 30: Nombrada Profesores, el acceso a la intranet será libre y tendrá un acceso a internet controlado.

Vlan 40: Lleva el nombre de Servicios Generales, tanto accesos a intranet como a internet serán controlados.

Vlan 50: Se nombra Estudiantes, su acceso tendrá un control tanto en internet como en intranet.

Vlan 60: Con nombre AP, tendrá un acceso limitado de acuerdo al usuario que la use a través de un portal cautivo.

Vlan 70: Denominada Servicios, que dará el acceso a los servidores.

Vlan 80: Nombrada Telefonía IP, servirá para el acceso a los dispositivos de telefonía.

**Tabla 3.31. Direccionamiento establecido para la Unidad Educativa.**

<b>Subred</b>	<b>Identificador Vlan</b>	<b>Segmento de Red/Mascara</b>	<b>Primera dirección válida</b>	<b>Última dirección válida</b>
<b>AP</b>	60	172.20.0.0/23	172.20.0.1	172.20.1.254
<b>Estudiantes</b>	50	172.20.2.0/23	172.20.2.1	172.20.3.254
<b>Profesores</b>	30	172.20.4.0/24	172.20.4.1	172.20.4.254
<b>Personal Administrativo</b>	20	172.20.5.0/26	172.20.5.1	172.20.5.62
<b>Telefonía IP</b>	80	172.20.5.64/26	172.20.5.65	172.20.5.126
<b>Servicios Generales</b>	40	172.20.5.128/27	172.20.5.129	172.20.5.158
<b>CCTV</b>	70	172.20.5.160/29	172.20.5.161	172.20.5.166
<b>Servidores</b>	70	172.20.5.168/29	172.20.5.168	172.20.5.174
<b>Administrativa</b>	10	172.20.5.176/29	172.20.5.177	172.20.5.182
<b>SW Core</b>	N/A	172.20.5.184/30	172.20.5.185	172.20.5.186
<b>SW Core Back Up</b>	N/A	172.20.5.188/30	172.20.5.189	172.20.5.190
<b>DMZ 1</b>	N/A	172.20.5.192/30	172.20.5.193	172.20.5.194
<b>DMZ 2</b>	N/A	172.20.5.196/30	172.20.5.197	172.20.5.198

La asignación de direcciones para cada subred que definen las vlans se hará de acuerdo al tipo de usuario: AP, Profesores, Servicios Generales, P. administrativo y Telefonía IP se hará mediante DHCP, y los restantes serán con direcciones estáticas.

El direccionamiento por DHCP se hará mediante el switch de núcleo de capa 3, para esto se organizará un rango de direcciones IP válidas para cada vlan, usando las subredes previamente definidas que serán direccionadas a través del mismo dispositivo con el uso de interfaces virtuales, las direcciones IP serán asignadas a cada host por un tiempo determinado de 4 horas para garantizar la disponibilidad de estas y no sobrecargar al servidor.

Además sobre la configuración de DHCP se realizará una reserva de direcciones IP mediante MAC, para los dispositivos que muchas veces necesitan movilidad y prestan servicio de almacenamiento o impresión, que necesitan una dirección IP fija para no perder comunicación, esto para cada segmento Vlan que sea necesario.



Para el direccionamiento estático se tomará en cuenta el rango necesario de direcciones para cada sede como se muestra en la siguiente tabla.

Los bloqueos y administración web se realizarán mediante un servidor proxy sobre software y será controlado por ACLs que bloquearán el acceso mediante listas de IP de los sitios que estarán prohibidos, estas listas se encuentran en bases de datos que se puede encontrar en Internet.

**Tabla 3.32. Rango de direcciones IP asignadas.**

Sede		Número de usuarios	Primera dirección requerida	Ultima dirección requerida
1	Laboratorio de CCNN	10	172.20.2.1	172.20.2.10
	Laboratorio de Informática	24	172.20.2.11	172.20.2.34
	Biblioteca	2	172.20.2.35	172.20.2.36
2	Laboratorio de Informática	22	172.20.2.128	172.20.2.149
	Laboratorio de CCNN	16	172.20.2.150	172.20.2.165
	Laboratorio de Ingles	16	172.20.2.166	172.20.2.181
4	Aula de Ingles	2	172.20.3.1	172.20.3.2
	Aula de CCNN	2	172.20.3.3	172.20.3.4
	Laboratorio de Física	18	172.20.3.5	172.20.3.22
	Laboratorio de Química	18	172.20.3.23	172.20.3.40
	Laboratorio de Biología	18	172.20.3.41	172.20.3.58
	Laboratorio de Informática 1	24	172.20.3.59	172.20.3.82
	Laboratorio de Informática 2	24	172.20.3.83	172.20.3.106
	Laboratorio de Informática 3	24	172.20.3.107	172.20.3.130

Sede		Número de usuarios	Primera dirección requerida	Ultima dirección requerida
4	Laboratorio de Informática 4	24	172.20.3.131	172.20.3.154
	Laboratorio de Informática 5	24	172.20.3.155	172.20.3.178

La disposición de direcciones IP en la Unidad Educativa no se la prevé de manera consecutiva para una mejor administración y escalabilidad de direcciones estáticas dentro de cada sede.

### **Topología de la red.**

Para la conexión entre los switches de Acceso y las diferentes áreas de trabajo se utiliza cable de par trenzado categoría 6 en cada una de las sedes, además en las sedes 1 y 4 la conexión entre los edificios más lejanos se hará con fibra óptica monomodo.

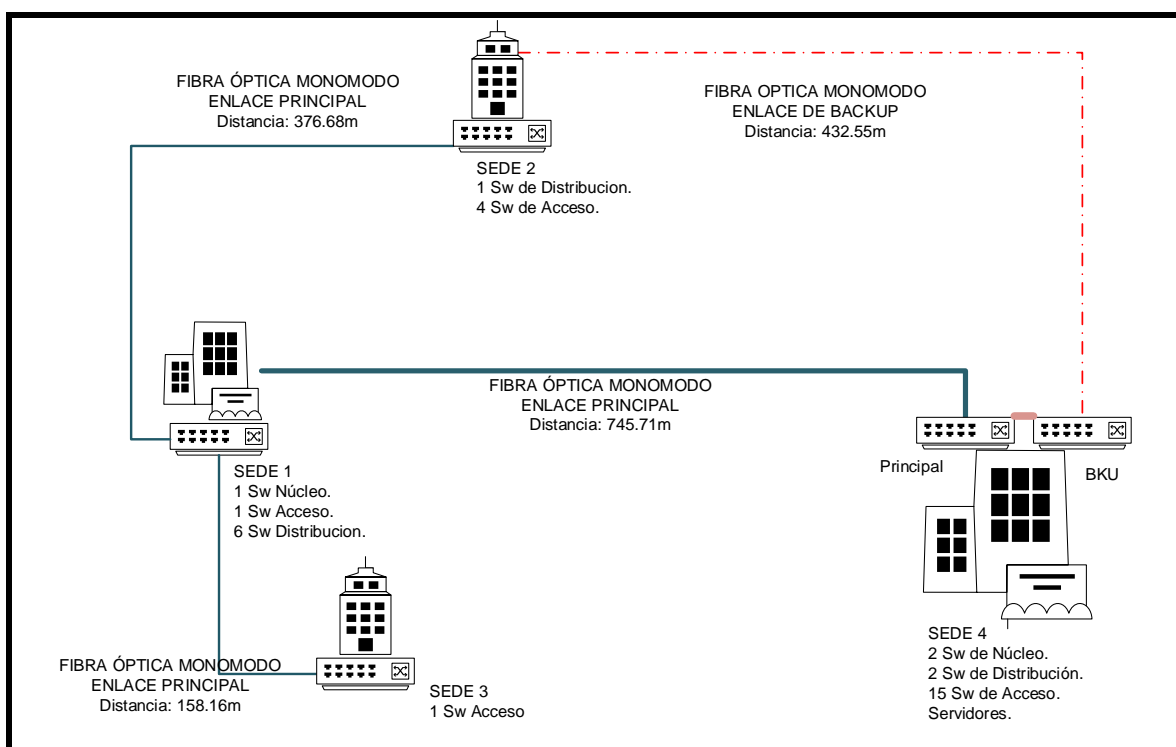
En cada sede se realizará el cableado del backbone utilizando UTP categoría 6a para enlazar los pisos de cada edificio así como también el enlace entre edificios, a excepción del enlace que corresponde entre el Switch de Core y el Switch de Distribución que enlazará a los edificios 5, 6 y 7 en la Sede 4, el cuál usará una fibra óptica multimodo de 4 hilos, esto debido a que la distancia que existe entre estos edificios es mayor a la que se permite con cable UTP.

Los Switches de núcleo se ubican uno en la Sede 1 y en la Sede 4 estarán dos, uno principal y otro de back-up; en cada sede se implementará un Switch de Distribución excepto en la sede 3 en donde la conexión será por fibra desde el Switch de Acceso hacia el Switch de Distribución de la sede 1; y en el caso de la sede 4 serán dos. Para los Switches de Acceso la implementación estaría definida de la siguiente manera seis, cuatro, uno y quince en las sedes 1, 2, 3 y 4 respectivamente.

Para la interconexión entre sedes se realiza mediante fibra óptica para enlazar los Switch de Core de la sede 1 y 4, además se realiza un enlace de back-up que será entre la sede 2 y 4 por medio de fibra monomodo; esto debido a que las distancia que hay que cubrir

están sobre los 300 metros que garantiza la fibra óptica multimodo, figura 3.12. El enlace entre la sede 1 con las sedes 2 y 3 usarán fibra óptica monomodo.

En cada puerto que se vaya a utilizar de los switch de acceso se limita a usar cable UTP máximo 90 metros, y en el final se usará una salida de conexión doble, las conexiones a partir de aquí se harán mediante patch-core y dependerá de donde estén ubicadas las salidas para el tipo de equipo final que vaya a ser conectado.



**Figura 3.12. Interconexión de sedes**

Se tiene la necesidad de proveer de varios servidores que permitan a los usuarios tener acceso a diferentes servicios de la institución, en vista de esto se ha planificado establecer una granja de servidores con una alta definición de las rutas a seguir.

Para evitar el tráfico innecesario en los servidores se ha definido una subnet por VLAN la cual controla el flujo de información a través del backbone que conecta la capa distribución con el core, así como la ruta por la cual se llega al servidor. Los servidores aquí presentes serán los responsables de brindar los siguientes servicios:

- Servidor Web y DNS.
- Correo institucional, Mensajería Instantánea, Telefonía IP.
- Servidor de notas, aula virtual.
- Servidor de Back-Up para notas, aula virtual.

Se ha agrupado servicios sobre un mismo equipo para un mejor control de los mismos y así mermar características de saturación y problemas de seguridad, se recalca que cada servicio tendrá un funcionamiento independiente sin que afecte a otro servicio.

Estos servidores estarán conectados de manera directa al Switch de Núcleo para así evitar el retraso que se genera al intentar alcanzar cierto servicio, cada uno de los dispositivos tendrán un enlace redundante hacia el switch de núcleo de back-up.

Se tendrá un Back-Up para el servidor de notas y aula virtual ya que son los servicios que deben tener una alta disponibilidad, y que si se llegara a tener fallas, se tendría que solucionarse en el menor tiempo posible.

### **Puntos de Acceso.**

Además de la red cableada, se requerirán puntos de acceso debido a la gran área de la unidad educativa, se desarrollará la red inalámbrica únicamente con la finalidad de satisfacer necesidades básicas de conectividad, hacia internet y los servicios, lo que brinda un valor agregado al presente proyecto.

Comparando los estándares actuales de transmisión inalámbrica se escogerá el 802.11n ya que brinda características de más cobertura y mejor velocidad de transmisión; aproximadamente entre 100 a 250 Mbps a una distancia de cobertura de 100 metros; además que puede funcionar sobre la banda de frecuencia de 5GHz y 2.4GHz siendo esta última la que se va a utilizar.

Sobre cada Access Point se dará acceso a todos los servicios e internet, claro esta que el uso estará limitado por el tipo de usuario que requiera la red, esto mediante el uso de un portal cautivo como *Easy Hostpot*.

La cobertura estará dispuesta de la mejor manera ya que los equipos se ubicarán con el fin de que exista el mínimo de pérdida de señal dentro de la institución, la colocación de los equipos estará dada de tal forma que se cubran las áreas comunes tales como: pasillos, canchas, áreas recreativas, coliseo y piscina en la sede 4. La mayoría se colocará en los corredores de cada edificio, siendo necesario el uso de uno o dos dependiendo del tamaño de la construcción.

La red inalámbrica tendrá una mínima cobertura dentro de las aulas, dado que se trata de una institución de educación básica y bachillerato, donde no es completamente necesario que exista una red de comunicación inalámbrica dentro de una sala de clase, ya que en cada una de ellas se encuentra un punto físico de acceso a la red, para que el respectivo docente la pueda utilizar cuando se lo requiera.

Una de las características importantes en la configuración de este equipo es la SSID (*Service Set Identifier*), y es muy común conocerlo como el nombre de la Red, para un buen funcionamiento se usará el mismo identificador para todos los equipos, motivo por el cual con un solo acceso favorable en un dispositivo se tendrá acceso a toda la cobertura de la red aun cuando se cambie de edificio o equipo de cobertura.

El SSID se lo configurará de manera que sea fácil de identificarlo, para esto se usará las siglas de la institución y el número 100 que representa el haber sido el primer colegio laico del Ecuador en ser centenario, por lo tanto el identificador será:

*SSID: UEB – 100*

En adición a esto se configurará una contraseña de administración de los equipos la cual estará representada por caracteres que solamente lo conocerán los administradores de la red. La contraseña de administración será:

*ueBadm1ErLo*

La conexión de los usuarios a los equipos estará dirigida por un Portal Cautivo, en el cual se solicitará la cuenta y contraseña previamente registrados.

A continuación se enumera los Access Points dependiendo de su sede y edificio.

En la Sede Uno se ubicará cuatro dispositivos distribuidos en la parte central de los corredores de los edificios uno, dos, tres y cinco, todos en el primer piso.

Para la Segunda Sede se dispone de dos equipos, uno de ellos se colocará fuera de la dirección en el edificio uno y el restante en la parte media del pasillo del edificio dos en el primer piso.

En la sede más pequeña se ocupa un Access Point ubicado en la parte exterior de la oficina de dirección. Y en la última sede se instalará doce equipos que se sitúan alrededor de la institución, en los edificios uno, dos, tres y cinco se colocan dos Puntos de Acceso a cada extremo del pasillo del primer piso, otro al exterior del rectorado, en el edificio seis se instala otro equipo adicional y dentro del coliseo y la piscina se coloca uno para cada área.

En la tabla 3.29 se explica la ubicación de cada AP sobre cada una de la sedes.

En la sede 4 se realizará la gestión de la red inalámbrica por medio de un WLC (*Wireless LAN Controller*), que ayuda a controlar el número de usuarios en cada AP, el tráfico de datos que se transfieren, los canales de transmisión y la cantidad de potencia para que cada AP tenga un funcionamiento eficaz y eficiente.

Pese a que la red inalámbrica se vuelve más vulnerable al tener un solo punto en el que están todos los equipos conectados, brinda mucha facilidad para la instalación y la adaptación de la red a varias condiciones de uso.

El equipo controlador estará ubicado en el cuarto de telecomunicaciones en la sede 4.

**Tabla 3.33. Ubicación de Access Point en la Institución.**

SEDE	UBICACIÓN	PISO	AREA
1	Edificio 1	1	corredor
	Edificio 2	1	corredor
	Edificio 3	1	corredor
	Edificio 5	1	corredor

SEDE	UBICACIÓN	PISO	AREA
2	Edificio 1	1	dirección
	Edificio 2	1	corredor
3	Edificio 1	PB	dirección
4	Edificio 1	1	corredor derecho
	Edificio 1	1	corredor Izquierdo
	Edificio 2	1	corredor derecho
	Edificio 2	1	corredor Izquierdo
	Edificio 3	1	corredor derecho
	Edificio 3	1	corredor Izquierdo
	Edificio 5	1	corredor derecho
	Edificio 5	1	corredor Izquierdo
	Edificio 4	PB	rectorado
	Edificio 6	1	laboratorio
	Coliseo	PB	escenario
	Piscina	PB	exterior

## Tolerancia a fallas

Se prevé instalar una red que sea tolerante a fallas o de buscar que su recuperación sea lo más rápida posible.

Para lograr esto se ha implementado un diseño, el cual consta de dobles enlaces entre la capa de acceso y distribución de mayor demanda y, a su vez una interconexión de switch de la misma capa, además entre la capa de núcleo y distribución se realizarán conexiones de back-up, este tipo de conexiones permitirán que dada alguna falla en los enlaces o en uno de los switch la conectividad esté disponible con un tiempo de reacción muy corto y brindado una red con una alta disponibilidad.

Para garantizar la rápida respuesta a una falla se usarán equipos en la capa de distribución y de núcleo que soporten el protocolo VRRP (*Virtual Router Redundancy Protocol*) ya que este ayuda a controlar las fallas de una manera eficaz y oportuna.

