



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE LA RED DE DATOS PARA EL COLEGIO NACIONAL ALANGASI DE
LA PARROQUIA RURAL ALANGASI



AUTOR

Mauricio German Medina Caicedo

AÑO

2017



FACULTAD DE INGENIERIA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

DISEÑO DE LA RED DE DATOS PARA EL COLEGIO NACIONAL ALANGASI DE
LA PARROQUIA RURAL ALANGASI

“Trabajo de titulación presentado en conformidad a los requisitos establecidos
para optar por el título de ingeniero en Redes y Telecomunicaciones.”

Profesor Guía

MSc. Luis Santiago Criollo Caizaguano

Autor

Mauricio German Medina Caicedo

Año

2017

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo a través de reuniones periódicas con el estudiante, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

.....

Luis Santiago Criollo Caizaguano

Magister en Redes de Comunicaciones

C.I.: 1717112955

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

.....

Milton Neptalí Román Cañizares

Magister en Gerencia de Redes y Telecomunicaciones

C.I.: 0502163447

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaran las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”

.....
Mauricio Germán Medina Caicedo

CI: 0501772461

AGRADECIMIENTOS

A Dios por todas las bendiciones derramadas sobre mí y por la fuerza que me brinda cada día para seguir adelante.

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos por todo el apoyo incondicional brindado siempre hacia mí.

RESUMEN

En este trabajo se realiza un análisis sobre las necesidades actuales de comunicación del Colegio Nacional Alangasí. Se muestra un diseño de una infraestructura de red LAN, un diseño lógico, además se presenta un presupuesto de cuánto costaría su infraestructura física.

En el capítulo I, se presenta el marco teórico el cual abarca el marco conceptual sobre las tecnologías y protocolos usados para la transmisión de datos y voz sobre una red de área local.

En el capítulo II, se presenta el análisis sobre la infraestructura de TI del Colegio Nacional Alangasí, así como también de su estructura organizacional. Se realiza un análisis de sus requerimientos de su infraestructura física de red, así como de su sistema de comunicación organizacional.

En el capítulo III, se realiza un análisis de los requerimientos para el diseño de la nueva red LAN del Colegio Nacional Alangasí, se dimensiono el tráfico para el número de usuarios que tendría la nueva red LAN. Se realizó un diseño del sistema de cableado estructurado para la institución, en el diseño lógico se incluye las VLAN y el direccionamiento lógico y EtherChannel para los enlaces redundantes, adicionalmente se realizó una comparación entre los distintos sistemas de software libre para los servidores de la institución.

En el capítulo IV, se presenta un presupuesto de los costos que tendría el sistema de cableado estructurado, así como los equipos de conexión, teléfonos IP y servidores.

En el capítulo V, se presenta las conclusiones y recomendaciones obtenidas al final de la elaboración de la tesis.

ABSTRACT

In this work was carried out an analysis on the needs communication of the National School Alangasí. It is presents a design of a LAN network infrastructure, a logical design, and will presented a budget design of how much would cost physical infrastructure.

In Chapter I, it is presents the theoretical framework which covers the conceptual framework on the technologies and protocols used for the transmission of data and voice over a local area network.

In Chapter II, it is presents the analysis on the IT infrastructure of the National school Alangasí, as well as it is organizational structure. An analysis of their requirements of their physical network infrastructure was carried out, as well as it is organizational communication system.

In Chapter III, an analysis was carried out of the requirements for the design of the new LAN of the National School Alangasí, it is measured the traffic for the number of users who would have the new LAN with the new network services. A structured cabling system was made for the institution, in the logical design it is includes the VLANs and the logical addressing, in addition a comparison was made between the different free software systems for the servers.

In chapter IV, is presented a budget of the cost that would have the system of structured cabling, as well as connection equipment of connection, IP telephones and servers.

In chapter V, presents the conclusions and recommendations obtained at the end of the thesis.

INDICE

INTRODUCCIÓN.....	1
1. CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	2
1.1. Redes de área local.....	2
1.1.1. Modelo de referencia OSI.....	2
1.1.2. Modelo de referencia TCP/IP.....	3
1.1.2.1. Capa Aplicación	4
1.1.2.2. Capa de transporte	4
1.1.2.3. Capa de Internet	4
1.1.2.4. Capa de acceso a la red	5
1.1.3. Arquitectura de Red de Área Local.....	5
1.1.3.1. Tolerancia a fallas	6
1.1.3.2. Escalabilidad.....	6
1.1.3.3. Calidad de Servicio	6
1.1.3.4. Seguridad.....	7
1.1.4. Tecnología de Redes de Área local	7
1.1.4.1. Ethernet	7
1.1.4.2. Fast Ethernet	8
1.1.4.3. Gigabit Ethernet	9
1.1.5. Modelo Jerárquico de Cisco	10
1.1.5.1. Capa de acceso	10
1.1.5.2. Capa de Distribución.....	12
1.1.5.3. Capa Núcleo	13

1.1.6.	Seguridad en Redes LAN	13
1.1.6.1.	Firewall	13
1.1.6.1.1.	Listas de Acceso (ACL)	14
1.1.7.	VLANs	14
1.1.7.1.	Beneficios de las redes VLANs	14
1.1.8.	Direccionamiento IP	15
1.1.8.1.	Direccionamiento con clase	15
1.1.8.2.	VLSM	15
1.2.	Sistema de Cableado Estructurado	15
1.2.1.	Estándares del sistema de cableado estructurado	16
1.2.2.	Subsistemas del cableado estructurado	19
1.3.	Telefonía IP	20
1.3.1.	Voz sobre IP	20
1.3.2.	Protocolos Multimedia	20
1.3.2.1.	Protocolos de señalización	21
1.3.2.1.1.	H.323	21
1.3.2.1.2.	SIP (Protocolo de inicio de señalización)	21
1.3.2.2.	Protocolos de Transporte	22
1.3.2.2.1.	RTP (<i>Real Transfer Protocol</i>)	22
1.3.2.2.2.	RTCP (<i>Real Transfer Control Protocol</i>)	22
1.3.3.	Codecs	22
1.3.3.1.	G.711	23
1.3.3.2.	G.723.1	23
1.3.3.3.	G.726	23

1.3.3.4. G.728	23
1.3.3.5. G.729A.....	24
1.4. Servidores.....	24
1.4.1. Servidor de telefonía IP	24
1.4.2. Servidor de correo electrónico	25
1.4.3. Servidor de Archivos.....	25
1.4.4. Servidor DHCP	25
1.4.5. Servidor Radius	26
2. CAPÍTULO II SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE TI.....	27
2.1. Antecedentes.	27
2.2. Estructura organizacional del Colegio Nacional Alangasí	28
2.3. Infraestructura de TI del Colegio Nacional Alangasí	29
2.4. Número de usuarios actuales de la red LAN.....	32
2.5. Análisis del acceso al internet.	33
2.6. Análisis final del estado actual de la red del Colegio Nacional Alangasí.	33
3. CAPÍTULO III DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y LÓGICA DE LA RED LAN	34
3.1. Requerimientos de la red LAN.	34
3.1.1. Proyección del número de nuevos usuarios para la nueva red LAN .	34
3.1.2. Servicios y aplicaciones.....	36

3.1.3.	Seguridad	36
3.1.4.	Ancho de banda requerido para el diseño	37
3.2.	Diseño físico de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí.....	38
3.2.1.	Topología	38
3.2.2.	Sistema de cableado estructurado.....	39
3.2.2.1.	Área de trabajo.....	39
3.2.2.2.	Cableado horizontal	41
3.2.2.3.	Cableado Vertical.....	42
3.2.2.4.	Cuarto de equipos.....	43
3.2.2.5.	Cuarto de telecomunicaciones	44
3.2.3.	Administración y etiquetado.....	45
3.2.4.	Sistema de puesta a tierra	46
3.2.5.	Diagrama físico de la red LAN.....	48
3.3.	Diseño lógico de la red LAN.....	49
3.3.1.	Diseño de las VLANs.....	49
3.3.1.1.	Asignación de puertos a las VLANs.	50
3.3.1.2.	Enlaces Troncales.....	53
3.3.1.3.	Enrutamiento intre VLANs.....	54
3.3.1.4.	VLAN de Administración	55
3.3.1.5.	Seguridad en las VLANs	56
3.3.1.6.	Diagrama lógico de VLANs	56
3.3.2.	Direccionamiento en la red LAN	57
3.3.3.	Diseño del sistema de Telefonía.....	57
3.3.3.1.	QoS para voz sobre IP	59

3.3.4.	Servidores de correo electrónico y FTP.....	60
3.3.4.1.	Selección del Sistema Operativo para el servidor	60
3.3.4.2.	Correo Electrónico	62
3.3.4.3.	Servidor de archivos y recursos compartidos	63
3.3.5.	Seguridad	65
3.3.5.1.	Firewall	65
3.3.5.2.	Servidor Radius.....	66
3.3.5.3.	Políticas de seguridad	66
3.3.6.	Dimensionamiento de los equipos de la red Activa.....	68
3.3.6.1.	Switches de acceso	68
3.3.6.2.	Switich de distribución y núcleo	69
3.3.6.3.	Router	70
3.3.6.4.	Teléfonos Ip	70
3.3.6.5.	Servidor de correo electrónico e intercambio de archivos FTP... ..	71
3.3.6.6.	Dimensionamiento del servidor de telefonía IP y autenticación.. ..	72
3.3.7.	Diagrama de red.....	72
4.	CAPÍTULO IV ANALISIS DE PRESUPUESTO PARA EL DISEÑO	74
4.1.	Análisis de los costos de la red pasiva.....	74
4.1.1.	Elementos del cableado estructurado y puesta a tierra.....	74
4.1.2.	Costos de la red pasiva	78
4.2.	Análisis de costos de la red activa.....	79
4.2.1.	Switches de acceso	79
4.2.2.	Switches de distribución-núcleo.....	80

4.2.3. Router.....	81
4.2.4. Teléfonos IP	82
4.2.5. Costo de la red activa	83
4.3. Costo de servidores	83
4.4. Costo total de la red LAN.....	84
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	85
5.1. Conclusiones.....	85
5.2 Recomendaciones	86

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diseño jerárquico de Cisco	10
Figura 2. Capa de acceso	12
Figura 3. Subsistemas del cableado estructurado	19
Figura 4 Estructura organizacional del Colegio Nacional Alangasí.....	28
Figura 5. Bloques o áreas que conforman la institución educativa	29
Figura 6. Infraestructura de red del Bloque A (planta alta)	30
Figura 7. Infraestructura de red del bloque D (Planta alta)	31
Figura 8. Topología en Estrella de la red de la institución educativa	38
Figura 9. Área de trabajo	39
Figura 10. Cuarto de equipos	44
Figura 11. Diagrama del cuarto de telecomunicaciones	45
Figura 12. Etiquetado de la red LAN	46
Figura 13. Esquema de puesta a tierra	47
Figura 14. Diagrama físico de la red LAN.....	48
Figura 15. Diagrama lógico de VLANs	56
Figura 16. Diagrama de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí.....	73

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Implementaciones Ethernet.....	7
Tabla 2 Implementaciones Fast Ethernet.....	8
Tabla 3 Implementaciones Gigabit Ethernet.....	9
Tabla 4 Elementos de la red active y pasiva del Colegio Nacional Alangasí	32
Tabla 5 Usuarios de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí	32
Tabla 6 Áreas de trabajo en la red LAN del Colegio Nacional Alangasí	35
Tabla 7 Número de puntos de datos para la institución educativa.....	40
Tabla 8 VLANs del Colegio Nacional Alangasí.....	49
Tabla 9 Asignación de puertos al switch 2	50
Tabla 10 Asignación de puertos al switch 3	51
Tabla 11 Asignación de puertos al switch 4	51
Tabla 12 Asignación de puertos al switch 5	52
Tabla 13 Asignación de puertos al switch 6	52
Tabla 14 Asignación de puertos al switch 7	52
Tabla 15 Asignación de puertos al switch 8	53
Tabla 16 Asignación de puertos al switch 9	53
Tabla 17 Enlace troncales.....	54
Tabla 18 Sub-interfaces del router 1	54
Tabla 19 Asignación de la VLAN 99 a los diferentes switches y direcciones IP ...	55
Tabla 20 Direccionamiento de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí	57
Tabla 21 Teléfonos IP en la institución educativa.....	58
Tabla 22 Parámetros seleccionados para QoS para la telefonía IP.....	60
Tabla 23 Comparación del software para el servicio de correo electrónico	63
Tabla 24 Características del software para el servidor FTP	64
Tabla 25 Número de switches de acceso.....	69
Tabla 26 Número de switches de distribución y núcleo	70
Tabla 27 Elementos del sistema de cableado estructurado y puesta a tierra	75
Tabla 28 Proforma de la red pasiva de la institución educativa	78