## Seguridad

En cuanto a seguridad la red tendrá definidos un sistema físico y un sistema lógico para dar un entorno seguro en el uso de esta.

En la seguridad física se harán uso de medidas estrictas como el acceso al cuarto de equipos que será solo para las personas encargadas de la administración de la red y se hará mediante el uso de un sensor biométrico.

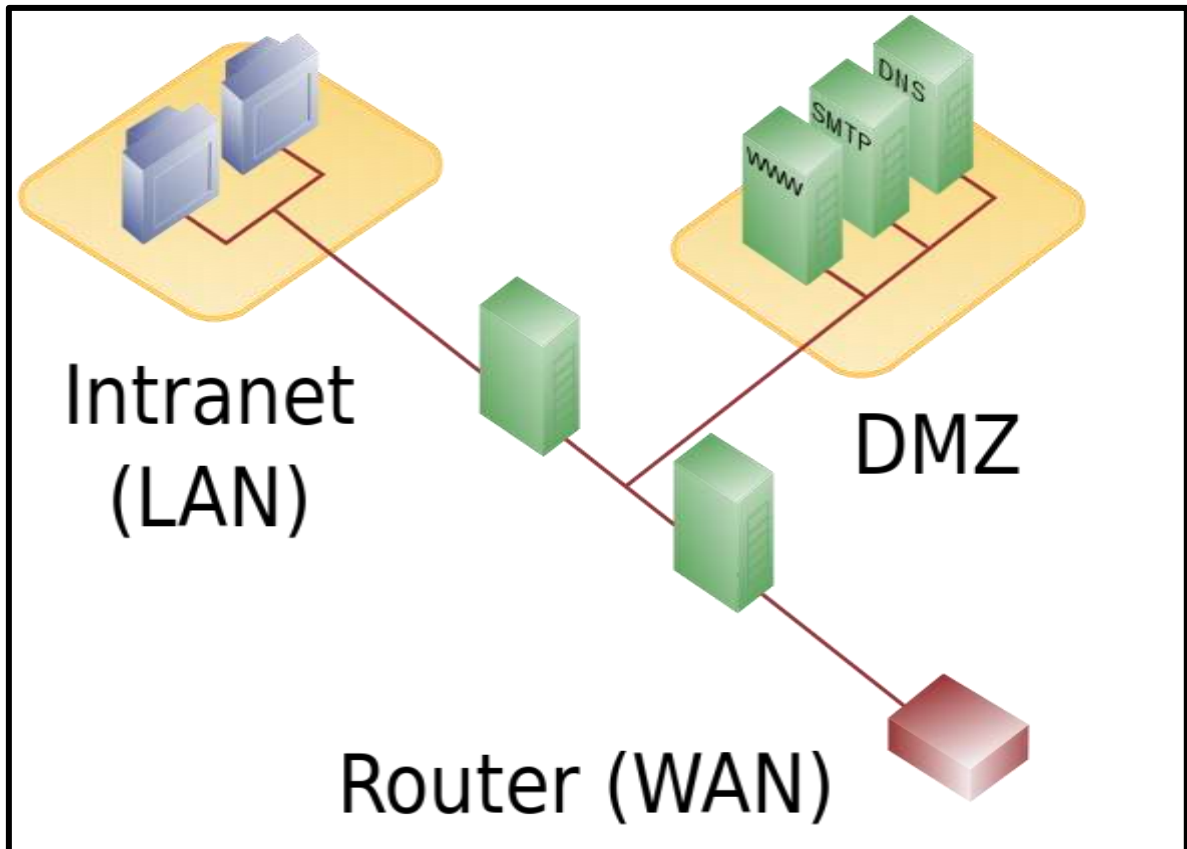
Dentro de la Sede 4 se hará la implementación de un sistema de vigilancia por circuito cerrado de cámaras el cual permitirá el monitoreo de los espacios en los que se han ubicado los equipos así como también el uso adecuado de los mismos, y la presencia de personal no autorizado que pueda atentar con los equipos, este sistema también estará interconectado a la red conservando así el concepto de redes unificadas, para esto cada cámara instalada de acuerdo a la figura 3.14 estará conectada al switch que se encuentre más cercano a ella para su asociación con la red y estos datos serán almacenados en un dispositivo alojado en el cuarto de equipos el cual tendrá una memoria destinada para este fin y será administrado de acuerdo a las políticas de seguridad de la red.

Además de esto se tiene un sistema de alarma el cuál se pondrá en funcionamiento en las horas de inactividad de la institución para prevenir cualquier tipo de robo que pudiera darse, esta contará con sensores de movimiento y tendrán conexión a un teléfono de una institución de seguridad privada.

Para la parte lógica de la seguridad de la red este modelo brindará una buena redundancia, así como un nivel de seguridad alto, ya que permite implementar un equipo de seguridad llamado firewall y puede definir tres zonas: externa, interna y zona desmilitarizada.

La red usará DMZ dual firewall, véase figura 3.13 para permitir la salida de los servicios hacia internet y al mismo tiempo evitar que usuarios externos tengan acceso a la intranet. Es decir esta arquitectura de seguridad en dos etapas hace posible la configuración de rutas estáticas que regulan el tráfico entre las redes de la siguiente manera: los usuarios de la red local pueden acceder a la red pública y a la zona desmilitarizada, y los usuarios de Internet solo tienen acceso a la DMZ. El tráfico externo desde la DMZ está bloqueado por dos cortafuegos.

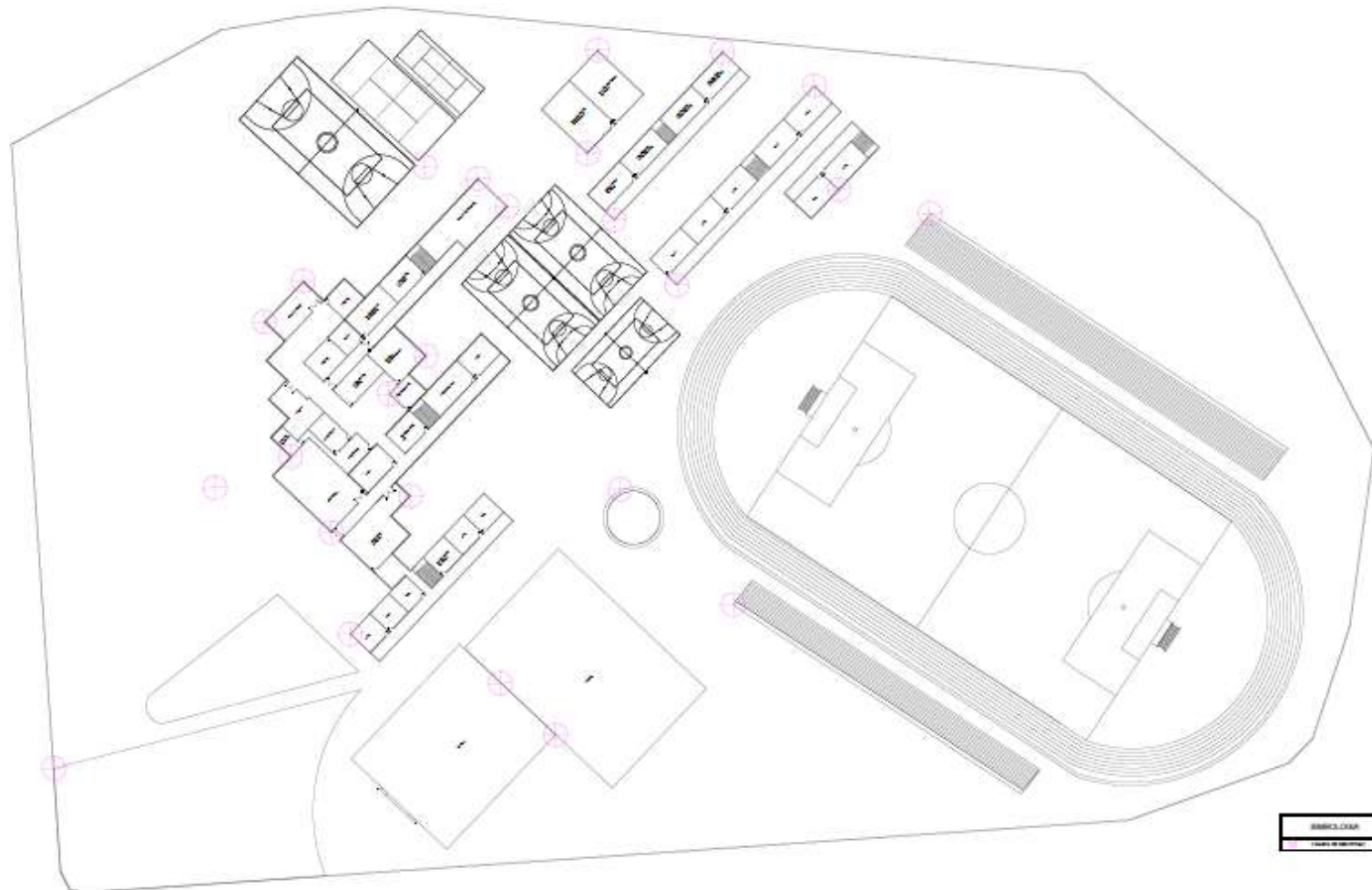




**Figura 3.13. Modelo de Zona Desmilitarizada de tipo DUAL. [55]**

Además para evitar el contagio de virus por descargas o ingresos a páginas que podría tener archivos maliciosos se hará uso de ACL lo cual permite denegar a los usuarios el uso de páginas y descargas consideradas peligrosas; también la seguridad se basará en el protocolo AAA, el cual hace un sistema de seguridad a través de autorización, autenticación y contabilidad para garantizar que los usuarios usen la red de una manera segura al usarlo conjuntamente con Diameter.

Las medidas de seguridad estarán reflejadas en las configuraciones de los equipos al usar claves para los servicios de administrador así como la encriptación de las mismas y a su vez dejando inhabilitados lógicamente y físicamente los puertos físicos y lógicos que no vayan a usarse.



**Figura 3.14 .** Diagrama de posicionamiento de camaras de seguridad.

## Telefonía IP

Para lo relacionado con la telefonía IP se debe considerar que habrá pocos usuarios de este servicio pero que sin embargo se tiene la necesidad de solventar este requerimiento para que las autoridades y personal administrativo se puedan comunicar, para esto se prevé instalar una pequeña central telefónica basada en ELASTIX que será suficiente para cubrir con la demanda de este servicio.

Para poder tener una referencia de lo que va a necesitarse se debe hacer un estudio de la demanda del servicio y la capacidad que va a necesitar cada equipo, para los 36 usuarios que se va a instalar de servicio de telefonía se usarán equipos físicos que tendrán conexiones independientes de las de datos pero que funcionarán sobre la misma red.

Se ha tomado a ELASTIX para implementar la central telefónica ya que este trabaja con distribuciones propietarias de PBX y permite en LINUX trabajar con scripts, ELASTIX soporta varios protocolos (SIP, H.323, IAX, MGCP) y tiene la ventaja de presentar entornos gráficos que facilitan la configuración como esta herramienta funciona sobre LINUX el servidor destinado para este servicio debe tener las características necesarias para que pueda trabajar normalmente.

Para la demanda de tráfico y el cálculo de las troncales necesarias para la institución se hará el uso de las tablas de Erlang B. en donde al tener 36 extensiones telefónicas las cuales tendrán una duración de llamada interna de alrededor de 3 minutos por cada una, y estableciendo un índice de llamadas perdidas de un 1% se calcula:

Trafico ofrecido: 36 extensiones

Tiempo de llamada:  $T_m = 3$  mins.

Tráfico cursado con 1% de pérdida:  $C_a = 35,64$  llamadas.

$$A = \frac{35,64 \text{ llamadas}}{\text{hora}} * \frac{3 \text{ min}}{\text{llamada}} * \frac{1 \text{ hora}}{60 \text{ min}}$$
$$A = 1,78 \text{ Erlangs.}$$

Con este cálculo se puede ver que serán necesarias 6 líneas telefónicas de las cuales al momento se dispone de 5 ya que cada sede cuenta con una y en la sede 4 existen 2, por lo que es necesario contratar una línea más a CNT.

Como ya se había mencionado, se usará el códec G711 para satisfacer a plenitud las necesidades requeridas y además porque al utilizar ELASTIX este usa protocolos como SIP que soporta autenticación y escalabilidad, y soporta cualquier mecanismo de seguridad.

Para una explicación total se muestra en la figura la topología de la red LAN con todos sus componentes y enlaces.

### Escalabilidad de Switches

Dentro de las sedes se tiene varios equipos en los cuales en base a normas se debe disponer de cierta cantidad de puertos libres para un uso futuro por tal motivo se presenta la tabla 3.30 con la cantidad de switches y número de puertos disponibles para un uso futuro.

**Tabla 3.34. Escalabilidad de switches por sede.**

<b>Sede 1</b>				
<b>Ubicación</b>	<b># de Switchs</b>	<b>Puertos ocupados</b>	<b>Puertos libres</b>	<b>% Escalabilidad</b>
Edificio 1	3	56	16	22%
Edificio 2	1	19	5	21%
Edificio 3 - 4	1	16	8	33%
Edificio 5	1	35	13	27%
SW_Núcleo	1	3	25	89%
SW_Distrib.	1	7	11	61%
<b>Total</b>	<b>8</b>	<b>136</b>	<b>78</b>	<b>36%</b>

<b>Sede 2</b>				
<b>Ubicación</b>	<b># de Switchs</b>	<b>Puertos ocupados</b>	<b>Puertos libres</b>	<b>% Escalabilidad</b>
Edificio 1-3	2	48	12	20%
Edificio 2	1	55	5	9%
SW_Distrib.	1	3	15	83%
<b>Total</b>	<b>4</b>	<b>106</b>	<b>32</b>	<b>23%</b>
<b>Sede 3</b>				
<b>Ubicación</b>	<b># de Switchs</b>	<b>Puertos ocupados</b>	<b>Puertos libres</b>	<b>% Escalabilidad</b>
Edificio 1	1	20	4	17%
<b>Total</b>	<b>1</b>	<b>20</b>	<b>4</b>	<b>17%</b>
<b>Sede 4</b>				
<b>Ubicación</b>	<b># de Switchs</b>	<b>Puertos ocupados</b>	<b>Puertos libres</b>	<b>% Escalabilidad</b>
Edificio 1	1	37	11	23%
Edificio 2	1	37	11	23%
Edificio 3	2	69	27	28%
Edificio 4	2	76	20	21%
Edificio 5	2	30	6	17%
Edificio 6-7	7	154	26	14%
SW_Núcleo	1	5	23	82%
SW_Núcleo Back-Up	1	20	16	44%
SW_Distrib.	2	7	11	61%
<b>Total</b>	<b>19</b>	<b>435</b>	<b>151</b>	<b>26%</b>

Como se observa, se cumple con la norma de más del 15% de puertos libres por equipo en lo que respecta a edificio y sede.

Se incluye una tabla con la totalidad de ubicaciones libres y ocupadas para todos los switches dentro de toda la institución. Además de un cálculo de escalabilidad de la totalidad de puertos existentes.