Tabla 29 Costo de los switches de acceso.....	79
Tabla 30 Costo de los switches de distribución-núcleo	80
Tabla 31 Costo del router.....	81
Tabla 32 Costo de los teléfonos IP.....	82
Tabla 33 Costo de la red activa.....	83
Tabla 34 Costo total de la red LAN de la institución	84

INTRODUCCIÓN

La UDLA (Universidad de las Américas) tiene como misión formar personas comprometidas con la sociedad, y generar proyectos en beneficio de la comunidad a través de los cuales se transfieran los conocimientos adquiridos con el fin de mejorar la calidad de vida de grupos de atención prioritaria, es por ello que esta tesis vincula a un colegio del área rural con nuestra Universidad. (Universidad de las Américas, 2016).

En la última década surge una acelerada tendencia por el uso de las TICs, o nuevas tecnologías de la información, herramienta que posibilita un mejor desempeño en el proceso de enseñanza en las instituciones educativas, el uso de internet, aulas virtuales, entre otras nos llevan a un mejor uso de la tecnología en la educación y gestión del conocimiento.

El Colegio en el cual se desarrolló esta tesis es un plantel fiscal que se encuentra ubicado en la parroquia rural de Alangasí, este es un colegio emblemático de la parroquia Alangasí con 40 años de fundación. En el Colegio Nacional Alangasí se planteó hacer un diseño de una red de datos que abarcara todas las áreas de la institución y brinde varios servicios para mejorar así la forma de comunicación entre su personal administrativo y docente.

Al ser el Colegio Nacional Alangasí una institución pública se buscó soluciones de software libre que satisfagan las necesidades de comunicación de la institución.

1. CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Redes de área local

Una red de área local LAN (*Local Area Network*) es una red que es administrada por una organización única y cubre un área geográfica determinada en donde proporciona a sus clientes:

- ✓ Intercambio de información
- ✓ Comunicación
- ✓ Acceso a varios servicios

1.1.1. Modelo de referencia OSI

La Organización Internacional de Estandarización (ISO, *Internacional Organization for Standardization*) en 1977 establece un subcomité para el desarrollo del modelo de referencia OSI. En este modelo, las funciones de comunicación se distribuyen en un conjunto jerárquico de capas. Cada capa realiza un subconjunto de tareas, relacionadas entre sí, de entre las necesarias para llegar a comunicarse con otros sistemas. Por otra parte, cada capa se sustenta en la capa inmediatamente inferior, la cual realizará funciones más primitivas, ocultando los detalles a las capas superiores. Una capa proporciona servicios a la capa inmediatamente superior. El modelo de referencia resultante tiene siete capas las cuales se resumen a continuación. (Stallings, 2004).

- ✓ **Aplicación:** El nivel de aplicación permite a los usuarios y aplicaciones el tener acceso a servicios de las demás capas.
- ✓ **Presentación:** Esta capa se representa la información, es esta capa se trata aspectos como la sintaxis de los datos transmitidos.

- ✓ **Sesión:** Esta capa se encarga de proporcionar los mecanismos para controlar el diálogo entre las aplicaciones de sistemas finales.
- ✓ **Transporte:** Capa es la encargada de efectuar el transporte de los datos de la máquina origen hacia la máquina destino, independientemente del tipo de red física que la red utilice.
- ✓ **Red:** Esta capa se encarga del enrutamiento entre las distintas redes, las unidades de información se denominan paquetes.
- ✓ **Enlace de datos:** Esta capa es la encargada del acceso al medio de transmisión, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo.
- ✓ **Física:** Es la que se encarga de la transmisión de cadenas de bits sobre el medio físico y de las conexiones de la computadora hacia la red, se refiere tanto al medio físico con sus características mecánica, eléctricas y de procedimiento para acceder al medio físico.

1.1.2. Modelo de referencia TCP/IP

La arquitectura de protocolos TCP/IP es resultado de la investigación y desarrollo llevados a cabo en la red experimental de conmutación de paquetes ARPANET, financiada por la Agencia de Proyectos de Investigación Avanzada para la Defensa (DARPA, *Defense Advanced Research Projects Agency*), y se denomina globalmente como la familia de protocolos TCP/IP. Esta familia consiste en una extensa colección de protocolos que se han especificado como estándares de Internet por parte de IAB (*Internet Architecture Board*).

El modelo TCP/IP estructura el problema de la comunicación en cuatro capas relativamente independientes entre sí. (Stallings, 2004).

1.1.2.1. Capa Aplicación

La capa aplicación contiene la lógica necesaria para poder brindar las distintas aplicaciones al usuario. Existen algunos protocolos de la capa aplicación entre ellos tenemos; FTP (*File Transfer Protocol*), HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), SMTP (*Simple Network Management Protocol*), etc.

1.1.2.2. Capa de transporte

La capa transporte permite que las aplicaciones que se ejecutan en equipos distantes puedan mantener una comunicación entre sí, estas aplicaciones pueden ser un programa, una tarea, un proceso, etc. La capa de transporte contiene dos protocolos, UDP y TCP estas dos aplicaciones permiten que se pueda intercambiar datos independientemente del tipo de red (es decir, independientemente de las capas inferiores).

- ✓ **TCP** es un protocolo confiable orientado a conexión que garantiza la entrega de la información sin errores, este protocolo es utilizado en aplicaciones donde se necesita que toda la información enviada llegue sin errores a su destino.

- ✓ **UDP** es un protocolo no confiable, no orientado a conexión de la capa transporte, este protocolo no garantiza que los datos lleguen a su destino. Es un protocolo que no proporciona detección de errores y que es utilizado por aplicaciones en tiempo real como voz y video.

1.1.2.3. Capa de Internet

La capa de internet es donde se definen los datagramas (paquetes de datos) y se utiliza el protocolo internet IP (*Internet Protocol*) para ofrecer el encaminamiento a través de varias redes. En esta capa se encuentran a los siguientes protocolos:

- ✓ Protocolo IP
- ✓ Protocolo ARP
- ✓ Protocolo ICMP
- ✓ Protocolo RARP
- ✓ Protocolo IGMP

1.1.2.4. Capa de acceso a la red

La capa de acceso a la red es responsable del intercambio de datos entre el sistema final (servidor, estación de trabajo, etc.) y la red a la cual está conectado. El software en particular que se use en esta capa dependerá del tipo de red que se disponga. Así, se han desarrollado, entre otros, diversos estándares para la conmutación de circuitos, la conmutación de paquetes (por ejemplo, retransmisión de tramas) y para las redes de área local (por ejemplo, *Ethernet*). Por tanto, tiene sentido separar en una capa diferente todas aquellas funciones que tengan que ver con el acceso a la red.

Haciendo esto, el *software* de comunicaciones situado por encima de la capa de acceso a la red no tendrá que ocuparse de los detalles específicos de la red a utilizar. El *software* de las capas superiores debería, por tanto, funcionar correctamente con independencia de la red a la que el computador esté conectado. (Lammle, 2013).

1.1.3. Arquitectura de Red de Área Local

Las redes deben funcionar con diferentes tipos de infraestructuras físicas, así como también tienen que admitir una amplia variedad de aplicaciones y servicios en ella. Existen cuatro características que las redes deben cumplir para que puedan satisfacer las expectativas de los usuarios:

- ✓ Tolerancia a fallas
- ✓ escalabilidad

- ✓ calidad del servicio y
- ✓ seguridad.

1.1.3.1. Tolerancia a fallas

Una red tolerante a fallas es la que limita el impacto de una falla del *software* o *hardware* y puede recuperarse rápidamente cuando se produce dicha falla. Estas redes dependen de enlaces o rutas redundantes entre el origen y el destino del mensaje. Si un enlace o ruta falla, los procesos garantizan que los mensajes pueden enrutarse en forma instantánea en un enlace diferente transparente para los usuarios en cada extremo. Tanto las infraestructuras físicas como los procesos lógicos que direccionan los mensajes a través de la red están diseñados para adaptarse a esta redundancia. Ésta es la premisa básica de la arquitectura de redes actuales. (Lammle, 2013).

1.1.3.2. Escalabilidad

Una red escalable es aquella que puede expandirse para admitir nuevos usuarios y aplicaciones sin perder calidad en los servicios ofrecidos. Esta capacidad de la red de poder expandirse depende de un diseño jerárquico en capas.

1.1.3.3. Calidad de Servicio

En algunas aplicaciones como voz y el vídeo es necesario manejar alguna prioridad en el tráfico ya que estas aplicaciones son sensibles al retardo y necesitan alguna prioridad sobre el resto de tráfico para que puedan funcionar bien, otras aplicaciones como el correo electrónico y la transferencia de archivos son insensibles al retardo, pero sensibles a las pérdidas por lo que necesitan ser manejados de formas diferentes. Los flujos de tráfico distintos tienen prioridades diferentes. (Lammle, 2013).

1.1.3.4. Seguridad

La seguridad en las redes incluye protocolos, tecnologías, dispositivos, herramientas y técnicas que aseguran los datos y reducen las amenazas.

La seguridad en redes hace un gran esfuerzo por mantenerse un paso más adelante de los hackers que buscan vulnerabilidades en las redes informáticas. La seguridad es de gran importancia para la continuidad de los negocios.

1.1.4. Tecnología de Redes de Área local

Una red LAN consiste en un medio de transmisión compartido y un conjunto de software y hardware para servir de interfaz entre los dispositivos y el medio, así como para regular el acceso ordenado al mismo.

1.1.4.1. Ethernet

Desarrollado por el comité de estándares IEEE 802.3. En la tabla 1 se puede observar las diferentes implementaciones Ethernet a 10Mbps, 100Mbps, 1000Mbps. (Stallings, 2004).

Tabla 1.

Implementaciones Ethernet

Implementaciones Ethernet	Velocidad de datos	Medio de transmisión	Distancia máxima [metros]
10Base2	10Mbps	Cable coaxial	185
10BaseT	10Mbps	Cable trenzado	100
10BaseF	10Mbps	Cable fibra óptica	2000
100BaseT4	100Mbps.	Cable categoría 3	100

UTP			
100BaseTX	100Mbps.	Cable categoría 5	100
UTP			
100BaseFX	100Mbps	Cable fibra óptica	2000
1000BaseT	1000Mbps	Cable categoría 5 o 6 UTP	100
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000

1.1.4.2. Fast Ethernet

Fast Ethernet es un conjunto de especificaciones desarrolladas por el comité IEEE 802.3 con el fin de proporcionar a una red LAN compatible con Ethernet que funcione a 100Mbps. (Stallings, 2004). En la tabla 2 se puede observar las implementaciones Fast Ethernet.

Tabla 2.

Implementaciones Fast Ethernet

Implementaciones Fast Ethernet	Velocidad de datos	Medio de transmisión	Distancia máxima [metros]
100BaseTX	100 Mbps	Cable par trenzado (UTP categoría 5)	100
100BaseFX	100Mbps	Fibra óptica	200
100BaseT4	100Mbps	Cable par trenzado (UTP categoría 3 o 5)	100

100BaseSX	100Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550
100BaseBX	100Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000

1.1.4.3. Gigabit Ethernet

A finales del año 1995, el comité IEEE 802.3 formó el grupo de trabajo de alta velocidad con el fin de investigar estrategias para transmitir paquetes con formato Ethernet a velocidades del orden de Gigabits por segundo. Desde entonces se han especificado un conjunto de estándares a 1.000 Mbps. (Stallings, 2004).

En la tabla 3 se observa las implementaciones Gigabit Ethernet.

Tabla 3.