**Tabla 3.35. Total de puertos libres y ocupados.**

<b>Total de puertos libres y ocupados</b>			
<b># de Switchs</b>	<b>Puertos ocupados</b>	<b>Puertos libres</b>	<b>% Escalabilidad</b>
32	697	265	28%

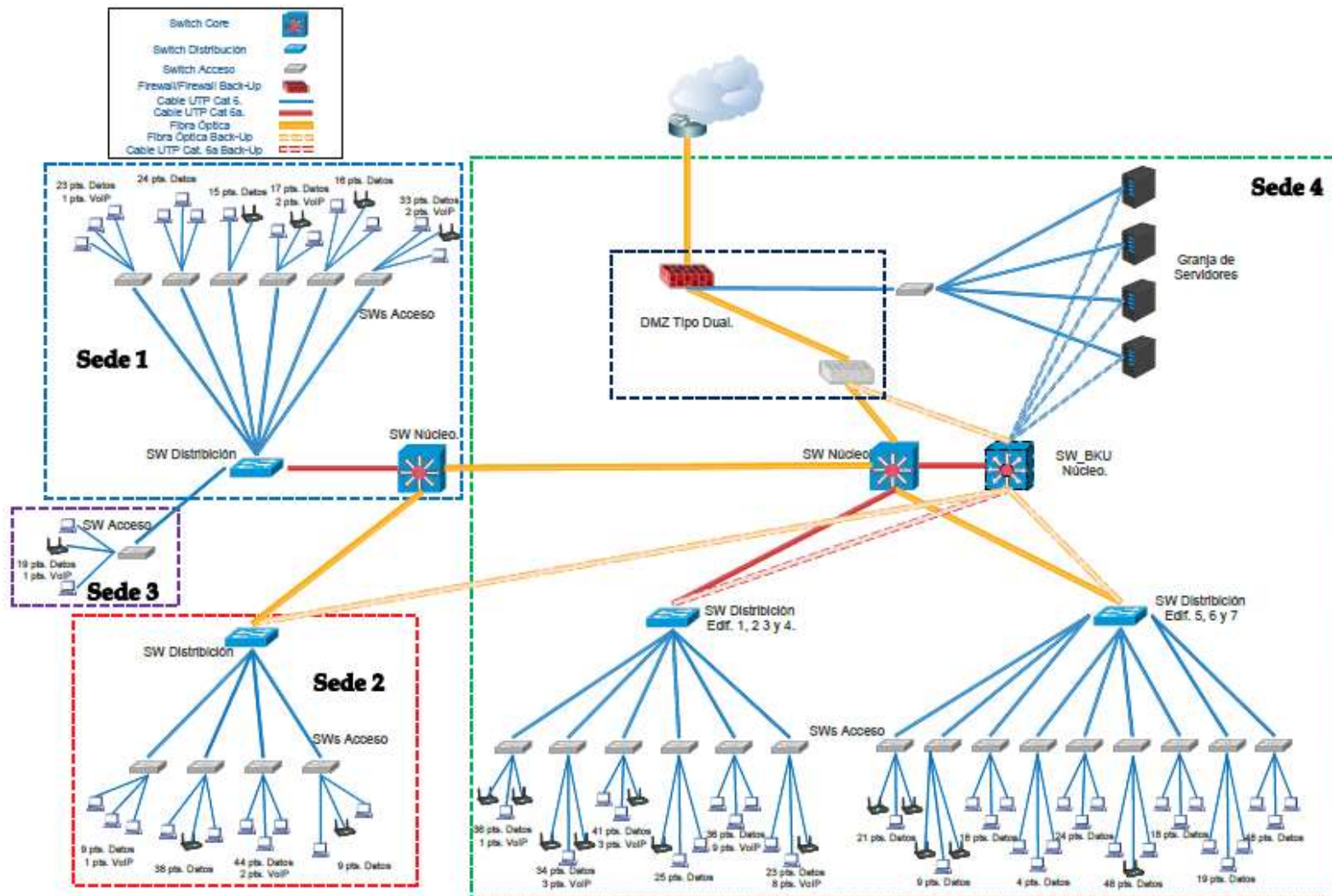


Figura 3.15. Topología total de la Red.

## **Políticas de uso y seguridad**

Ya que la seguridad es un tema de vital importancia sobre una red de comunicaciones se aplicarán una serie de políticas de uso y seguridad para los aspectos más importantes dentro de la institución, ya sea en equipos, software o cableado que pertenece a la red.

Para que esto funcione se debe instruir y explicar a los usuarios fijos e invitados sobre la manera en que estas políticas funcionarán y además estar de acuerdo en que todos estén en capacidad de cumplir con estas reglas, sobre todo para que ningún usuario tenga dificultades por desconocimiento, ya que esto no los excusa de cualquier tipo de responsabilidad, que tengan sobre algún evento que incumpla o vulnere la seguridad de los datos que viajen sobre la red.

Una vez establecidas las políticas los encargados serán los dos integrantes del personal administrativo de la red, ya que ellos estarán en constante control y mantenimiento de los equipos y sistemas de la red. Las normas se realizarán en base a todos los componentes de la institución como: usuarios, intranet, internet, correo electrónico institucional y equipos de uso frecuente. Sobre estas se hará un listado con las observaciones que son necesarias para el funcionamiento apropiado y seguro de las instalaciones informáticas.

### - *Usuarios*

Todo usuario dentro de la unidad educativa, sea profesor, estudiante o administrativo que tenga acceso permitido a un computador deberá tener una cuenta que lo posibilite a ingresar a los servicios de la institución.

Esta cuenta estará constituida por dos partes, un identificador de usuario y una contraseña y será única para cada persona. El identificador estará definido mediante el primer nombre y el primer apellido del usuario, uno a continuación del otro, en el caso de tener dos o más usuarios con el mismo identificador se usará las dos primeras letras del segundo apellido.

La contraseña dependerá de cada usuario pero deberá tener características de seguridad que se usan actualmente, es decir que como mínimo tenga un número, un

carácter especial, una letra mayúscula y tenga una longitud igual o mayor a ocho caracteres.

Una vez que un usuario posea su cuenta estará habilitado para el uso de la red y sus servicios, sin embargo cada cuenta proveerá de permisos al acceso de la red, limitando las acciones que se puedan realizar dependiendo de su propietario.

Para generar una nueva cuenta de usuario se siguen las siguientes pautas:

- El usuario nuevo perteneciente a la institución, presentará una solicitud en la cual se pide la creación de cuenta nueva a los administradores de la red, una vez analizado el tipo de usuario se genera la cuenta con los permisos equivalentes al tipo de usuario.
- Una vez creada la cuenta el nuevo usuario deberá firmar la documentación en donde se expresa el conocimiento de todas las políticas y responsabilidades del uso de la misma.
- Todos los usuarios podrán ingresar al sistema si disponen de un usuario válido con su respectiva contraseña, además los administradores no deberán generar cuentas a personas que no sean parte de la institución.
- Si se necesitará una cuenta temporal se la generará únicamente con los permisos básicos para realizar la actividad o trabajo en la que se la vaya a utilizar, una vez culminado el trabajo la cuenta será inhabilitada.
- Cada usuario tendrá tres intentos para ingresar su contraseña correctamente, en el caso de no ser favorable el ingreso la cuenta quedará inhabilitada y se deberá realizar una solicitud en la cual se pida que la cuenta se restablezca.
- Las cuentas serán eliminadas cuando el usuario al que se le asignó ya no pertenezca a la institución o cuando se tenga un periodo de inactividad superior a tres meses.

- *Intranet*

Los servidores dentro de la institución serán de acceso libre para los usuarios válidos, por tal motivo el uso y manejo de los servicios tendrán ciertas normativas para un funcionamiento apropiado:



- El servicio de aula virtual será de uso exclusivo para material estudiantil, no se permite el uso de archivos o software prohibido dentro del mismo. Cualquier archivo ingresado al servidor por un usuario y que contenga contenido inapropiado será objetivo de sanción.
- Para el servidor de notas, los usuarios podrán acceder solamente por medio de su cuenta y el manejo dentro del mismo dependerá de los permisos que cada usuario posea.
- El servicio de telefonía deberá ser de uso exclusivo para trabajos de perfil educativo y de administración, las llamadas podrán ser de varios tipos y el uso de las mismas dependerá de los usuarios que puedan acceder al dispositivo. Solo personal administrativo podrá realizar llamadas a celular o internacionales.
- Se prohíbe la administración de las configuraciones del equipo o del software instalado para el uso de telefonía, el mal uso o maltrato del equipo.
- El servidor DHCP asignará direcciones IP a los dispositivos inalámbricos que logren realizar una conexión mediante su cuenta de usuario, queda prohibido configurar direcciones IP que se encuentren dentro del rango DHCP de manera estática.
- En el caso de encontrarse un fallo en los servicios se informará por la vía que sea necesaria inmediatamente al personal encargado de la red, además los usuarios deberán estar en constante chequeo de cualquier aviso que los administradores puedan presentar.

- *Internet*

El uso de este servicio cada vez más solicitado y que maneja una gran cantidad de información necesita reglas de uso para evitar peligros que puedan ser perjudiciales para la red.

Para el correcto funcionamiento y uso se presenta las siguientes normativas dispuestas por autoridades de la institución:

- Este servicio estará activo desde las 07:30 a 15:30 horas y se permite solo el uso para actividades laborales, para evitar el uso excesivo del ancho de banda.

- Se prohíbe la descarga de archivos o aplicaciones de orígenes poco seguros o de dudosa procedencia, mucho menos el uso de estos archivos ya que podrían tener virus o facilitar el ingreso de los mismos, si un usuario necesita de cierto software se solicitará a los encargados de la red.
- El acceso a los sitios Web estará restringido por tipo el usuario que ocupe la red, además queda prohibido el ingreso a sitios web de entretenimiento, redes sociales, pornografía o de contenido indebido que pueda herir la integridad personal.
- Queda prohibido la publicación de información perteneciente a la institución en sitios personales o de acceso público sin el permiso o autorización del encargado de la información.

- *Correo Electrónico Institucional*

El propósito fundamental de este servicio es unificar la comunicación y la información con respecto a cualquier actividad o plan que se desarrolle dentro de la institución.

El uso de este servicio debe realizarse de la mejor manera y solamente por los usuarios registrados, las políticas a tomar en cuenta son:

- Solo dispondrán este servicio los usuarios registrados como parte de la institución; para la creación de una nueva cuenta correo electrónico se deberá solicitar por medio de un correo de uso personal; una vez generada la cuenta el usuario deberá acercarse a la oficina de los administradores de la red para firmar un documento en el cual se presentan las normas de uso del mismo.
- El servicio de correo institucional como su nombre lo indica es de uso exclusivo de la institución. Los correos no podrán contener archivos adjuntos en el cual el tamaño no supere los 10 MB.
- La capacidad del buzón de correo serán 500 MB, el usuario tendrá conocimiento de cuanto ha ocupado en capacidad de su buzón, por lo que de ellos dependerá que su almacenamiento no se agote al eliminar correos no deseados.
- Es prohibido enviar correos de contenido inadecuado, y que falten el respeto a cualquier persona perteneciente o no a la institución. Queda totalmente

prohibido suplantar identidad mediante un correo para obtener información que atente a la confidencialidad de los usuarios.

- La opción de confirmación de lectura queda a consideración de los usuarios siempre y cuando el correo enviado sea de suma importancia.
- Se deberá tener cuidado al responder a correos de dudosa procedencia en los que se intente obtener información financiera o personal, de igual manera al descargar o abrir archivos adjuntos recibidos que no sean de una fuente confiable.
- Se deberá evitar usar la opción de Responder a todos, a menos que el mensaje sea de interés de todos los usuarios que participan del correo.

- *Equipos de uso frecuente.*

Dentro de la institución se encontrarán variedad de equipos que serán utilizados frecuentemente, por tal motivo se deberá tratar de preservar los mismos.

Equipos como computadores, monitores, impresoras son equipo en los cuales se necesita avalar un buen tiempo de vida útil, por lo tanto se definen políticas de uso y seguridad tales como:

- Todo equipo que no esté presente en los laboratorios de informática será entregado al usuario administrativo o docente mediante un documento en el cual se especifique todas las características del equipo más sus periféricos.
- Los equipos presentes en el laboratorio serán de responsabilidad del docente encargado, los estudiantes que ocupen los equipos deberán usarlo únicamente para el trabajo asignado, si un estudiante realizará daños y se le comprobará su responsabilidad, el será el encargado de reconocer el valor económico del equipo o sustituir el mismo con otro de las mismas características.
- Estará prohibido la instalación de software que no sea de uso institucional. Además todo dispositivo extraíble deberá ser analizado por el antivirus instalado en el equipo previo a su uso.
- La modificación del software instalado con anterioridad en los equipos queda totalmente prohibida. No se podrá desmontar ningún equipo o periférico por personal que no sea del área de administración de la red.

- Cuando un usuario ocupe un equipo de uso múltiple deberá dejar el dispositivo sin ninguna sesión personal abierta.
- Ninguna dirección IP estática que se asigne a un equipo deberá ser modificada por los usuarios.
- Los equipos de impresión se deberán usar con cuidado y los insumos se deberán manejar con responsabilidad, el uso está restringido para la institución.
- En el caso de existir daños en algún equipo, los usuarios deberán informar de manera inmediata al personal administrativo de la red.
- Solo los administradores de la red tendrán acceso a los equipos pertenecientes a la red, como Switches, Access Points, Servers, etc.
- Para la necesidad de movilidad de algún equipo se informará al personal de administración ya que solo ellos podrán realizar este tipo de trabajos.
- Los equipos de uso personal como PCs portátiles o celulares, no tendrán administración por parte de la institución.

### **Análisis de Equipos.**

Después de realizar el análisis de lo necesario para conformar la Red Activa, esta precisa de ciertos requerimientos mínimos sobre sus equipos; ya sea de Núcleo, Distribución o Acceso; para que el funcionamiento sea de buena calidad.

Ya que la topología está separada en sus tres capas, cada una de estas tendrá sus distintas especificaciones para cada uno de sus equipos, las especificaciones más importantes para definir los equipos serán: puertos, administración, estándares, protocolos, seguridad y parámetros eléctricos.

Cabe recalcar que su tamaño y funcionamiento sobre ciertas características ambientales son importantes, se escogerá dispositivos que sean instalables en racks de 19 pulgadas y que sean tolerantes a temperaturas entre 0° a 30° sin alterar su funcionamiento.

En cuanto a los estándares y protocolos, sobre todas las capas se necesitarán las mismas características, por lo tanto a continuación se presenta una lista de todos los estándares que los equipos deberán estar en la capacidad de manejar:

- 802.1d: Protocolo Spanning Tree
- 802.1p: Prioridades de Tráfico
- 802.1q: Virtual Local Area Networks
- 802.1w: Protocolo Spanning Tree Rápido.
- 802.3u: Fast Ethernet 100Base T
- 802.3x: Full Duplex y Control de Flujo Ethernet
- 802.3z: Parámetros Gigabit Ethernet
- 802.3ab: Gigabit Ethernet sobre UTP
- 802.1ax: Protocolo de control de agregación de Link.

Después de un análisis conjunto hay características que cada nivel jerárquico requiere por lo tanto se hace un análisis para cada nivel.

### **Switch de Núcleo.**

Dentro de la red se necesitarán 3 Switchs de Núcleo los cuales serán de las mismas características, ya sean estas físicas, de capa 3 o 2 para tener las mejores prestaciones sobre el funcionamiento de la topología.

Los equipos deberán contar con un mínimo de 4 puertos para fibra óptica y 8 puertos de conexión mediante cable de cobre de 100/1000 Mbps, además debe contar con una capacidad de backplane de 24 Gbps, calculados por el número de puertos mínimos que deberá contar el equipo.

En lo que respecta al rendimiento el dispositivo deberá soportar una alta tolerancia en cuanto a tablas de enrutamiento y direcciones MAC, todo esto con una latencia baja. El equipo tendrá que ser administrable mediante diferentes modos, ya sea línea de comandos, interfaz grafica Web o Telnet/SSH, y serán administrables de manera remota.

Se tendrá que manejar características de capa 2 como son: vlans y soporte de protocolo spanning tree; y en capa 3 se debe tener especificaciones como funcionamiento de: ACL, enrutamiento estático e inter-vlans y además debe soportar configuración para un servicio de DHCP. Deberá operar con características de seguridad como contraseñas sobre todas las interfaces administrables y debe contar con la función AAA para mejor seguridad.

En cuanto a parámetros eléctricos funcionará sobre 110V y a una frecuencia de 60Hz, con fuentes de alimentación redundantes.

**Tabla 3.36. Requerimientos mínimos para switch de Núcleo.**

Parámetros	Requerimiento	Justificación
Puertos de Fibra GbE a 10GbE	4	Se ha considerado el valor crítico el cual usa tres puertos para sus conexiones principales y dejar uno de back-up por crecimiento de la red
Puertos Ethernet 100/1000 Mbps	8	Por la necesidad de tener 4 servidores y dejar 4 puertos de back-up uno por servidor
Capacidad de Conmutación mínima	24Gbps	Cálculo realizado de acuerdo al número de puertos y la capacidad de los mismos
Tamaño	1 UR	Para que se adapte al rack a usarse
Procesador y memoria	512 MB SD RAM, 256 MB FLASH	Debido a la capacidad de conmutación es lo mínimo que debe presentar para el manejo de la información
Temperatura	0° a 30° sin alterar su funcionamiento	Temperatura que se va a garantizar en el área donde se encuentren los equipos
Administración sobre	Telnet/SSH	Facilidad de administración.
	CLI	
	Web	
Capa 2	Vlan	Funciones necesarias dentro de las configuraciones que se van a hacer.
	STP	
Capa 3	Server DHCP	Para no manejar un servidor extra.
	Enrutamiento Estático	Por no tener un router externo.
	Enrutamiento Inter-Vlan	
	ACL	Clasificación de niveles de acceso por usuarios
Estándares	802.1p	Compatibilidad con los demás equipos y funciones.
	802.1q	

Parámetros	Requerimiento	Justificación
Estándares	802.1u	
	802.3ab	
	802.3z	
	802.3d	
	802.3ad	
Seguridad	AAA	Garantizar confiabilidad
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	Suministro de la red nacional interconectada

Partiendo de estos requerimientos se ha visto la necesidad de analizar tres marcas comerciales que podrían servir para el proyecto, DELL, CISCO, Y TRENDNET.