Implementaciones Gigabit Ethernet

Implementaciones	Velocidad de datos	Medio de transmisión	Distancia máxima [metros]
1000BaseT	1000Mbps.	Cable (UTP categoría 5e o 6)	100
1000BaseLX	1000Mbps	Fibra óptica (multimodo)	550
1000BaseSX	1000Mbps	Fibra óptica (monomodo)	5000

1.1.5. Modelo Jerárquico de Cisco

Un diseño en capas permite diseñar, implementar, mantener y escalar la red. También permite implementar funciones específicas dentro de cada capa. El diseño jerárquico incluye tres capas: acceso, distribución y núcleo. En la figura 1 puede verse un gráfico del modelo jerárquico de Cisco. (Cisco System, sf)

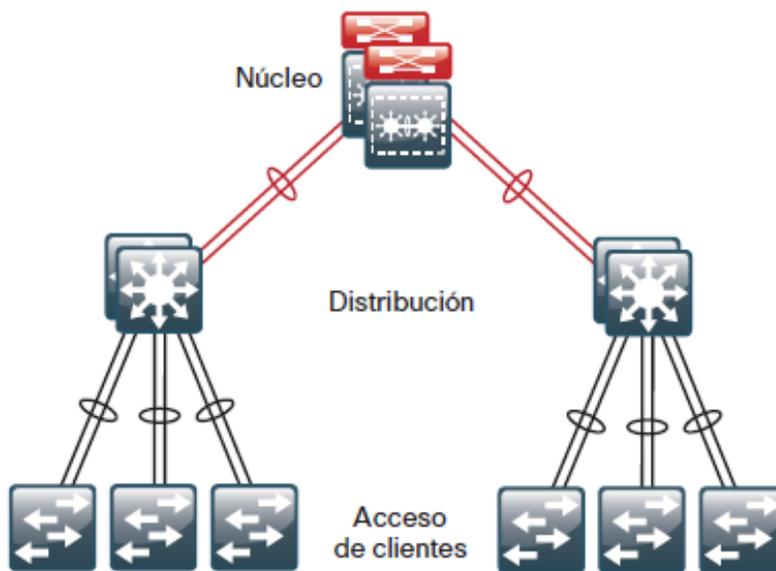


Figura 1. Diseño jerárquico de Cisco

Tomado de: Cisco System, sf

1.1.5.1. Capa de acceso

En la figura 2 se muestra la capa de acceso. La capa de acceso es por donde los dispositivos controlados por el usuario se conectan a la red. La capa de acceso ofrece conectividad tanto inalámbrica como por cable y brinda varias características. (Cisco System, sf).

- ✓ **Conectividad de dispositivos:** La capa de acceso ofrece conectividad de dispositivos con ancho de banda de alta velocidad. A fin de hacer de la red una pieza transparente del trabajo diario del usuario final, la capa de acceso

debe poder admitir ráfagas de tráfico de ancho de banda de alta velocidad cuando los usuarios realizan tareas de rutina, como enviar correos electrónicos pesados o abrir un archivo desde una página web interna.

Debido a que muchos tipos de dispositivos de los usuarios finales se conectan a la capa de acceso (equipos personales, teléfonos IP, puntos de acceso inalámbricos, y cámaras de video vigilancia mediante IP), la capa de acceso puede admitir muchas redes lógicas, con lo cual ofrece los beneficios de rendimiento, administración y seguridad. (Cisco System, sf).

- ✓ **Servicios de seguridad y recuperabilidad:** El diseño de la capa de acceso debe garantizar que la red esté disponible para todos los usuarios que la necesitan, cuando la necesitan. Como punto de conexión entre la red y los dispositivos clientes, la capa de acceso debe ayudar a proteger la red contra errores humanos y ataques maliciosos. Esta protección incluye garantizar que los usuarios tengan acceso solamente a servicios autorizados, con lo cual se evita que los dispositivos de usuario final se apoderen del rol de otros dispositivos en la red y, cuando es posible, se verifica que todos los dispositivos de usuario final están permitidos en la red. (Cisco System, sf).

- ✓ **Funcionalidades de tecnología avanzada:** La capa de acceso ofrece un conjunto de servicios de red que admiten tecnologías avanzadas, como voz y video. La capa de acceso debe ofrecer acceso especializado para los dispositivos mediante el uso de tecnologías avanzadas, para garantizar que el tráfico de estos dispositivos no se vea afectado por el tráfico de otros dispositivos y, además, para garantizar la distribución eficiente del tráfico que necesitan muchos dispositivos en la red. (Cisco System, sf).

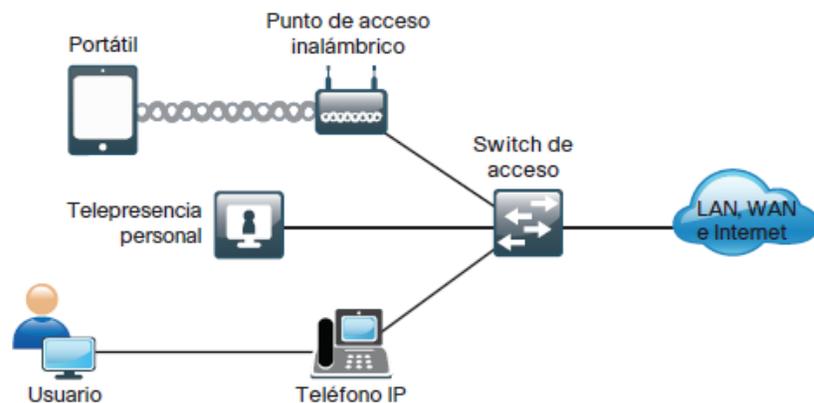


Figura 2. Capa de acceso

Tomado de: Cisco System, sf

1.1.5.2. Capa de Distribución

La capa de distribución admite muchos servicios importantes. En una red donde la conectividad debe atravesar la LAN completa, ya sea entre distintos dispositivos de la capa de acceso o desde un dispositivo de la capa de acceso a la WAN, la capa de distribución hace posible esta conectividad. (Cisco System, sf).

- ✓ **Escalabilidad:** En cualquier sitio con más de dos o tres dispositivos de capa de acceso, no resulta práctico interconectar todos los switches de acceso. La capa de distribución sirve como un punto de agregación para múltiples switches de la capa de acceso.
- ✓ **Reducción de la complejidad y aumento de la recuperabilidad:** La recuperabilidad la aportan los componentes físicamente redundantes.

1.1.5.3. Capa Núcleo

La capa núcleo de la LAN es una pieza fundamental de la red escalable y, aun así, es una de las más simples de diseñar. La capa de distribución aporta los dominios de control y fallas, y la capa núcleo representa la conectividad ininterrumpida, 24 horas al día, los 7 días de la semana todos los días del año, entre ellos; las organizaciones deben contar con esto en entornos comerciales modernos en los que la conectividad a los recursos para realizar negocios sea crucial. (Cisco System, sf).