**Tabla 3.37. Especificaciones técnicas SW Dell. [56]**

DELL N3024	
Puertos	24 puertos Gigabit Ethernet 4 puertos SFP 1 puerto consola
Capacidad de conmutación	212 Gbps
Tamaño	1 UR
Procesador y memoria	1 GB SD RAM, 256 MB FLASH
Temperatura	0° a 45° C
Administración	Broadcast Storm Control, Dynamic VLAN Support (GVRP), soporte de VLAN basado en protocolo, soporte de Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP), colas ponderadas de Round Robin (WRR), autonegociación, imágenes de firmware dual, control de flujo, conmutación de capa 2, conmutación de capa 3, reenvío de puertos, Ethernet de energía eficiente, duplicación de puertos, ventiladores redundantes, apilables, VLAN etiquetada, protocolo de registro de VLAN genérico (GVRP), soporte LLDP, protocolo de control de agregación de enlace (LACP), interruptor MDI / MDI-X, soporte de protocolo de múltiples árboles de expansión (MSTP), control de acceso a la red (NAC), Árbol de expansión rápida por VLAN (PVRST)
MTBF	151,400 horas

Estándares	IEEE 802.1ab IEEE 802.1D IEEE 802.1p IEEE 802.1Q IEEE 802.1s IEEE 802.1v IEEE 802.1w IEEE 802.1x IEEE 802.2 IEEE 802.3 IEEE 802.3ab IEEE 802.3ac IEEE 802.3ad IEEE 802.3ae IEEE 802.3az IEEE 802.3u IEEE 802.3x IEEE 802.3z
Seguridad	Dell IP Address Filtering Dell Tiered Authentication Dell RSPAN
Suministro eléctrico	110/120 V AC 60 Hz
Garantía	3 años
Precio	\$2.319,79



Figura 3.16. Switch DELL N3024. [56]

Tabla 3.38. Especificaciones técnicas SW Cisco. [57]

CISCO SG550X 24	
Puertos	24 puertos Fast Ethernet 4 puertos 10 Giga Ethernet 2 puertos 10 Giga Ethernet cobre/SFP+ 2 puertos SFP+
Capacidad de conmutación	84.8 Gbps de throughput
Tamaño	1 UR
Procesador y memoria	512 MB SD RAM, 256 MB FLASH
Temperatura	0° a 50° C



<b>CISCO SG550X 24</b>	
Administración	Utilidad de configuración de switch integrada para facilitar la configuración de dispositivos basada en navegador (HTTP/HTTPS). Admite el modo simple y avanzado, la configuración, los asistentes, el panel personalizado, el mantenimiento del sistema, el monitoreo, la ayuda en línea y la búsqueda universal. SNMP versiones 1, 2c y 3 compatibles con capturas y modelo de seguridad basado en el usuario (USM) para SNMP versión 3.
MTBF	581,004 horas
Estándares	Ethernet IEEE 802.3, 100BASE-TX Fast Ethernet, IEEE 802.3u, 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3ab, Protocolo de control de agregación de enlaces IEEE 802.3ad, Gigabit Ethernet IEEE 802.3z, Ethernet para fibra IEEE 802.3ae de 10 Gbit/s para LAN Ethernet para cable de cobre de par trenzado, IEEE 802.3an 10GBase-T de 10 Gbit/s, Control de flujo IEEE 802.3x, IEEE 802.1D (STP, GARP y GVRP), VLAN IEEE 802.1Q/p STP rápido, IEEE 802.1w STP múltiple, IEEE 802.1s, Autenticación del acceso al puerto IEEE 802.1X, IEEE 802.3af, IEEE 802.3at,+C6 protocolo de detección de capa de enlace IEEE 802.1AB, IEEE 802.3az.
Seguridad	AAA
Suministro eléctrico	100 - 240 V 47 - 63 Hz, interna, universal.
Garantía	Garantía limitada de por vida con reemplazo avanzado al siguiente día hábil (NBD)
Precio	\$1.957,69



**Figura 3.17. Switch Cisco SG550X. [57]**

**Tabla 3.39. Especificaciones técnicas SW Trendnet. [58]**

<b>TRENDNET TEG-204WS</b>	
Puertos	16 puertos Gigabit, 4 puertos Gigabit compartidos (RJ-45/SFP)
Capacidad de conmutación	40 Gbps
Tamaño	1 UR
Procesador y memoria	No especificado
Temperatura	(-5°) a 50° C
Administración	GUI basada en Internet de HTTP/HTTPS (SSL v2/3 TLS) SNMP v1, v2c, v3 RMON v1 Dirección MAC estática Unicast Habilitación/deshabilitación de ahorro de energía 802.3az LLDP y LLDP-MED Prueba virtual de diagnóstico de cables IPv6: Detección de vecino IPv6 (IP de IPv6 estática y autoconfiguración)
MTBF	836,519 horas
Estándares	IEEE 802.1d IEEE 802.1p IEEE 802.1Q IEEE 802.1s IEEE 802.1w IEEE 802.1X IEEE 802.1ab IEEE 802.3 IEEE 802.3u IEEE 802.3x IEEE 802.3z IEEE 802.3ab IEEE 802.3ad IEEE 802.3az
Seguridad	Autenticación local de usuario
Suministro eléctrico	100 –240V AC y 50/60Hz
Garantía	3 años
Precio	\$1.699,99



**Figura 3.18. Switch Trendnet TEG-204WS. [58]**

En base a estas características se ha hecho una comparación de las tres marcas en base a los requerimientos necesarios para un funcionamiento adecuado de la red, tomando en cuenta las características de los equipos presentados previamente.

**Tabla 3.40. Comparativa de equipos a escoger.**

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	DELL	CISCO	TRENDNET
Puertos de Fibra GbE a 10GbE	4	x	x	x
Puertos Ethernet 100/1000 Mbps	6	x	x	x
Capacidad de Conmutación	24Gbps	x	x	x
Tamaño	1 UR	x	x	x
Procesador y Memoria	512 MB SD RAM, 256 MB FLASH	x	x	x
Temperatura	0° a 30°	x	x	x
Administración sobre	Telnet/SSH	x	x	x
	CLI	x	x	x
	Web	x	x	x
Capa 2	Vlan	x	x	x
	STP	x	x	x
Capa 3	Server DHCP		x	
	Enrutamiento Estático	x	x	x
	Enrutamiento Inter-Vlan	x	x	x
	ACL	x	x	x
Estándares	802.1p	x	x	x
	802.1q	x	x	x
	802.1u	x	x	x

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	DELL	CISCO	TRENDNET
	802.3ab	x	x	x
	802.3z	x	x	x
	802.3d	x	x	x
	802.3ad	x	x	x
Seguridad	AAA		x	
Suministro eléctrico	110/120 60Hz	x	x	x

Después de analizar la tabla se llega a la conclusión que el equipo más adecuado es el de Cisco N550X 24 ya que con respecto a sus similares nos brinda una mayor facilidad de administración y a su vez nos permite tener incorporado un servidor DHCP totalmente configurable, fundamental para la red a implementar.

### **Switch de Distribución.**

Los Switch de Distribución manejarán iguales características de capa 2 para tener las mejores prestaciones sobre el funcionamiento de la topología, y cumpliendo estándares que le den la mejor calidad a la red.

Los equipos deberán contar con un mínimo de 2 puertos para fibra óptica y 10 puertos de conexión mediante cable de cobre de 100/1000 Mbps, además debe contar con una capacidad de backplane de 26 Gbps, calculados por el número de puertos mínimos que deberá contar el equipo.

El equipo tendrá que ser administrable mediante diferentes modos, ya sea línea de comandos, interfaz gráfica Web o Telnet/SSH, y serán administrables de manera remota.

Se tendrá que manejar características de capa 2 como son: vlans y soporte de protocolo spanning tree; Deberá operar con características de seguridad como contraseñas y encriptación de las mismas sobre todas en las interfaces administrables.

En cuanto a parámetros eléctricos funcionará sobre 110V y a una frecuencia de 60Hz, con fuentes de alimentación redundantes.

**Tabla 3.41. Requerimientos mínimos para switch de Distribución.**

Parámetros	Requerimiento	Justificación
Puertos de Fibra GbE a 10GbE	2	Garantizan la conexión principal y el back-up hacia capa de core.
Puertos Ethernet 100/1000 Mbps	10	Permite conectar la capa de acceso.
Capacidad de Conmutación	24Gbps	Cálculo realizado de acuerdo al número de puertos y la capacidad de los mismos
Tamaño	1 UR	Para que se adapte al rack a usarse
Procesador y memoria	128 MB SD RAM, 16 MB FLASH	Debido a la capacidad de conmutación es lo mínimo que debe presentar para el manejo de la información
Temperatura	0° a 30° sin alterar su funcionamiento	Temperatura que se va a garantizar en el área donde se encuentren los equipos
Administración sobre	Telnet/SSH	Facilidad de administración.
	CLI	
	Web	
Capa 2	Vlan, Vlan Trunk	Funciones necesarias dentro de las configuraciones que se van a hacer.
	STP, RSTP	
Estándares	802.1p	Compatibilidad con los demás equipos y funciones.
	802.1q	
	802.1u	
	802.3ab	
	802.3z	
	802.3d	
802.3ad		
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	Suministro de la red nacional interconectada

Con estas características se han analizado los siguientes equipos con las mismas marcas que se uso para el switch de núcleo.

**Tabla 3.42. Especificaciones técnicas SW Dell. [59]**

DELL N2024	
Puertos	24 puertos Giga Ethernet 4 puertos SFP 1 puerto consola
Capacidad de conmutación	172 Gbps
Tamaño	1UR
Procesador y memoria	1 GB SD RAM, 256 MB FLASH
Temperatura	0° A 45° C
Administración	RADIUS, Secure Shell (SSH), TACACS+, TFTP, Telnet
MTBF	117,440 horas
Estándares	802.1AB LLDP, 802.1D Bridging, Spanning Tree 802.1p Ethernet Priority 802.1Q VLAN Tagging, Double VLAN Tagging, GVRP 802.1S Multiple Spanning Tree (MSTP) 802.1v Protocol-based VLANs 802.1W Rapid Spanning Tree (RSTP) Dell RSTP-Per VLAN (compatible with Cisco's RPVST+) 802.1X Network Access Control, Auto VLAN 802.2 Logical Link Control 802.3 10BASE-T 802.3ab Gigabit Ethernet (1000BASE-T) 802.3ac Frame Extensions for VLAN Tagging 802.3ad Link Aggregation with LACP 802.3ae 10 Gigabit Ethernet (10GBASE-X) 802.3az Energy Efficient Ethernet (EEE) 802.3u Fast Ethernet (100BASE-TX) on Management Ports 802.3x Flow Control 802.3z Gigabit Ethernet (1000BASE-X)
Suministro eléctrico	110/120 V AC 60 Hz.
Garantía	3 años
Precio	\$714,75



**Figura 3.19. Switch Dell N2024. [59]**

**Tabla 3.43. Especificaciones técnicas SW Cisco. [60]**

<b>CISCO SG-200-18</b>	
Puertos	16 puertos Giga Ethernet 2 Giga Ethernet combinados 1 puerto consola
Capacidad de conmutación	36 Gbps
Tamaño	1UR
Procesador y memoria	128 MB SD RAM, 16 MB FLASH
Temperatura	0° A 40° C
Administración	Interfaz de usuario web, Protocolo simple de administración de redes (SNMP), MIB, Supervisión remota (RMON), Actualización de firmware, Puertos reflejados, Creación de reflejo de VLAN, HTTP, RADIUS, puertos reflejados, actualización TFTP, cliente DHCP, BOOTP, SNTP, ping, syslog
MTBF	68,033 horas
Estándares	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet, IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet, IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3ad LACP, IEEE 802.3z Gigabit Ethernet, Control de flujo IEEE 802.3x, IEEE 802.1D (STP), IEEE 802.1Q/p VLAN, IEEE 802.1w RSTP, IEEE 802.1X, IEEE 802.3af,
Suministro eléctrico	100 V-240 V, 1,0-0,5 A, 50-60 HZ
Garantía	Limitada de por vida
Precio	\$312,16



**Figura 3.20. Switch Cisco SG-200-18. [60]**

**Tabla 3.44. Especificaciones técnicas SW Trendnet. [61]**

<b>TRENDNET TL2G244</b>	
Puertos	24 puertos Giga Ethernet 4 SFP compartidas cobre/SFP+
Capacidad de conmutación	48 Gbps
Tamaño	1UR
Procesador y memoria	4 MB SD RAM
Temperatura	0° A 45° C
Administración	SNMP v1/ Web/Telnet/Console, Asymmetric VLAN 802.1Q VLAN marcada y GVRP dinámica Hasta 256 grupos estáticos/dinámicos, Compatibilidad con fisionelGMP v1,v2 Hasta 64 entradas multicast, Aprendizaje de dirección MAC, ACL L2/L3/L4 autenticación de usuario.
MTBF	806,202 hours
Estándares	IEEE 802.3 10Base-T, IEEE 802.3u 100Base-TX, IEEE 802.3ab 1000Base-T, IEEE 802.3z Gigabit fiber SX/LX, IEEE 802.3x control de flujp contrapresión, Trunking de puertos IEEE 802.3ad con LACP, IEEE 802.1d Spanning Tree, IEEE 802.1w Rapid Spanning Tree, IEEE 802.1s Multiple Spanning Tree (MSTP), IEEE 802.1p calidad de servici/ clase de servicios(QoS/CoS) IEEE 802.1Q VLAN Tag
Suministro eléctrico	100~240VAC, 50/60Hz
Garantía	3 años
Precio	\$270,26



**Figura 3.21. Switch Trendnet TL2G244. [61]**



Con base a las características de cada equipo y los requerimientos se procede a hacer una comparación entre estos.

**Tabla 3.45. Comparativa de equipos de Distribución.**

Parámetros	Requerimiento	Dell	Cisco	Trendnet
Puertos de Fibra GbE a 10GbE	2	x	x	x
Puertos Ethernet 100/1000 Mbps	10	x	x	x
Capacidad de Conmutación	24Gbps	x	x	x
Tamaño	1 UR	x	x	x
Procesador y memoria	128 MB SD RAM, 16 MB FLASH	x	x	x
Temperatura	0° a 30° sin alterar su funcionamiento	x	x	x
Administración sobre	Telnet/SSH	x	x	x
	CLI	x	x	x
	Web	x	x	x
Capa 2	Vlan, Vlan Trunk	x	x	x
	STP, RSTP	x	x	x
Estándares	802.1p	x	x	x
	802.1q	x	x	x
	802.1u	x	x	x
	802.3ab	x	x	x
	802.3z	x	x	x
	802.3d	x	x	x
Suministro eléctrico	802.3ad	x	x	x
	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	x	x	x

Una vez estudiada la tabla comparativa y valores, se ha escogido el Switch de marca Cisco, porque cumple con las características básicas, además de que tiene una mayor escalabilidad en lo que puertos SFP se refiere.

### **Switch de Acceso.**

Tendrán características similares a las de switch de distribución con las diferencias de que se va a necesitar un mínimo de 48 puertos de conexión mediante cable de cobre 100/1000 Mbps para interconectar los equipos que se van a tener en los diferentes

espacios sobre todo en los laboratorios de donde se saca este valor referencial y su capacidad de backplane debe ser al menos de 100 Gbps, así se han analizado los siguientes equipos.

**Tabla 3.46. Especificaciones técnicas SW D-Link. [62]**

<b>D-LINK DGS-1210-52 48</b>	
Puertos	48 Puertos 10/100/1000 Mbps, 4SFP
Capacidad de conmutación	104 Gbps
Tamaño	1UR
Procesador y memoria	128 MB SD RAM, 16 MB FLASH
Temperatura	(-5)° A 50° C
Administración	GUI basada en Web • Utilidad D-Link Network Assistant • CLI Compacto • Servidor Telnet • Cliente TFTP • SNMP
MTBF	481,624 horas
Estándares	IEEE 802.3i 10BASE-T Ethernet (cobre de par trenzado) IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet (cobre de par trenzado) IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet (cobre de par trenzado) Cumple con IEEE 802.3az Negociación automática Control de flujo IEEE 802.3x TCP/IP Normas adicionales para DGS-1210-28P: IEEE802.3, IEEE802.3u, IEEE802.3ab IEEE802.3af IEEE802.3at IEEE802.3az IEEE802.3z
Suministro eléctrico	100 a 240 VAC 50/60 Hz
Garantía	No especificada
Precio	\$330,99



Figura 3.22. Switch D-Link DJS-1210-52 48. [62]

Tabla 3.47. Especificaciones técnicas SW Cisco. [63]

Cisco SG500-52-K9-NA	
Puertos	48 puertos 10/100/1000 4 puertos Gigabit Ethernet (2 puertos combinados* Gigabit Ethernet más 2 puertos SFP 1GE/5GE)
Capacidad de conmutación	120 Gbps
Tamaño	1UR
Procesador y memoria	256 MB SD RAM, 32 MB FLASH
Temperatura	0° A 40° C
Administración	Utilidad de configuración de switch integrada para facilitar la configuración de dispositivos basada en navegador (HTTP/HTTPS). Admite configuración, tablero del sistema, mantenimiento del sistema y supervisión. SNMP versiones 1, 2c y 3 compatibles con capturas y modelo de seguridad basado en el usuario (USM) para SNMP versión 3
MTBF	154,250 horas

<b>Cisco SG500-52-K9-NA</b>	
Estándares	IEEE 802.3 10BASE-T Ethernet IEEE 802.3u 100BASE-TX Fast Ethernet IEEE 802.3ab 1000BASE-T Gigabit Ethernet, IEEE 802.3ad LACP, IEEE 802.3z Gigabit Ethernet, Control de flujo IEEE 802.3x, IEEE 802.1D (STP), IEEE 802.1Q/p VLAN, IEEE 802.1w RSTP, IEEE 802.1X, IEEE 802.3af,
Suministro eléctrico	100–240V 47–63 Hz, interna, universal
Garantía	Garantía limitada de por vida con reemplazo avanzado al siguiente día hábil.
Precio	\$1.008,60



Figura 3.23. Switch Cisco SG500-52-K9-NA. [63]

Tabla 3.48. Especificaciones técnicas SW Trendnet. [64]

<b>TRENDNET TL2G448</b>	
Puertos	48 Giga Ethernet 4 SFP compartidas
Capacidad de conmutación	96 Gbps
Tamaño	1UR
Procesador y memoria	1 MB SD RAM
Temperatura	0° A 45° C

<b>TRENDNET TL2G448</b>	
Administración	CLI (consola / Telnet / SSHv2) GUI basada en Internet de HTTP / HTTPS (SSL v2 / 3 TLS) SNMP v1, v2c, v3 RMON v1 Dirección MAC estática Unicast Habilidad / deshabilitación de ahorro de energía 802.3az LLDP Prueba virtual de cables IPv6: Detección de vecino IPv6, IP estática de IPv6, DHCPv6 y configuración automática
MTBF	527,110 horas
Estándares	IEEE 802.1d IEEE 802.1p IEEE 802.1Q IEEE 802.1S IEEE 802.1w IEEE 802.1X IEEE 802.1ab IEEE 802.3 IEEE 802.3u IEEE 802.3x IEEE 802.3z IEEE 802.3ab IEEE 802.3ad IEEE 802.3az
Suministro eléctrico	100 –240 V AC y 50/60Hz
Garantía	3 años
Precio	\$549,99



Figura 3.24. Switch Trendnet TL2G448. [64]

Con las características de estos equipos se ha hecho la siguiente comparación.