1.1.6. Seguridad en Redes LAN

Existen cuatro requisitos en seguridad en redes LAN:

- ✓ **Privacidad:** Sólo entidades autorizadas pueden tener un acceso a la información.
- ✓ **Integridad:** Se trata de mantener los datos libres de modificaciones y solamente por partes autorizadas pueden realizarlo.
- ✓ **Disponibilidad:** Todos los datos estén disponibles para las partes autorizadas.
- ✓ **Autenticidad:** Un computador o servicio tiene que ser capaz de verificar la identidad del usuario.

1.1.6.1. Firewall

En las redes informáticas los firewalls separan redes protegidas de las no protegidas. Esto impide a los usuarios no autorizados puedan acceder a recursos en redes protegidas.

1.1.6.1.1. Listas de Acceso (ACL)

Las listas de control de acceso ACL (*access control lists*) se usan regularmente en la seguridad de las redes LAN para controlar el tráfico de la red. Los administradores de red usan las ACL para definir y controlar las clases de tráfico en la red.

1.1.7. VLANs

Las VLANs proporcionan dentro de una red LAN segmentación y flexibilidad organizativa. Las VLANs se basan en crear redes lógicas independientes dentro de una misma red física.

Las VLANs permiten al administrador dividir a las redes en segmentos según alguna lógica como por ejemplo su equipo de trabajo o la aplicación que utiliza sin tener en cuenta la ubicación física del usuario. Varias VLANs pueden coexistir dentro de una misma infraestructura de red como si fueran redes independientes. (Lammle, 2013).

1.1.7.1. Beneficios de las redes VLANs

Las VLAN brindan facilidad para el diseño de una red ya que permite separar funciones lógicas dentro de una organización. El utilizar VLANs en el diseño trae algunos beneficios entre los cuales están:

- ✓ **Seguridad:** Se separan grupos que tienen datos sensibles del resto de la red.
- ✓ **Reducción de costos:** El ahorro de costos se debe al uso más eficaz de los recursos de la red.
- ✓ **Mejor rendimiento:** La división en varios grupos de trabajo lógicos reduce el tráfico innecesario en la red y mejora el rendimiento.

- ✓ **Dominios de difusión reducidos:** La división en varias redes VLAN reduce los dominios de difusión.

1.1.8. Direccionamiento IP

El direccionamiento es una función clave de los protocolos de capa de red que permite la transmisión de datos entre hosts de la misma red o en redes diferentes. El protocolo de internet versión 4 (Ipv4) ofrece direccionamiento jerárquico para paquetes que transportan datos. (Lammle, 2013).

1.1.8.1. Direccionamiento con clase

Lanzadas en 1981, RFC 790 y RFC 791 describen cómo se asignaron inicialmente las direcciones de red IPv4 según un sistema de clasificación. En la especificación original de IPv4, los autores establecieron las clases para proporcionar tres tamaños distintos de redes para organizaciones grandes, medianas y pequeñas. Por consiguiente, se definieron las direcciones de clase A, B y C con un formato específico para los bits de orden superior. Los bits de orden superior son los bits del extremo izquierdo en una dirección de 32 bits. (Lammle, 2013).

1.1.8.2. VLSM

VLSM (*Variable Length Subnet Mask*) permite que una dirección de red se pueda dividir en varias subredes mediante el uso de diferentes máscaras de subred. VLSM. (Lammle, 2013).

1.2. Sistema de Cableado Estructurado

Un sistema de cableado estructurado es un conjunto de elementos pasivos, flexible, genérico e independiente, que sirve para interconectar equipos activos, de

diferentes e igual tecnología permitiendo la integración de los diferentes sistemas de control, comunicación y manejo de la información, sean esta voz, datos, video, así como equipos de conmutación y otros sistemas de administración. (Joskowicz, 2013).

1.2.1. Estándares del sistema de cableado estructurado

Los estándares son conjuntos de normas o procedimientos de uso generalizado, o que se especifican oficialmente, y que sirven como modelo de excelencia. Un proveedor especifica ciertos estándares. Los estándares de la industria admiten la interoperabilidad entre varios proveedores de la siguiente forma:

- ✓ Descripciones estandarizadas de medios y configuración del cableado *backbone* y horizontal.
- ✓ Interfaces de conexión estándares para la conexión física del equipo.
- ✓ Diseño coherente y uniforme que siga un plan de sistema y principios de diseño básicos.

La Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA) son asociaciones industriales que desarrollan y publican una serie de estándares sobre el cableado estructurado para voz y datos para las LAN. (Joskowicz, 2013)

Estándares TIA/EIA

La asociación de la Industria de las Telecomunicaciones (TIA) y la Asociación de Industrias de Electrónica (EIA) son asociaciones industriales que desarrollan y publican una serie de estándares sobre el cableado estructurado para voz y datos para las redes LAN.

- ✓ **TIA/EIA-568-B:** Estándar para el cableado de telecomunicaciones en edificios comerciales. Existen tres estándares oficiales:
 - ✓ TIA/EIA 568-B1: Indica los requerimientos generales.
 - ✓ TIA/EIA 568-B2: Abarca los componentes de cableado.
 - ✓ TIA/EIA 568-B3: Especifica los requisitos para los componentes de fibra óptica.

- ✓ **TIA/EIA-568-C:** El último estándar publicado por la TIA es el TIA/EIA 568-C.
 - ✓ TIA/EIA 568-C.0: Tiene como objeto permitir la planificación y la instalación de un sistema de cableado estructurado para todo tipo de instalaciones. Varios de los conceptos originalmente indicados en la recomendación TIA/EIA 568-B.1 (que era específica para edificios comerciales) fueron generalizados e incluidos en la 568-C.0. (Joskowicz, 2013).
 - ✓ TIA/EIA 568-C.1: Provee información acerca del planeamiento, instalación y verificación de cableados estructurados para edificios comerciales. Los aspectos de la anterior recomendación TIA/EIA 568-B.1 que aplican únicamente a este tipo de edificios fueron detallados y actualizados en esta nueva recomendación. (Joskowicz, 2013).
 - ✓ TIA/EIA 568-C.2: Detalla los requerimientos específicos de los cables de pares trenzados balanceados, a nivel de sus componentes y de sus parámetros de transmisión. (Joskowicz, 2013).

- ✓ TIA/EIA 568-C.3: Especifica los componentes de cable de fibra óptica, incluyendo aspectos mecánicos, ópticos y requisitos de compatibilidad. (Joskowicz, 2013).

- ✓ **TIA/EIA-569-A:** Es un estándar para edificios comerciales que especifica los recorridos y espacios de telecomunicaciones trata sobre las prácticas de diseño y construcción los cuales darán soporte a los medios de transmisión y al equipo de comunicaciones.

- ✓ **TIA/EIA-606-A:** Este es el estándar de administración para la infraestructura de telecomunicaciones en edificios comerciales, este estándar especifica la rotulación, requisitos de registro, mantenimiento de documentación que tendrá el sistema de cableado.

- ✓ **TIA/EIA-607-A:** Requerimientos para instalaciones de sistemas de puesta a tierra de Telecomunicaciones en Edificios Comerciales.

1.2.2. Subsistemas del cableado estructurado

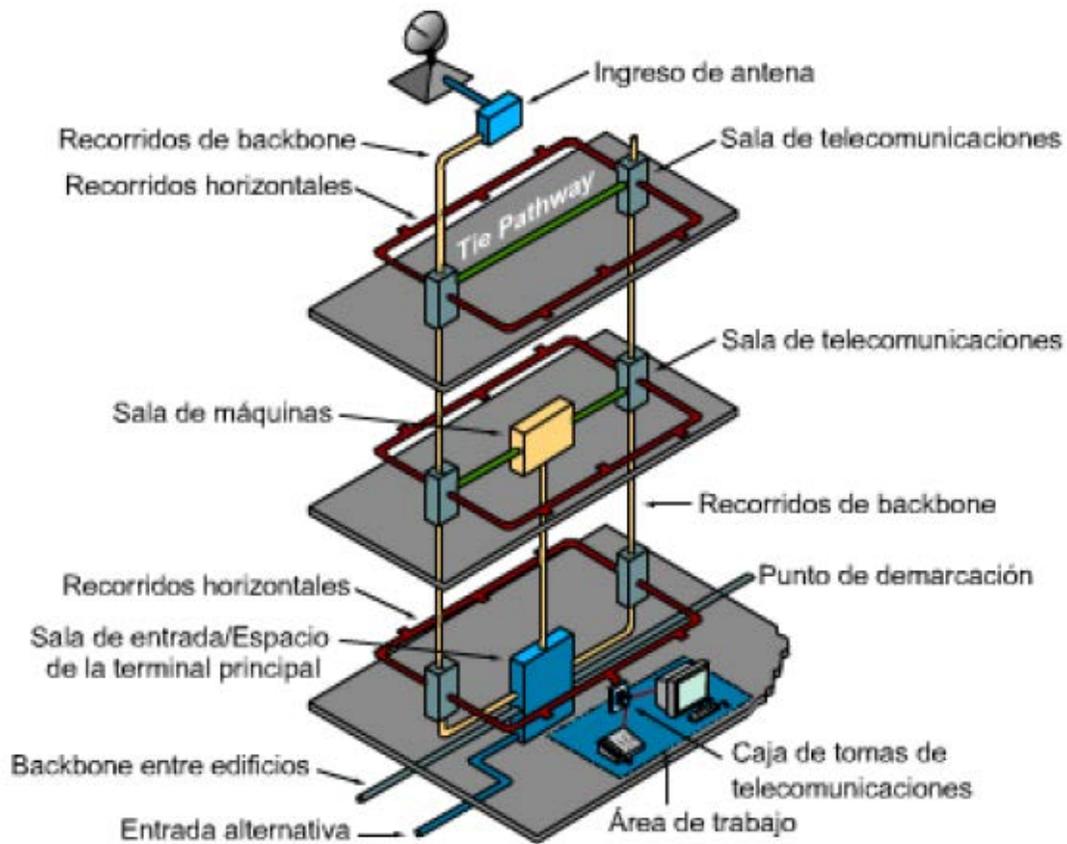


Figura 3. Subsistemas del cableado estructurado

Tomado de: Joskowicz.J, 2013

En la figura 3 se puede observar los 7 subsistemas del cableado estructurado. Cada subsistema realiza funciones específicas, los 7 subsistemas del cableado estructurado son los siguientes:

- ✓ Punto de demarcación (demarc) dentro de las instalaciones de entrada (EF) en la sala de equipamiento.
- ✓ Sala de equipamiento (ER).
- ✓ Sala de telecomunicaciones (TR).

- ✓ Cableado backbone, también conocido como cableado vertical.
- ✓ Cableado de distribución, también conocido como cableado horizontal.
- ✓ Área de trabajo (WA).
- ✓ Administración.

Estos subsistemas convierten al cableado estructurado en una arquitectura que enrute, proteja, identifique y termina los cables de cobre, fibra de manera apropiada.

1.3. Telefonía IP

La telefonía IP es una tecnología que permite integrar en una misma red basada en el protocolo IP los servicios de voz y datos, es decir, permite comunicar computadores o teléfonos a otros computadores o teléfonos en una misma red LAN.

La telefonía IP tiene los mismos servicios que la telefonía analógica, como la identificación de llamadas, servicio en espera, buzón de voz, transferencia de llamadas y filtro de llamadas.

1.3.1. Voz sobre IP

Voz sobre IP, VoIP (Voice over IP), es un conjunto de recursos que se usan para que la señal de voz viaje a través de internet empleando el protocolo IP. Es decir que señal de voz es enviada en forma digital como paquetes de datos.

1.3.2. Protocolos Multimedia

Los protocolos de transporte y señalización son utilizados para la transmisión de voz sobre redes IP.

1.3.2.1. Protocolos de señalización

Los protocolos de señalización más comúnmente usados son H.323 y SIP.

1.3.2.1.1. H.323

H.323 es una recomendación de la ITU-T que describe los terminales y demás dispositivos que proveen servicios de comunicaciones multimedia (video, voz y datos) sobre redes de paquetes que no garantizan calidad de servicio (por ejemplo *Ethernet* con protocolos TCP/IP).