**Tabla 3.49. Comparativa de equipos de Acceso.**

Parámetros	Requerimiento	Dell	Cisco	Trendnet
Puertos de Fibra GbE a 10GbE	2	x	x	x
Puertos Ethernet 100/1000 Mbps	48	x	x	x
Capacidad de Conmutación	100Gbps	x	x	x
Tamaño	1 UR	x	x	x
Procesador y memoria	128 MB SD RAM, 16 MB FLASH	x	x	x
Temperatura	0° a 30° sin alterar su funcionamiento	x	x	x
Administración sobre	Telnet/SSH	x	x	x
	CLI	x	x	x
	Web	x	x	x
Capa 2	Vlan, Vlan Trunk	x	x	x
Estándares	802.1p	x	x	x
	802.1q	x	x	x
	802.1u	x	x	x
	802.3ab	x	x	x
	802.3z	x	x	x
	802.3d	x	x	x
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	x	x	x
		x	x	x

Con lo cual se define que el equipo que se va a usar para la capa de acceso será el Cisco SG500-52-K9-NA ya que sus características cumplen con las necesidades de la red además que se adapta a las características de administración por ser de la misma marca de los anteriores, también se escoge este modelo debido a que como se aprecia en el valor de mtbf son mucho más tolerantes a fallas y brindará un disponibilidad mayor a la red.

## Servidores.

En cuanto se refiere a los equipos que se usará como servidores para los diferentes servicios de la red estos también deberán presentar características que soporten todo lo que la red necesita es por esto que se han analizado las siguientes características para estos equipos.

**Tabla 3.50. Requerimientos mínimos para Servidores.**

Parámetros	Requerimiento	Justificación
Procesador y memoria	1,4 GHz; 2Gb	Debido a la alta ocupación del equipo es el mínimo que se debe presentar para el manejo de la información
Disco Duro	160 Gb	Capacidad mínima para un trabajo sin inconvenientes
Adaptador de red	Ethernet Gigabit 10/100/1000baseT	Comunicación hacia la red a una velocidad que no disminuya sus características.
Internet	Accesos a internet	Conectividad.
Sistemas operativos	Win8.1, 8, 8, Macintosh OS X 10.5	Adaptabilidad a varios servicios.
Adicionales	Puertos USB	Conectividad.

Una vez obtenidos los equipos se realiza un análisis de las tres marcas a tomar en cuenta.

**Tabla 3.51. Especificaciones técnicas servidor Dell. [65]**

DELL T-130-Q4-T130H1	
Procesador y memoria	3,9GHZ, 64Gb RAM
Disco Duro	4 discos duros de 3,5"
Adaptador de red	Broadcom BCM5720
Internet	Conexión a Internet
Sistemas operativos	Microsoft® Windows Server® 2012 Microsoft Windows Server 2012 R2, x64 Microsoft® Windows Server® 2016 Red Hat® Enterprise Linux® VMware vSphere® ESXi® SUSE® Linux Enterprise Server®

<b>DELL T-130-Q4-T130H1</b>	
Adicionales	8 puertos USB en total: Parte posterior: 2 USB 3.0 más 4 USB 2.0 Parte frontal: 1 USB 2.0 más 1 USB 3.0
Precio	\$1.394,99



Figura 3.25. Servidor Dell T-130-Q4-T130H1. [65]

Tabla 3.52. Especificaciones técnicas Servidor Cisco. [66]

<b>CISCO UCS-SP12-C220-M4-E1</b>	
Procesador y memoria	2,2 GHZ, 3 DIMMS
Disco Duro	64GB
Adaptador de red	Quad Port Intel i350 1GbE RJ45 Network Interface Card (NIC)
Internet	Conexión a Internet
Sistemas operativos	Microsoft® Windows Server® 2012 Microsoft Windows Server 2012 R2, x64 Microsoft® Windows Server® 2016 Red Hat® Enterprise Linux® VMware vSphere® ESXi® SUSE® Linux Enterprise Server®
Adicionales	DVD-RW
Precio	\$3.794,90





**Figura 3.26. Servidor Cisco UCS-SP12-C220-M4-E1. [66]**

**Tabla 3.53. Especificaciones técnicas servidor HP. [67]**

HP ML10-G4400	
Procesador y memoria	3,3GHZ, 64 GB
Disco Duro	SATA 64 GB
Adaptador de red	Intel I219LM
Internet	Conexión a Internet
Sistemas operativos	Microsoft® Windows Server® 2012 Microsoft Windows Server 2012 R2, x64 Microsoft® Windows Server® 2016 Red Hat® Enterprise Linux® VMware vSphere® ESXi® SUSE® Linux Enterprise Server®
Adicionales	2 x DisplayPort 1 x LAN (Gigabit Ethernet) 4 x USB 3.0 3 x USB 2.0 (2 delanteros, 1 interno)
Precio	\$759,00



**Figura 3.27. Servidor HP ML10-G4400. [67]**

Una vez presentados los equipos se procede a realizar el cuadro comparativo de características mínimas.

**Tabla 3.54. Comparativa de equipos.**

Parámetros	Requerimiento	Dell	Cisco	HP
Procesador y memoria	1,4 GHZ, 2Gb	x	x	x
Disco Duro	160 Gb	x	-	-
Adaptador de red	Ethernet Gigabit 10/100/1000baseT	x	x	x
Internet	accesos a internet	x	x	x
Sistemas operativos	Win8.1, 8, 8, Macintosh OS X 10.5	x	x	x
Adicionales	Puertos USB	x	x	x

El equipo a utilizar es el servidor Dell ya que además de cumplir con todas las características tiene un precio accesible.

### **Teléfonos IP.**

De lo visto anteriormente se observa una necesidad de equipo de telefonía IP que cumpla los requisitos, los equipos deberán soportar estas características para su correcto funcionamiento, así como también deben ser compatibles para funcionar sobre la plataforma de ELASTIX que será el servidor que se va a utilizar para este servicio.

**Tabla 3.55. Requerimientos mínimos para teléfonos IP.**

Parámetros	Requerimiento	Justificación.
Puertos Ethernet 10/100 Mbps	2	Comunicación hacia la red a una velocidad que no disminuya sus características.
Cuenta SIP	1	Cuenta necesaria para la comunicación.
Protocolos	SIP	Protocolo usado en base al servidor.
Estados de llamada	1	Único estado de llamada.
Tecnología	Basado en Linux	Sistema operativo en el que funciona el servidor
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	Adaptabilidad a problemas eléctricos.
CODEC	G.722	Códec necesario para el servidor.

Se ha realizado un análisis de tres marcas de Teléfonos IP del mercado.

**Tabla 3.56. Especificaciones técnicas Panasonic. [68]**

<b>PANASONIC KX-HDV130</b>	
Puertos Ethernet 10/100 Mbps	2
Cuenta SIP	2
Protocolos	SIP
Estados de llamada	2
Tecnología	Linux , Windows
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.
Precio	\$57,95
Códec	G.722, G.711a-law, G.711u-law, G.729a



**Figura 3.28. Teléfono IP Panasonic KX-HDV130. [68]**

**Tabla 3.57. Especificaciones técnicas teléfono Grandstream. [69]**

<b>GRANDSTREAM GXP1610</b>	
Puertos Ethernet 10/100 Mbps	2
Cuenta SIP	1
Protocolos	SIP
Estados de llamada	2
Tecnología	Linux , Windows
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.
Precio	\$43,95
Códec	G.722



Figura 3.29. Teléfono IP Grandstream GXP1610. [69]

Tabla 3.58. Especificaciones técnicas Teléfono Yealink. [70]

YEALINK T-18	
Puertos Ethernet 10/100 Mbps	1
Cuenta SIP	1
Protocolos	SIP, NAT
Estados de llamada	1
Tecnología	Linux , Windows
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.
Precio	\$52,12
Códec	G.722, G.711, G.723.1, F.726



Figura 3.30. Teléfono Yealink T-18. [70]

Con estas características se han comparado las tres marcas de la siguiente manera:

Tabla 3.59. Comparativa de equipos telefónicos.

Parámetros	Requerimiento	Panasonic	Grandstream	Yealink
Puertos Ethernet 10/100 Mbps	2	x	x	x
Cuenta SIP	1	x	x	x

Parámetros	Requerimiento	Panasonic	Grandstream	Yealink
Protocolos	SIP	x	x	x
Estados de llamada	1	x	x	x
Tecnología	Basado en Linux	x	x	x
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	x	x	x
CODEC	G.722	x	x	x

### Puntos de acceso.

Para la cobertura inalámbrica que se va a instalar, es necesario contar con equipos que cumplan ciertas características para que la cobertura de la red sea la mejor para los usuarios y que además se brinde un gran servicio, los mínimos requerimientos serían:

**Tabla 3.60. Requerimientos mínimos para APs.**

Parámetros	Requerimiento	Justificación.
Puertos Ethernet 10/100 Mbps	1	Comunicación hacia la red a una velocidad que no disminuya sus características.
Administración	WEB, CONSOLA	Facilidad de administración.
Protocolos	IEEE 802.11n	Protocolo inalámbrico para la comunicación wireless común.
Seguridad	WAP	Seguridad básica dentro del AP.
Velocidad	100Mbps	Rapidez en el servicio inalámbrico.
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	Adaptabilidad a problemas eléctricos

Con esto se procede a realizar el análisis de equipos de características y costos similares, que podrían adaptarse a las necesidades de la red, estos equipos son de las marcas D-link, Trendnet y Cisco, si bien este último, es una marca de más reconocimiento en el mercado, también dispone de equipos de menores prestaciones de tal manera que se lo puede comparar con equipos comerciales.

**Tabla 3.61. Especificaciones técnicas AP D-Link. [71]**

<b>D-Link DAP-1665 AC1200</b>	
Puertos Ethernet	Draft IEEE 802.11ac wireless LAN IEEE 802.11n/g/b/a wireless LAN 10/100/1000BASE-TX wired LAN
Administración	Web-based interface minimum requirements: Internet Explorer 7, Firefox 12.0, Chrome 20.0, or Safari 4.0
Protocolos	Draft IEEE 802.11ac IEEE 802.11n IEEE 802.11g IEEE 802.11b IEEE 802.11a 802.3/802.3u
Seguridad	64/128-bit WEP WPA-PSK/WPA2-PSK Wi-Fi Protected Setup (WPS) MAC address filtering Kensington® security slot SSID broadcast disable
Velocidad	300 Mbps
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.
Garantía	60 meses
Precio	\$89,08



**Figura 3.31. Access Point DAP-1665 AC1200. [71]**

**Tabla 3.62. Especificaciones técnicas AP Cisco. [72]**

<b>CISCO WAP121-A-K9</b>	
Puertos Ethernet	Ethernet 10BASE-T/100BASE-TX, alimentación CC de 12 V con compatibilidad para PoE 802.3af
Administración	Navegador web, protocolo simple de administración de redes (SNMP) v3, Bonjour
Protocolos	IEEE 802.11n, 802.11g, 802.11b, 802.3af, 802.3u, 802.1X (autenticación de seguridad), 802.1Q (VLAN), 802.1D (Árbol de expansión), 802.11i (seguridad WPA2), 802.11e (QoS inalámbrica), IPv4 (RFC 791), IPv6 (RFC 2460)
Seguridad	WPA/WPA2/WEP Control de acceso Administración segura HTTPS Wi-Fi Protected Setup (WPS) Difusión SSID Detección de puntos de acceso dudosos
Velocidad	300 Mbps
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.
Garantía	No especificada
Precio	\$100,95



**Figura 3.32. Access Point WAP121-A-K9. [72]**

**Tabla 3.63. Especificaciones técnicas AP Trendnet. [73]**

<b>TRENDNET TEW-638APB</b>	
Puertos Ethernet	1 puerto LAN Auto-MDIX a 10/100/1000 Mbps
Administración	Navegador web
Protocolos	IEEE 802.11n, IEEE 802.11b, IEEE 802.11g, 802.3u , 802.3
Seguridad	64/128-bit WEP, WPA/WPA2 RADIUS, WPA/WPA2-PSK
Velocidad	300 Mbps
Suministro eléctrico	Adaptador de alimentación externo 12 V DC 0.5A
Garantía	No especificada.
Precio	\$55,45



**Figura 3.33. Access Point TEW-638APB. [73]**

Con estos tres equipos se realizará una comparación para determinar cuál es el que mejor se adapta a la red.

**Tabla 3.64. Comparativa de equipos de Puntos de Acceso.**

<b>Parámetros</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>D-Link</b>	<b>Cisco</b>	<b>Trendnet</b>
Puertos Ethernet 10/100 Mbps	1	x	x	x
Administración	WEB, CONSOLA	x	x	x



Protocolos	IEEE 802.11n	x	x	x
Seguridad	WAP	x	x	x
Velocidad	100Mbps	x	x	x
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	x	x	x

En esta comparación se ha definido que la mejor solución se presenta a través del equipo CISCO WAP121-A-K9, ya que posee estándares que mejoran su administración, y se ha considerado en su mayoría esta marca por su compatibilidad con los demás equipos de la red, al momento de configurar.

### Controladora de red de área local inalámbrica.

Ya que los puntos de acceso son de marca Cisco no se realizara la comparación de tres marcas, sino se buscará un equipo cisco que cumpla con las características mínimas que requiere la red.

**Tabla 3.65. Requerimientos mínimos para WLC.**

Parámetros	Requerimiento	Justificación.
Puertos Ethernet 10/100/1000 Mbps	4	Todo el tráfico de los APs. Pasará a través del equipo
Administración	WEB, CONSOLA	Facilidad de administración.
Protocolos	IEEE 802.11n	Protocolo inalámbrico para la comunicación wireless común.
Seguridad	WAP	Seguridad básica configurable sobre los APs.
Numero de dispositivos a administrar	26	Total de equipos a instalar en la sede 4
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.	Adaptabilidad a problemas eléctricos

Con base en los datos previos se presenta el equipo a usarse con sus respectivas características.

**Tabla 3.66. Especificaciones técnicas WLC Cisco. [74]**

CISCO 3504 WIRELESS CONTROLLER	
Puertos Ethernet	4-Gbps throughput, 1x Multigigabit Ethernet interface (up to 5 Gigabit Ethernet), + 4x 1 Gigabit Ethernet

<b>CISCO 3504 WIRELESS CONTROLLER</b>	
Administración	Navegador web, protocolo de administración de redes (SNMP) v3.
Protocolos	IEEE 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11d, WMM/802.11e, 802.11h, 802.11n, 802.11k, 802.11r, 802.11u, 802.11w, 802.11ac Wave 1 and Wave 2
Seguridad	Wi-Fi Protected Access (WPA) IEEE 802.11i (WPA2, RSN) RFC 1321 MD5 Message-Digest Algorithm RFC 1851 Encapsulating Security Payload (ESP) Triple Data Encryption Standard (3DES) Transform
Velocidad	4-Gbps throughput
Dispositivos a administrar	150 Cisco APs, 3000 Clientes.
Suministro eléctrico	Voltaje 110/120VAC a 60 Hz, fuentes redundantes.
Garantía	3 años.
Precio	\$3100,78



**Figura 3.34. Cisco 3504 Wireless Controller. [74]**

El equipo supera los requerimientos mínimos y posee las características para un crecimiento de la red.

### **Firewall.**

Se presenta el análisis de marcas para el equipo de seguridad a usarse, las características mínimas a usarse se presentan en la siguiente tabla.

**Tabla 3.67. Requerimientos mínimos para firewall.**

Parámetros	Requerimiento	Justificación
Interfaces 10/100/1000	3	Permite hacer las dos conexiones principales y tener una de back-up.
Configuración de políticas	50	Configuración de las políticas de seguridad a implementarse en la red.
Zonas de seguridad	3	Referenciar las distintas zonas que se va a tener.
Algoritmo de cifrado	DES, 3 DES, AES	Ofrece un mecanismo de seguridad por usuario
Administración	WEB O Software	Fácil administración

Mediante esto se continúa con el estudio de dos marcas en el mercado actual.

**Tabla 3.68. Especificaciones técnicas firewall Juniper. [75]**

JUNIPER SSG-5-SB	
Algoritmos de Seguridad	DES, MD5, SHA-1
Características de Red	10Base-T/100Base-TX
Conexiones concurrentes	8000
Estándares	IEEE 802.1Q IEEE 802.1X X.509
Memoria	256 Mb
Autenticación	SSH RADIUS X.509 SSH2 LDAP
Número de usuarios	100
Salida de firewall	90 Mbps
Precio	\$550,95



**Figura 3.35. Firewall Juniper SSG-5-SB. [75]**

**Tabla 3.69. Especificaciones técnicas firewall Cisco. [76]**

<b>CISCO ASA5520-BUN-K9</b>	
Algoritmos de Seguridad	DES, 3DES, AES
Características de red	4 PUERTOS 10/100/1000 Mbps 1 PUERTO 10/100 Mbps
Conexiones concurrentes	9000
Estándares	IEEE 802.1Q
Memoria	512 Mbps
Autenticación	ASA
Número de usuarios	500
Salida de firewall	90 Mbps
Precio	\$580,82



**Figura 3.36. Firewall ASA5520-BUN-K9. [76]**

Una vez observado los equipos se muestra la tabla comparativa de requerimientos básicos, para el estudio.

**Tabla 3.70. Comparativa de equipos Firewall.**

<b>Parámetros</b>	<b>Requerimiento</b>	<b>JUNIPER</b>	<b>CISCO</b>
Interfaces 10/100/1000	3		X
Configuración de políticas	50	X	X
Zonas de seguridad	3	X	X
Algoritmo de cifrado	DES, 3 DES, AES	X	X
Administración	WEB O Software	X	X

Se escoge el equipo Cisco ya que el equipo de la marca Juniper no cumple con las características mínimas de interfaces.

### 3.3 Presupuesto Referencial del Proyecto.

Para determinar el costo total del proyecto se va a dividir los costos en función de los materiales y costos de instalación para la red activa, pasiva y los costos de funcionamiento, y al final se tendrá el valor referencial del costo total para la implementación y funcionamiento de la red de la Unidad Educativa “Bolívar”.

#### Red Activa.

Para determinar el costo de materiales e instalación de la red activa de datos se parte del capítulo anterior en donde se escogió los equipos a usar de acuerdo a las características necesarias para el funcionamiento de la red, de esto y con las proformas obtenidas se puede estimar un valor para la red activa.

**Tabla 3.71. Cálculo estimado para la red a activa.**

Equipo	Marca	Descripcion	Cantidad	Sub Total	Total
Switches de Núcleo	CISCO	SG550X-24	3	1957,69	5873,07
Switches de Distribución	CISCO	SG2-200-18	3	312,16	936,48
Switches de Acceso	CISCO	Cisco SG500-52	26	1008,6	26223,6
Acces Point	CISCO	WAP-121-A-K9	18	100,95	1817,1
Teléfonos IP	Grandstream	GXP-1610	36	43,95	1582,2
Firewall	CISCO	ASA5505-BUN-K9	2	580,82	1161,64
Sistema de cámaras	EPCOM	XVT332	1	1989,61	1989,61
Wireless Controller	CISCO	3504	1	3100	3100
Climatización	EDITEL	WALL-AIR	1	400	400
Servidor	DELL	T130	4	1643,56	6574,24
<b>TOTAL RED ACTIVA</b>					<b>49257,94</b>

Como se puede observar el costo para instalación de los equipos de la red activa es de \$46157,94 dentro de los cuales no se considera los mantenimientos ni el costo de operación se analizará más adelante.

## Red Pasiva.

Para los costos de red pasiva se debe enlistar y enumerar cada elemento que va a ser parte de la red y analizar su costo unitario y el costo total esto también se puede sacar de los capítulos anteriores en donde se detallan los totales de puntos a instalarse así como los elementos necesarios que se van a tener.

Así en resumen los costos para la red pasiva serían.

**Tabla 3.72. Cálculo estimado para la red pasiva.**

Accesorio	Cantidad	Subtotal	Total
Rack 42 UR	13	621,14	8074,82
Rack 24 UR	5	643,24	3216,2
Rack 12 UR	2	170,44	340,88
Patch Panel	28	100,95	2826,6
Organizador de cables	20	12,34	246,8
Tomas de poder	20	28,42	568,4
Canaletas 20x12	379	2,26	856,54
Canaletas 40x25	345	6,2	2139
Canaletas 60x40	179	9,73	1741,67
Jack RJ-45	770	3,28	2525,6
Conector RJ-45	1618	0,26	420,68
Rollos de UTP Cat. 6	51	178,43	9099,93
Metros de cable THHN FLEX 12	200	0,42	84
Metros de cable THHN FLEX 8	200	1,2	240
Metros FO drop exterior	2000	0,49	980
Metros de cabo óptico F-LAN	500	1,94	970
Instalación y certificación ETH	770	20	15400
Instalación y certificación FO	16	13	208
<b>TOTAL RED PASIVA</b>			<b>49939,12</b>

Con la ayuda de esta tabla se puede observar que para la instalación de la red pasiva contemplando el valor de los elementos que son necesarios se obtiene un costo total de \$57968,47, que contempla tanto materiales como mano de obra de instalación.

### Costo de la red total.

Para obtener el valor de instalación y materiales necesario para la red total se deben tomar el resumen de valores de la red activa más el resumen de valores de la red pasiva y se tendrá así nuestro valor buscado.

**Tabla 3.73. Cálculo del costo total de la red.**

Detalle	Valor
Costo referencial Red activa	49257,94
Costo referencial Red Pasiva	49939,12
Costo total	99197,06

Es decir que el costo total para la implementación de la red sería de \$ 99197,06, lo que incluye la instalación y costo de materiales que se van a instalar.

### Costo de Operación.

Para tener el valor real del costo de la red es necesario prever los gastos que esta demandará mensualmente para poder estar activa como son: mantenimiento, administración y pago de servicios, por lo que a continuación se presenta un estimado de los mismos.

**Tabla 3.74. Costos referenciales de operación.**

	Cantidad	\$/mes	Total/Mes	Total/Año
Pago Proveedor de Internet	1	200	200	2400
Pago proveedor de telefonía publica	1	72,8	72,8	873,6
Administrador	2	1200	2400	28800
Total costos de funcionamiento			2672,8	32073,6

Estos valores son los que mensualmente se debería tener en la institución para que la red pueda estar activa y funcionando durante los 10 años que se garantizan de vida, es decir la red gastaría mensualmente \$2672,8 lo que representa un gasto anual de \$32073,6 para estar operativa.

## Costo de Mantenimiento y Licencias.

También es necesario tener en cuenta el valor que generará dar mantenimiento a la red así como la adquisición de licencias para los equipos para que permanezcan funcionando de manera adecuada.

**Tabla 3.75. Costos referenciales de Mantenimiento y Licencias.**

	<b>Cantidad</b>	<b>\$/mes</b>	<b>Total/Mes</b>	<b>Total/Año</b>
Mantenimiento	1	150	150	1800
Licencias	1	750	750	9000
Total costos de funcionamiento			900	10800

Esta tabla define los valores necesarios para corroborar el correcto funcionamiento de los equipos de la red así serán necesarios \$900 mensuales para este servicio lo que da un valor total de \$10800 al año para cumplir con este requisito.

## Análisis Económico del proyecto.

Para poder determinar la viabilidad económica y social del proyecto se debe hacer uso de las herramientas de análisis como son VAN, TIR, B/C, las cuáles son indicadores de cuan beneficioso será nuestro proyecto.

Para empezar hay que tener en cuenta que este proyecto es de carácter social y el beneficio que se obtiene con las herramientas no será del todo limitante para definir si el proyecto es viable.

Una vez realizada la tabla del flujo de fondos se realiza el cálculo del VAN, del TIR, y la relación costo beneficio para el proyecto.

Para calcular el VAN se debe tomar el valor actual de ingresos de la inversión y restarle el valor actual de egresos.

$$VAN = \sum_{n=1}^m \frac{Fn}{(1+i)^n} - I_0$$



En dónde:

$I_0 = \text{Inversión inicial} = \$ 99197,06$

$F_n = \text{Flujos netos.}$

118834,2	-13589,7	-13589,7	-13589,7	-13589,7	-13589,7	-13589,7	-63407,2	-14421,4	-14491,8	1851,1
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	--------

$m = \text{numero de periodos} = 10$

$i = \text{Tasa de interés actual: } 8,3\%$

La tasa de interés al momento es de 8,3% anual, con lo cual el VAN nos da un valor de \$ 7342,12 que es un valor positivo concluyendo que es un proyecto rentable.

Ahora para obtener el TIR se aplicará la siguiente fórmula:

$$TIR = \sum_{n=1}^m \frac{F_n}{(1+r)^n} - I_0 = 0$$

En dónde:

$I_0 = \text{Inversión inicial} = \$ 99197,06$

$F_n = \text{Flujos netos.}$

$m = \text{numero de periodos} = 10$

$r = \text{Tasa de interna de retorno}$

Una vez realizado el cálculo se tiene un TIR= 7,13% que es un valor muy acercado a 8,3 pero sin embargo es menor por lo que se podría decir que el proyecto no es viable más sin embargo a continuación se hará la relación costo beneficio y se concluye con la viabilidad de nuestro proyecto.

Con los valores de VAN y TIR ya definidos, ahora se puede realizar la relación costo beneficio que nos dará una visión de la rentabilidad del proyecto usando la siguiente fórmula.

Tabla 3.76. Flujo de fondos

Descripción	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ingresos de operación	244840,5	42873,6	43431	43995,6	44567,5	45146,9	45733,8	46328,3	46930,6	47540,7	48158,7
Costos de operación	42873,6	42873,6	43431	43995,6	44567,5	45146,9	45733,8	46328,3	46930,6	47540,7	48158,7
Depreciación	0	6613,14	6613,14	6613,14	6613,14	6613,14	7519,91	7519,91	6613,14	6613,14	6613,14
Pago de interés por los créditos recibidos		7563,78	7053,25	6499,46	5898,76	5247,16	4540,36	53591,2	3773,68	2942,04	2039,95
Utilidad antes de participación e impuestos	201966,9	-14176,9	-13666,4	-13112,6	-12511,9	-11860,3	-12060,3	-61111,1	-10387	-9555,2	-8653,1
Participación a trabajadores	30295,04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad antes de impuestos	171671,9	-14176,9	-13666,4	-13112,6	-12511,9	-11860,3	-12060,3	-61111,1	-10387	-9555,2	-8653,1
Utilidad antes de impuesto a la renta	171671,9	-14176,9	-13666,4	-13112,6	-12511,9	-11860,3	-12060,3	-61111,1	-10387	-9555,2	-8653,1
Impuesto a la renta (25%)	42917,97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Utilidad neta	128753,9	-14176,9	-13666,4	-13112,6	-12511,9	-11860,3	-12060,3	-61111,1	-10387	-9555,2	-8653,1
Valor en libros de los activos vendidos								0		0	16419,3
Depreciación	0	6613,14	6613,14	6613,14	6613,14	6613,14	7519,91	7519,91	6613,14	6613,14	6613,14
Costo de inversión	99197,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Crédito recibido	89277,35										
Pago de capital		6025,94	6536,48	7090,26	7690,96	8342,56	9049,36	9816,04	10647,7	11549,8	12528,3
<b>FLUJO DE FONDOS</b>	<b>118834,2</b>	<b>-13589,7</b>	<b>-13589,7</b>	<b>-13589,7</b>	<b>-13589,7</b>	<b>-13589,7</b>	<b>-13589,7</b>	<b>-63407,2</b>	<b>-14421</b>	<b>-14492</b>	<b>1851,07</b>

$$C/B = \frac{\sum_i^n VAN}{I_0}$$

En dónde:

$I_0$  = Inversión inicial = \$ 99197,06

$n$  = duración en años del proyecto = 10

$VAN$  = Valor actual neto de cada año.

**Tabla 3.77. VAN por años del proyecto.**

Años	Van por año
1	-12528,3
2	-13589,7
3	-13589,7
4	-13589,7
5	-13589,7
6	-13589,7
7	-63407,2
8	-14421,4
9	-14491,8
10	1851,1
total	-170946,2

Con estos valores se calcula un  $C/B = 1,44$  por lo que se puede concluir que este proyecto es viable y aprobado.

#### 4. CONCLUSIONES

- En la inspección dentro de la Unidad Educativa se observó que tienen una red de comunicaciones deficiente, con equipos de bajas características o con una configuración por defecto, además cableado que no cumple con las normas básicas de instalación, gastos por servicios que no están activos constantemente o que perjudican con constantes fallas, por lo que se plantea un nuevo diseño que permita tener todas las ventajas de una red de datos.
- Se ha establecido el desarrollo de un proyecto en el cual la institución sea beneficiada con la instalación de un sistema de comunicación con topología

estrella y equipos de primer nivel en cada una de sus capas para cada una de las cuatro sedes y que brinde de servicios tecnológicos que faciliten el trabajo de sus usuarios.

- Con la adecuada capacitación al personal encargado de la administración de la red, se obtendrá el mayor beneficio de la misma y se tendrá una rápida respuesta ante errores y la resolución de los mismos, para así aumentar la disponibilidad de la red y que el usuario final no se vea afectado.
- Para el enlace entre sedes se tomó en cuenta dos soluciones siendo por medio guiado o enlace punto a punto el cual se ve afectado por condiciones climáticas y la velocidad del trabajo del mismo, razón por la cual se determinó que por cuestiones de costos y capacidad de transmisión un enlace de fibra óptica es mucho mejor que un enlace punto a punto.
- Para asegurar un propicio funcionamiento, los elementos para el cableado cumplen con las velocidades mínimas a las cuales se trabajará ya sea en cable de cobre o fibra óptica, por tanto los servicios que se ofertan se podrán usar de manera eficaz y eficiente.
- Debido a la necesidad del uso de dispositivos portátiles se ha visto la necesidad de contar con una red inalámbrica que trabaje a la par con la red cableada para brindar un servicio de mayor cobertura dentro de la institución el cual estará disponible para quienes así le requieran.
- Por ser una institución la cual está dividida en cuatro sedes se prevé instalar un servidor basado en Elastix que permitirá tener una comunicación interna mucho más eficiente y permitirá agilizar trámites internos teniendo en cuenta que las mayores autoridades están en la sede cuatro y en ocasiones el problema de la distancia dificulta los mismos.
- La seguridad se verá respaldada por una DMZ que permitirá controlar los accesos exteriores a la zonas vulnerables de almacenamiento de información esto garantizará que la institución esté preparada ante posibles intentos de ataque por parte de usuarios malintencionados.

- Se ha considerado utilizar equipos dentro del modelo jerárquico de una sola marca para facilitar la administración de los mismos, teniendo en cuenta que D-Link también basa su administración en el lenguaje que usa CISCO..
- En cuanto a servidores y teléfonos IP se ha considerado otras marcas teniendo en cuenta que cumplen con las características mostradas en el desarrollo de características mínimas y permiten un ahorro de costos significativo.
- Para garantizar una disponibilidad alta de la red se considera adquirir cuatro Switchs de acceso que estarán de respaldo, si en algún momento la red tiene un fallo a nivel de acceso se podrá realizar un cambio rápido a fin de que el tiempo fuera de funcionamiento sea corto.
- Se puede ver que el proyecto brindará una mejora tecnológica a la institución y a su vez promoverá la autoeducación y los métodos de investigación serán mucho más amplios para que sean aprovechados por estudiantes y profesores que se vean en la necesidad de ampliar sus conocimiento y su interacción con el mundo.

## **RECOMENDACIONES.**

- Ya que el proyecto tendrá en su interconexión fibra óptica, se recomienda tener una capacitación para el personal de administración de la red para realizar un mantenimiento preventivo de los equipos que lo permitan.
- En lo que respecta a un sistema de alimentación ininterrumpida debido al costo, se recomienda que únicamente se considere la compra para la parte del cuarto de equipos y que se utilice equipos de regulación eléctrica para proteger a los equipos de caídas o aumentos de voltaje repentinos.
- Para el uso correcto de los servicios a instalar, se recomienda capacitar al personal que hará uso de estos para que sea usado de manera adecuada, y a su vez obtengan el mayor provecho al usar las diferentes funciones que se van a ofrecer, es decir que las personas a cargo sepan manejar debidamente cada servicio que aquí se tiene..

- Se recomienda el uso de una bitácora en donde el personal administrativo de la red disponga de toda la documentación actualizada que sea de utilidad para la red como: manuales, aplicaciones, datasheets, planos, anexos de etiquetas, etc. para que en el caso de requerir se los pueda obtener de una manera rápida y ordenada.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Domínguez Paniagua, Buenas practicas 1.0 Informática básica para usuarios, Madrid: IcONs, 2009.
- [2] J. M. Huidobro, Todo sobre comunicaciones, Madrid: Paraninfo, 2001, p. 118.
- [3] J. M. Huidobro, Todo sobre comunicaciones, Madrid: Paraninfo, 2001, p. 118.
- [4] J. Molina, «Slide Share,» 13 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/Juano2001/medios-de-transmision-de-datos-26562959>.
- [5] J. Molina, «SlideShare,» 13 Septiembre 2013. [En línea]. Available: <https://es.slideshare.net/Juano2001/medios-de-transmision-de-datos-26562959>.
- [6] A. López, «Blogspot,» 24 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://mediotransmision.blogspot.com/2016/>.
- [7] J. Hayes y P. Rosenberg, Cableado de redes para voz, video y datos., Buenos Aires: Cengage Learning, 2009, p. 45.
- [8] J. Hayes y P. Rosenberg, Cableado de Redes para Voz, Video y Datos., Buenos Aires: Cengage Learning, 2009, p. 39.
- [9] Telecommunications Industry Association, *Balanced Twisted-Pair Telecommunications Cabling and Components Standards*, Arlington: ANSI, 2009, p. 7.
- [10] Telecommunications Industry Association, «Optical Fiber Cabling Components Standard,» ANSI, Arlington, 2008.
- [11] Telecommunications Industry Association, *Optical Fiber Cabling Components Standard*, Arlington: ANSI, 2008, p. 73.
- [12] Telecommunications Industry Association, *Balanced Twisted-Pair*

*Telecommunications Cabling and Components Standards*, Arlington: ANSI, 2009, p. 7.

- [13] Telecommunications Industry Association, *Optical Fiber Cabling Components Standard*, Arlington: ANSI, 2008, p. 73.
- [14] Telecommunications Industry Association, *Optical Fiber Cabling Components Standard*, Arlington: ANSI, 2008, p. 73.
- [15] J. Hayes y P. Rosenberg, *Cableado de redes para voz, video y datos.*, Buenos Aires: Cengage Learning, 2009, p. 45.
- [16] N. Oliva Alonso, M. Castro Gil, P. Losada de Dios y D. O. Gabriel., *Sistemas de cableado estructurado*, Mexico: Alfaomega, 2007, p. 82.
- [17] N. Oliva Alonso, M. Castro Gil, P. Losada de Dios y D. O. Gabriel., *Sistemas de cableado estructurado*, Mexico: Alfaomega, 2007, p. 76.
- [18] N. Oliva Alonso, M. Castro Gil, P. Losada de Dios y D. O. Gabriel., *Sistemas de cableado estructurado*, Mexico: Alfaomega, 2007, p. 96.
- [19] Dirección General de la Tecnologías de la Información y Comunicación., *Guía para aplicar la norma TIA/EIA 568 para cableado estructurado.*, Tabasco: Tabasco Cambia Contigo, p. 14.
- [20] Anixter, *Purpose of the ANSI/TIA/EIA-569-B Standard*, Estados Unidos: Anixter, 2010, p. 39.
- [21] Anixter, *Purpose of the ANSI/TIA/EIA-569-B Standard*, Estados Unidos: Anixter, 2010, p. 40.
- [22] G. Rueda, *Técnico en redes y comunicaciones para computadores*, vol. II, Bogotá: Codesis, 2000, p. 245.
- [23] G. Rueda, *Técnico en redes y comunicaciones para computadores*, vol. II, Bogotá: Codesis, 2000, p. 223.
- [24] G. Rueda, *Técnico en redes y comunicaciones para computadores*, vol. II, Bogotá: Codesis, 2000, p. 245.
- [25] F. González, *Sistemas de Cableado Estructurado*, Quito, 2016, p. 202.
- [26] F. González, *Sistemas de Cableado Estructurado*, Quito, 2016, p. 220.
- [27] F. González, *Sistemas de Cableado Estructurado*, Quito, 2016, p. 215.
- [28] F. González, *Sistemas de Cableado Estructurado*, Quito, 2016, p. 212.

- [29] J. Z. Guevara Julca, «Sistemas de comunicaciones orientadas a la descentralización de las entidades públicas del país,» UNMSM. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Electrónica., Lima, 2002.
- [30] A. Walton, «CCNA desde cero.,» 30 Enero 2018. [En línea]. Available: <https://ccnadesdecero.es/disenio-jerarquico-de-redes/>.
- [31] J. Z. Guevara Julca, «Sistemas de comunicaciones orientadas a la descentralización de las entidades públicas del país,» UNMSM. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Electrónica., Lima, 2002.
- [32] J. Z. Guevara Julca, «Sistemas de comunicaciones orientadas a la descentralización de las entidades públicas del país,» UNMSM. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Electrónica., Lima, 2002.
- [33] J. Z. Guevara Julca, «Sistemas de comunicaciones orientadas a la descentralización de las entidades públicas del país,» UNMSM. Biblioteca de la Facultad de Ingeniería Electrónica., Lima, 2002.
- [34] WNDW, Redes inalámbricas en países en desarrollo, Copenhagen: WNDW, 2013, p. 33.
- [35] WNDW, Redes inalámbricas en países en desarrollo, Copenhagen: WNDW, 2013.
- [36] WNDW, Redes inalámbricas en países en desarrollo, Copenhagen: WNDW, 2013, p. 34.
- [37] J. C. Julian, «Timetoast,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.timetoast.com/timelines/historia-de-las-redes-informaticas-1cf896fc-7761-4059-bc91-07d59b471dcf>.
- [38] WNDW, Redes inalámbricas en países en desarrollo, Copenhagen: WNDW, 2013, p. 39.
- [39] Alegs, «ALEGSA,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.alegsa.com.ar/Dic/ipv4.php>.
- [40] WNDW, Redes inalámbricas en países en desarrollo, Copenhagen: WNDW, 2013, p. 38.
- [41] J. V. Capella Hernandez, «Características y configuración básica de VLANs,» Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, 2012.
- [42] J. P. Arteaga Flores, «Estudio de factibilidad y diseño para la implementacion de una red triple play en petroproducción.,» Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí,



2008.

- [43] J. P. Arteaga Flores, «Estudio de factibilidad y diseño para la implementación de una red triple play en petroproducción.,» Escuela Politécnica del Ejército, Sangolquí, 2008.
- [44] Ubiquiti Networks., «UBNT Support,» 1 Marzo 2018. [En línea]. Available: Ubiquiti Networks., «UBNT Support,» 1 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://help.ubnt.com/hc/es/articles/204952224-airMAX-Plan-de-un-enlace-inal%C3%A1mbrico-al-aire-libre..>
- [45] Ubiquiti Networks., «UBNT Support,» 1 Marzo 2018. [En línea]. Available: <https://help.ubnt.com/hc/es/articles/204952224-airMAX-Plan-de-un-enlace-inal%C3%A1mbrico-al-aire-libre.>
- [46] M. J. Caiza, C. E. Proaño y J. M. S., «Diseño de una red para brindar acceso a internet a las instituciones educativas del cantón Pujilí,» Revista Politecnica, Quito, 2015.
- [47] Acacha, «Acacha Wiki,» [En línea]. Available: [http://acacha.org/mediawiki/P%C3%A0gina\\_principal#.WtzBSYjwbIU](http://acacha.org/mediawiki/P%C3%A0gina_principal#.WtzBSYjwbIU).
- [48] Ministerio de Educación Ecuador, Dirección Nacional de Servicios Educativos, «Plan Decenal del Sistema de Educación en el Ecuador,» Quito, 2006-2016.
- [49] SAC., «Technology Distribuidora e Importadora SAC.,» 22 Marzo 2017. [En línea]. Available: [http://ttechnologysac.com/detalle\\_producto.php?pr\\_id=97](http://ttechnologysac.com/detalle_producto.php?pr_id=97).
- [50] Teletex S.A., «Teletex S.A.,» 13 Abril 2015. [En línea]. Available: [http://www.teletex.com.ar/productos/cableado-estructurado2015-04-13-18-52-50/\\_racks-y-accesorios/rack-murales/rack-mural-de-15-unidades-detail.html](http://www.teletex.com.ar/productos/cableado-estructurado2015-04-13-18-52-50/_racks-y-accesorios/rack-murales/rack-mural-de-15-unidades-detail.html).
- [51] F. González, *Diseño de Sistemas de Cableado Estructurado*, Quito, 2016, p. 12.
- [52] F. González, *Diseño de Sistemas de Cableado Estructurado*, Quito, 2016, p. 13.
- [53] F. González, *Diseño de Sistemas de Cableado Estructurado*, Quito, 2016, p. 14.
- [54] J. Pastor, «Xataka,» 6 Noviembre 2016. [En línea]. Available: <https://www.xataka.com/servicios/las-paginas-web-ya-pesan-de-media-lo-mismo-que-el-legendario-doom-y-los-usuarios-moviles-tiemblan>.
- [55] Strato, «Strato,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.strato.nl/server/wat-is-een-demilitarized-zone-dmz/>.
- [56] DELL, «Dell,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.dell.com/en->

- us/work/shop/cty/dell-networking-n3024-switch/spd/networking-n3000-series/bcctk1.
- [57] CISCO, «Cisco,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/sg550x-24-24-port-gigabit-stackable-managed-switch/model.html>.
- [58] TRENDNET, «Trendnet,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/sg550x-24-24-port-gigabit-stackable-managed-switch/model.html>.
- [59] DELL, «Dell,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.dell.com/en-us/work/shop/cty/dell-networking-n2024-switch/spd/networking-n2000-series/bcctj1>.
- [60] CISCO, «Cisco,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/small-business-100-series-unmanaged-switches/data\\_sheet\\_c78-634369\\_Spanish.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/switches/small-business-100-series-unmanaged-switches/data_sheet_c78-634369_Spanish.pdf).
- [61] TRENDNET, «Trendnet,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.trendnet.com/langsp/products/proddetail?prod=240\\_TL2-G244](https://www.trendnet.com/langsp/products/proddetail?prod=240_TL2-G244).
- [62] D-LINK, «D-Link Building Networks for People,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.dlinkla.com/dap-1665>.
- [63] CISCO, «Cisco,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/switches/sg500-52p-52-port-gigabit-poe-stackable-managed-switch/model.html>.
- [64] TRENDNET, «Trendnet,» 2017. [En línea]. Available: [http://www.trendnet.com/products/proddetail?prod=105\\_TL2-G448](http://www.trendnet.com/products/proddetail?prod=105_TL2-G448).
- [65] DELL, «Dell,» 2018. [En línea]. Available: <http://www.dell.com/ec/empresas/p/poweredge-t130/pd>.
- [66] CISCO, «Cisco,» 2017. [En línea]. Available: [https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/wap121-wireless-n-access-point-single-point-setup/data\\_sheet\\_c78-697404\\_es-xl.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/wireless/wap121-wireless-n-access-point-single-point-setup/data_sheet_c78-697404_es-xl.pdf).
- [67] HEWLETT-PACKARD, «HP,» 2017. [En línea]. Available: <https://store.hp.com/us/en/mdp/business-solutions/ml10-v2-servers#!&tab=vao>.
- [68] PANASONIC, «Panasonic,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.panasonic.com/ec/empresas/comunicaciones/telefonos-terminales/sip-propietarias/kx-hdv130.html>.
- [69] GRANDSTREAM, «GrandStream Connecting the World,» 2017. [En línea]. Available:

<http://www.grandstream.com/products/ip-voice-telephony/basic-ip-phones/product/gxp1610/gxp1615>.

- [70] YEALINK, «Yealink,» 2017. [En línea]. Available: [http://www.yealink.com/products\\_22.html](http://www.yealink.com/products_22.html).
- [71] D-LINK, «D-Link Building Networks for People,» 2017. [En línea]. Available: <http://www.dlinkla.com/dgs-1210-52>.
- [72] CISCO, «Cisco,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/security/asa-5520-adaptive-security-appliance/model.html>.
- [73] TRENDNET, «Trendnet,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.trendnet.com/langsp/products/wifi/N-access-points/N300/TEW-638APB>.
- [74] CISCO, «Cisco,» 6 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/3504-wireless-controller/datasheet-c78-738484.html>.
- [75] JUNIPER, «Juniper Networks,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.juniper.net/us/en/local/pdf/datasheets/1000176-en.pdf>.
- [76] CISCO, «Cisco,» 2018. [En línea]. Available: <https://www.cisco.com/c/en/us/support/servers-unified-computing/ucs-c220-m4-rack-server/model.html>.
- [77] J. Hayes y P. Rosenberg, Cableado de Redes para Voz, Video y Datos., Buenos Aires: Cengage Learning, 2009.

## 6. ANEXOS

Se presentan los datos de carácter extenso que son de importancia para nuestro proyecto:

- ANEXO I. Formato de Encuestas.
- ANEXO II. Planos de la institución
- ANEXO III. Etiquetas de los puntos de Red.
- ANEXO IV. Direcciones IP para la Red.
- ANEXO V. Tablas de Erlang B.
- ANEXO VI. Datasheets de los Equipos a utilizarse
- ANEXO VII. Proformas.

*Nota: Para acceder a los anexos, por favor dirijase al medio digital en donde encontrará la carpeta ANEXOS, dentro de la cual se encuentra detallada cada carpeta con el mismo nombre que se ha presentado en este documento, o haga clic en los hipervínculos.*

# ANEXO I

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
ENCUESTA PARA PROYECTO DE TESIS EN BASE A DISEÑO DE RED DE LA UNIDAD EDUCATIVA.

CARGO :

FECHA :

1. ¿Tiene usted acceso a la red interna de la institución?
2. ¿Con qué frecuencia se conecta usted a la red de la institución?
3. ¿Qué tan a gusto se siente con la red actual?
4. ¿Qué le gustaría que se mejorara con respecto a la red?
5. ¿Con quién se comunica a través de Internet en el transcurso del día?
6. ¿En qué ocupa los servicios que tiene?
7. ¿Cuáles son las páginas que más visita y para qué?
8. ¿Considera necesario las redes sociales?
9. ¿Si la red del colegio falla, cómo se comunica internamente?
10. ¿Dispones usted de datos de comunicación móvil?
11. ¿Está usted de acuerdo con el uso de sus datos personales para trámites de la institución?
12. ¿Con qué frecuencia realiza llamadas telefónicas?
13. ¿Con quién tiene mayor comunicación mediante llamadas telefónicas?
14. ¿Tiene comunicación con las diferentes sedes de la institución? ¿De qué forma la realiza?
15. ¿Cuál es la duración promedio de las llamadas?
16. ¿Le gustaría un sistema de comunicación interno, que reemplace o mejore el sistema de comunicación actual?

ESCUELA POLITECNICA NACIONAL  
ENCUESTA PARA PROYECTO DE TESIS EN BASE A DISEÑO DE RED DE LA UNIDAD EDUCATIVA.

AÑO BÁSICO :

FECHA :

1. ¿Tiene acceso a la red de la institución?
  - SI
    - ¿Con qué frecuencia se conecta a la red de la institución?
    - ¿Para qué la ocupa?
  - NO
    - ¿Cómo se comunica dentro de la institución?
    - ¿Desearía tener acceso a la red interna?, ¿para qué la ocuparía?

El detalle de las encuestas y su análisis se muestra en el archivo digital.

## **ANEXO II**

Plano 1. Sede 1, 2 y 3 - Planta Baja.

Plano 2.Sede 1 y 2 - Primera Planta.

Plano 3.Sede 1 - Segunda Planta.

Plano 4.Sede 4 - Planta Baja.

Plano 5.Sede 4 - Primera Planta.

Plano 6.Sede 4 - Segunda Planta.

Plano 7.Sede 4 – Subsuelo.

## ANEXO III

Etiquetas para SW de Acceso
S1-E1-AA-01-R1A-D-01
S1-E1-AA-01-R1A-D-02
S1-E1-LC-02-R1A-D-03
S1-E1-LC-02-R1A-D-04
S1-E1-LC-02-R1A-D-05
S1-E1-LC-02-R1A-D-06
S1-E1-LC-02-R1A-D-07
S1-E1-LC-02-R1A-D-08
S1-E1-LC-02-R1A-D-09
S1-E1-LC-02-R1A-D-10
S1-E1-LC-02-R1A-D-11
S1-E1-LC-02-R1A-D-12
S1-E1-LC-02-R1A-V-13
S1-E1-AA-03-R1A-D-14
S1-E1-AA-03-R1A-D-15
S1-E1-AA-04-R1A-D-16
S1-E1-AA-04-R1A-D-17
S1-00-00-00-R1A-D-18
S1-00-00-00-R1A-D-19
S1-00-00-00-R1A-D-20
S1-00-00-00-R1A-D-21
S1-00-00-00-R1A-D-22
S1-00-00-00-R1A-D-23
S1-00-00-00-R1A-D-24

Etiquetas para SW de Acceso
S1-E1-IB-02-R1B-D-01
S1-E1-IB-02-R1B-D-02
S1-E1-IB-02-R1B-D-03
S1-E1-IB-02-R1B-D-04
S1-E1-IB-02-R1B-D-05
S1-E1-IB-02-R1B-D-06
S1-E1-IB-02-R1B-D-07
S1-E1-IB-02-R1B-D-08
S1-E1-IB-02-R1B-D-09
S1-E1-IB-02-R1B-D-10
S1-E1-IB-02-R1B-D-11
S1-E1-IB-02-R1B-D-12
S1-E1-IB-02-R1B-D-13
S1-E1-IB-02-R1B-D-14
S1-E1-IB-02-R1B-D-15
S1-E1-IB-02-R1B-D-16
S1-E1-IB-02-R1B-D-17
S1-E1-IB-02-R1B-D-18
S1-E1-IB-02-R1B-D-19
S1-E1-IB-02-R1B-D-20
S1-E1-IB-02-R1B-D-21
S1-E1-IB-02-R1B-D-22
S1-E1-IB-02-R1B-D-23
S1-E1-IB-02-R1B-D-24

Etiquetas para SW de Acceso
S1-E1-AB-01-R1C-D-01
S1-E1-AB-01-R1C-D-02
S1-E1-AB-03-R1C-D-03
S1-E1-AB-03-R1C-D-04
S1-E1-AB-04-R1C-D-05
S1-E1-AB-04-R1C-D-06
S1-E1-AC-01-R1C-D-07
S1-E1-AC-01-R1C-D-08
S1-E1-AC-02-R1C-D-09
S1-E1-AC-02-R1C-D-10
S1-E1-AC-03-R1C-D-11
S1-E1-AC-03-R1C-D-12
S1-E1-B-04-R1C-D-13
S1-E1-B-04-R1C-D-14
S1-E1-AP-01-R1C-D-15
S1-00-00-00-R1C-00-16
S1-00-00-00-R1C-00-17
S1-00-00-00-R1C-00-18
S1-00-00-00-R1C-00-19
S1-00-00-00-R1C-00-20
S1-00-00-00-R1C-00-21
S1-00-00-00-R1C-00-22
S1-00-00-00-R1C-00-23
S1-00-00-00-R1C-00-24

Etiquetas para SW de Acceso
S1-E2-O-01-R2A-D-01
S1-E2-O-01-R2A-D-02
S1-E2-O-01-R2A-V-03
S1-E2-O-02-R2A-D-04
S1-E2-O-02-R2A-D-05
S1-E2-O-02-R2A-V-06
S1-E2-AA-03-R2A-D-07
S1-E2-AA-03-R2A-D-08
S1-E2-AA-04-R2A-D-09

Etiquetas para SW de Acceso
S1-E3-AA-01-R3A-D-01
S1-E3-AA-01-R3A-D-02
S1-E3-AA-02-R3A-D-03
S1-E3-AA-02-R3A-D-04
S1-E3-BB-03-R3A-D-05
S1-E3-BB-03-R3A-D-06
S1-E3-AB-01-R3A-D-07
S1-E3-AB-01-R3A-D-08
S1-E3-AB-02-R3A-D-09

Etiquetas para SW de Acceso
S1-E5-SA-01-R4A-D-01
S1-E5-SA-01-R4A-D-02
S1-E5-SA-01-R4A-D-03
S1-E5-SA-01-R4A-D-04
S1-E5-SA-01-R4A-V-05
S1-E5-AB-01-R4A-D-06
S1-E5-AB-01-R4A-D-07
S1-E5-AB-02-R4A-D-08
S1-E5-AB-02-R4A-D-09

El detalle de las etiquetas se muestra en el archivo digital.

# ANEXO IV

Direcciones IP Asignadas Estáticamente

Laboratorio de CCNN S1	172.20.2.1	Laboratorio de Informática S2	172.20.2.128
	172.20.2.2		172.20.2.129
	172.20.2.3		172.20.2.130
	172.20.2.4		172.20.2.131
	172.20.2.5		172.20.2.132
	172.20.2.6		172.20.2.133
	172.20.2.7		172.20.2.134
	172.20.2.8		172.20.2.135
	172.20.2.9		172.20.2.136
	172.20.2.10		172.20.2.137
Laboratorio de Informática S1	172.20.2.11		172.20.2.138
	172.20.2.12		172.20.2.139
	172.20.2.13		172.20.2.140
	172.20.2.14		172.20.2.141
	172.20.2.15		172.20.2.142
	172.20.2.16		172.20.2.143
	172.20.2.17		172.20.2.144
	172.20.2.18		172.20.2.145
	172.20.2.19		172.20.2.146
	172.20.2.20		172.20.2.147
	172.20.2.21		172.20.2.148
	172.20.2.22		172.20.2.149
	172.20.2.23		172.20.2.150
	172.20.2.24		172.20.2.151
	172.20.2.25		172.20.2.152
	172.20.2.26		172.20.2.153
	172.20.2.27		172.20.2.154
	172.20.2.28		172.20.2.155
	172.20.2.29		172.20.2.156
	172.20.2.30		172.20.2.157
	172.20.2.31		172.20.2.158
	172.20.2.32		172.20.2.159
	172.20.2.33		172.20.2.160
	172.20.2.34		172.20.2.161
Biblioteca S1	172.20.2.35		172.20.2.162
	172.20.2.36		172.20.2.163
		172.20.2.164	
		172.20.2.165	
		Laboratorio de CCNN S2	172.20.2.150
			172.20.2.151
			172.20.2.152
			172.20.2.153
			172.20.2.154
			172.20.2.155
			172.20.2.156
			172.20.2.157
			172.20.2.158
			172.20.2.159
			172.20.2.160
			172.20.2.161
			172.20.2.162
			172.20.2.163
			172.20.2.164
			172.20.2.165

El detalle de las direcciones IP se muestra en el archivo digital.



# ANEXO V

Erlang B (Blocked Calls Cleared)

$$P = \frac{\frac{A^n}{N!}}{\sum_{x=1}^n \frac{A^x}{x!}}$$

No. of Trunks (N)	Traffic (A) in Erlangs for P =																
	0.1%	0.2%	0.5%	1%	1.2%	1.5%	2%	3%	5%	7%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	
1	0,001	0,002	0,005	0,010	0,012	0,013	0,02	0,020	0,031	0,053	0,075	0,111	0,176	0,290	0,429	0,667	1,00
2	0,046	0,065	0,105	0,153	0,168	0,176	0,19	0,223	0,282	0,381	0,470	0,595	0,796	1,00	1,45	2,00	2,73
3	0,194	0,249	0,349	0,455	0,489	0,505	0,53	0,602	0,715	0,869	1,06	1,27	1,60	1,93	2,83	3,48	4,59
4	0,439	0,535	0,701	0,889	0,922	0,948	0,99	1,09	1,26	1,52	1,75	2,05	2,50	2,95	3,89	5,02	6,50
5	0,762	0,900	1,15	1,36	1,43	1,46	1,52	1,66	1,88	2,22	2,50	2,88	3,45	4,01	5,19	6,60	8,44
6	1,15	1,33	1,62	1,91	2,00	2,04	2,11	2,28	2,54	2,96	3,30	3,78	4,44	5,11	6,51	8,19	10,4
7	1,58	1,80	2,16	2,50	2,60	2,65	2,73	2,94	3,25	3,74	4,14	4,67	5,46	6,23	7,86	9,80	12,4
8	2,05	2,31	2,73	3,13	3,25	3,30	3,40	3,63	3,99	4,54	5,00	5,60	6,50	7,37	9,21	11,4	14,3
9	2,56	2,85	3,33	3,78	3,92	3,98	4,06	4,34	4,75	5,37	5,88	6,55	7,55	8,52	10,6	13,0	16,3
10	3,09	3,43	3,98	4,48	4,61	4,68	4,80	5,08	5,53	6,22	6,78	7,51	8,62	9,68	12,0	14,7	18,3
11	3,65	4,02	4,61	5,16	5,32	5,40	5,53	5,84	6,33	7,08	7,69	8,49	9,69	10,9	13,3	16,3	20,3
12	4,23	4,64	5,28	5,88	6,05	6,14	6,27	6,61	7,14	7,95	8,61	9,47	10,8	12,0	14,7	18,0	22,2
13	4,83	5,27	5,96	6,61	6,80	6,89	7,03	7,40	7,97	8,83	9,54	10,5	11,9	13,2	16,1	19,6	24,2
14	5,45	5,92	6,66	7,35	7,56	7,65	7,81	8,20	8,80	9,73	10,5	11,5	13,0	14,4	17,5	21,2	26,2
15	6,08	6,58	7,38	8,11	8,33	8,43	8,59	9,01	9,65	10,6	11,4	12,5	14,1	15,6	18,9	22,9	28,2
16	6,72	7,26	8,10	8,88	9,11	9,21	9,39	9,83	10,5	11,5	12,4	13,5	15,2	16,8	20,3	24,5	30,2
17	7,38	7,95	8,83	9,65	9,89	10,0	10,19	10,7	11,4	12,5	13,4	14,5	16,3	18,0	21,7	26,2	32,2
18	8,05	8,64	9,58	10,4	10,7	10,8	11,00	11,5	12,2	13,4	14,3	15,5	17,4	19,2	23,1	27,8	34,2
19	8,72	9,35	10,3	11,2	11,5	11,6	11,82	12,3	13,1	14,3	15,3	16,6	18,5	20,4	24,5	29,5	36,2
20	9,41	10,1	11,1	12,0	12,3	12,4	12,65	13,2	14,0	15,2	16,3	17,6	19,6	21,6	25,9	31,2	38,2
21	10,1	10,8	11,9	12,8	13,1	13,3	13,48	14,0	14,9	16,2	17,3	18,7	20,8	22,8	27,3	32,8	40,2
22	10,8	11,5	12,6	13,7	14,0	14,1	14,32	14,9	15,8	17,1	18,2	19,7	21,9	24,1	28,7	34,5	42,1
23	11,5	12,3	13,4	14,5	14,8	14,9	15,16	15,8	16,7	18,1	19,2	20,7	23,0	25,3	30,1	36,1	44,1
24	12,2	13,0	14,2	15,3	15,6	15,6	16,01	16,6	17,6	19,0	20,2	21,8	24,2	26,5	31,6	37,8	46,1
25	13,0	13,8	15,0	16,1	16,5	16,6	16,87	17,5	18,5	20,0	21,2	22,8	25,3	27,7	33,0	39,4	48,1
26	13,7	14,5	15,8	17,0	17,5	17,5	17,72	18,4	19,4	20,9	22,2	23,9	26,4	28,9	34,4	41,1	50,1
27	14,4	15,3	16,6	17,8	18,2	18,3	18,59	19,3	20,3	21,9	23,2	24,9	27,6	30,2	35,8	42,8	52,1
28	15,2	16,1	17,4	18,6	19,0	19,2	19,45	20,2	21,2	22,9	24,2	26,0	28,7	31,4	37,2	44,4	54,1
29	15,9	16,8	18,2	19,5	19,9	20,0	20,32	21,0	22,1	23,8	25,2	27,1	29,9	32,6	38,6	46,1	56,1
30	16,7	17,6	19,0	20,3	20,7	20,9	21,19	21,9	23,1	24,8	26,2	28,1	31,0	33,8	40,0	47,7	58,1
31	17,4	18,4	19,9	21,2	21,6	21,8	22,07	22,8	24,0	25,8	27,2	29,2	32,1	35,1	41,5	49,4	60,1
32	18,2	19,2	20,7	22,0	22,5	22,6	22,95	23,7	24,9	26,7	28,2	30,2	33,3	36,3	42,9	51,1	62,1
33	19,0	20,0	21,5	22,9	23,3	23,5	23,83	24,6	25,8	27,7	29,3	31,3	34,4	37,5	44,3	52,7	64,1
34	19,7	20,8	22,3	23,8	24,2	24,4	24,72	25,5	26,8	28,7	30,3	32,4	35,6	38,8	45,7	54,4	66,1
35	20,5	21,6	23,2	24,8	25,1	25,3	25,60	26,4	27,7	29,7	31,3	33,4	36,7	40,0	47,1	56,0	68,1
36	21,3	22,4	24,0	25,5	25,9	26,2	26,49	27,3	28,6	30,7	32,3	34,5	37,8	41,2	48,6	57,7	70,1
37	22,1	23,2	24,8	26,4	26,8	27,0	27,39	28,3	29,6	31,8	33,3	35,6	39,0	42,4	50,0	59,4	72,1
38	22,9	24,0	25,7	27,3	27,7	27,9	28,28	29,2	30,5	32,8	34,4	36,6	40,2	43,7	51,4	61,0	74,1
39	23,7	24,8	26,5	28,1	28,6	28,8	29,18	30,1	31,5	33,8	35,4	37,7	41,3	44,9	52,8	62,7	76,1
40	24,4	25,6	27,4	29,0	29,5	29,7	30,08	31,0	32,4	34,8	36,4	38,8	42,5	46,1	54,2	64,4	78,1

El detalle de las tablas de Erlang B se muestra en el archivo digital.

# ANEXO VI



Data Sheet

## Cisco UCS C220 M4 Rack Server

### Deliver Exceptional Performance for Space-Constrained Environments

The Cisco UCS<sup>®</sup> C220 M4 Rack Server is the most versatile, general-purpose enterprise infrastructure and application server in the industry. It is a high-density two-socket enterprise-class rack server that delivers industry-leading performance and efficiency for a wide range of enterprise workloads, including virtualization, collaboration, and bare-metal applications. The Cisco UCS C-Series Rack Servers can be deployed as standalone servers or as part of the Cisco Unified Computing System<sup>™</sup> (Cisco UCS) to take advantage of Cisco's standards-based unified computing innovations that help reduce customers' total cost of ownership (TCO) and increase their business agility.

Figure 1. Cisco UCS C220 M4 Rack Server



Overview

Los datasheets de cada equipo mostrado en este proyecto se detallan en el en el archivo digital.

# ANEXO VII



**PROFORMA DE EQUIPOS:**

LOS CANTOS PUEDEN VARIAR EN TIEMPO AJO

CLIENTE:	Francisco Pineda Lopez Ordoñez		
ATENCIÓN:			
TELEFONO:	094796029		
AJECUTIVO:			
DIRECCION:	JESUSITA		
CANT	DESCRIPCION	SUBTOTAL	TOTAL
1	SW Dell R3004 24 CargaE - 4 SFP / Carga 3	2,310,70	2,310,70
1	SW Cisco SG3500-24 TE - 4 SFP - 2 SFP+ / Carga 3	1,857,99	1,857,99
1	SW Trendnet TE0-2048S 18 CargaE - 4 SFPRA40 / Carga 3	1,889,00	1,889,00
1	SW Dell R2004 24 CargaE - 4 SFP	714,70	714,70
1	SW Cisco SG-300-18 10 CargaE - 2SFPRA40	312,10	312,10
1	SW Trendnet TL3204 24 CargaE - 4 SFPRA40	370,36	370,36
1	SW D-link DJS-1210-02-40 10/100/1000 Mbps - 4 SFP	220,00	220,00
1	SW Disco SAG00-52-V0-NA-40 10/100/1000 Mbps - 4 SFP	1,000,00	1,000,00
1	SW Trendnet TL20448 48 CargaE - 4 SFPRA40	540,40	540,40
1	SW Dell T130	1,643,00	1,643,00
1	SW Cisco UCS-SFP12-0220-M4-E1	3794,00	3,794,00
1	SW HP ML10-G400	758,00	758,00
1	FW Juniper SSG-5-EV	500,00	500,00
1	FW Cisco ASA5502-08-K9	500,00	500,00
1	AP D-link DAP-1695 AC1200	88,00	88,00
1	AP Cisco VAP-125-A-K9	100,00	100,00
1	AP Trendnet TON-63NAP9	55,45	55,45
1	WAP Parasetec WX-HDW-130	57,30	57,30
1	WAP Gwarantecore GWP-1010	43,20	43,20
1	WAP YesLink SFP-T18	52,12	52,12
	IGRAM		18,762,40
	12% IVA		2,013,20
	<b>TOTAL</b>		<b>18,007,54</b>

FORMAS DE PAGO: de contado  
 TIEMPO DE ENTREGA: 2 semanas  
 LUGAR DE ENTREGA: sus oficinas en Quito sin recarga

NOTA: los subtotales  
 son los valores netos  
 hay que sumarle  
 el IVA en cada subtotal



El detalle de las proformas de los equipos se muestra en el archivo digital.

## **ORDEN DE EMPASTADO**