H.323 es aplicable a cualquier red conmutada de paquetes, con independencia de los protocolos utilizados en la “capa física”. La red debe proveer protocolos de entrega “confiables” (como por ejemplo TCP - *Transmission Control Protocol*) y protocolos de entrega “no confiables” (como por ejemplo UDP - *User Datagram Protocol*). Los protocolos “confiables” proveen mecanismos de confirmación de recepción de paquetes, y retransmisiones, de ser necesarias, para asegurar la correcta recepción de los paquetes enviados. Los protocolos “no confiables” son del tipo “mejor esfuerzo” en la entrega de paquetes, pero no sobrecargan a la red con paquetes de confirmación y eventuales retransmisiones, lo que los hace a su vez más “rápidos”. (Joskowicz, 2013)

1.3.2.1.2. SIP (Protocolo de inicio de señalización)

SIP (*Session Initiation Protocol*), es un protocolo de iniciación, modificación y finalización de secciones interactivas de usuario donde intervienen elementos multimedia como la voz y el video.

Este protocolo ha sido desarrollado por el IETF (*Engineering Task Force*) y se ha convertido en un auténtico estándar dentro de la telefonía IP. El protocolo SIP se encarga únicamente de la señalización, no del transporte de la voz.

1.3.2.2. Protocolos de Transporte

Los protocolos de transporte son el RTP y RTCP.

1.3.2.2.1. RTP (*Real Transfer Protocol*)

El protocolo RTP, basado originalmente en el RFC 1889 y luego reemplazado por el RFC 3550, establece los principios de un protocolo de transporte sobre redes que no garantizan calidad de servicio para datos “de tiempo real”, como por ejemplo voz y video.

El protocolo establece la manera de generar paquetes que incluyen, además de los propios datos de “tiempo real” a transmitir, números de secuencia, marcas de tiempo, y monitoreo de entrega. Las aplicaciones típicamente utilizan RTP sobre protocolos de red “no confiables”, como UDP. Los “bytes” obtenidos de cada conjunto de muestras de voz o video son encapsulados en paquetes RTP, y cada paquete RTP es a su vez encapsulado en segmentos UDP.

RTP soporta transferencia de datos a destinos múltiples, usando facilidades de “*multicast*”, si esto es provisto por la red. (Joskowicz, 2013).

1.3.2.2.2. RTCP (*Real Transfer Control Protocol*)

RTCP es un protocolo de control que realiza la transmisión periódica de paquetes de control a todos los participantes de la sesión, utiliza el mismo mecanismo de transporte que los paquetes RTP.

1.3.3. Codecs

La voz para poder ser transmitida por la red IP debe codificarse. Para realizar la codificación y decodificación se hace uso de los codecs. Según el códec utilizado

en la transmisión será el ancho de banda utilizado, a continuación, se presenta los codecs más utilizados.

1.3.3.1. G.711

G.711 es un estándar para la codificación de audio desarrollado por la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones). G.711 es un estándar de codificación digital para representar una señal de audio en frecuencias de la voz humana, mediante palabras de 8 bits de resolución, con una tasa de 8000 muestras por segundo. Por tanto, el codificador G.711 proporciona un flujo de datos de 64 Kbit/s.

1.3.3.2. G.723.1

Este códec requiere la compra de una licencia pagada para poder ser utilizado comercialmente. Este es un códec de voz de doble velocidad para transmisiones en comunicaciones multimedia que puede funcionar a un bit rate de 5.3 y 6.3 Kbps.

1.3.3.3. G.726

G.726 es un estándar desarrollado por la UIT, para la transmisión de voz que opera a velocidades de 16 a 40 Kbps. G726 se basa en la tecnología ADPCM (Modulación Adaptativa Diferencial por Impulso Codificado).

1.3.3.4. G.728

G.728 es un estándar desarrollado por la UIT que opera a un bit rate 16 Kbps tiene un tiempo de demora de codificación entre 0.62 ms a 2.5 ms. Su algoritmo de codificación usa modelos de predicción de formas de onda específicas para la voz. Es utilizado en sistemas de videoconferencia que funcionan a 56 Kbps o 64 Kbps.

1.3.3.5. G.729A

Estándar desarrollado tiene un algoritmo de codificación de voz de 8 Kbps se basa en la tecnología CS-ACELP (Predicción Lineal de Código Algebraico Activado en Estructura Conjugada).

G.729 es un códec que debido a su gran tasa de compresión disminuye el ancho de banda ocupado, mientras mantiene una buena calidad de voz. Una limitación de este códec es que no puede transmitir de forma confiable los tonos DMTF.

1.4. Servidores

Los servidores operan en una arquitectura cliente-servidor. Estos son programas de computadora en ejecución que atienden peticiones de otros programas, los clientes. Los servidores ofrecen la posibilidad a los clientes de compartir datos, información y recursos de hardware y software. Un servidor es un programa que opera como oyente de un socket.

Los servidores proveen servicios esenciales dentro de una red a sus clientes. Los tipos de servidores más comunes son de correo electrónico, servidor de archivos, etc.

1.4.1. Servidor de telefonía IP

Provee el manejo y funciones administrativas para soportar el enrutamiento de llamadas a través de la red. Este servidor puede adoptar diferentes nombres dependiendo del protocolo de señalización utilizado. Así en un sistema basado en el protocolo H.323, el servidor es conocido como Gatekeeper; en un sistema SIP, servidor SIP; y en un sistema basado en MGCP o MEGACO, *Call Agent* (Agente de llamadas). (Reyes y Cayambe, 2010).

1.4.2. Servidor de correo electrónico

El sistema de gestión de correo electrónico (email) funciona desde la aparición de las primeras redes de comunicaciones con el propósito de permitir que los usuarios pueden intercambiar mensajes de texto.

La función principal de un sistema de correo electrónico consiste en el envío de mensajes entre usuarios, de forma que son recibidos en el momento en el que se conectan a la red.

Para transmitir el correo a través de la red se utiliza un protocolo bastante sencillo que se limita a establecer una conexión entre el equipo origen y el destino, enviar los datos y desconectar. Este protocolo se llama SMTP (Simple Mail Transfer Protocol o Protocolo Simple de Transferencia de Correo) y está definido en el RFC 821. (Molina, 2011).

1.4.3. Servidor de Archivos

Es un servidor que almacena y distribuye diferentes tipos de archivos informáticos entre los clientes dentro una red, teniendo un servicio de archivos los usuarios pueden trabajar y tener acceso a documentos de la red, los privilegios de acceso pueden ser restringidos a invitados o a usuarios registrados.

Los protocolos a implementarse en la transferencia de archivos son en los distintos sistemas operativos son:

- ✓ FTP (File Transfer Protocol): Multiplataforma.
- ✓ SMB (Server Message Block): Windows
- ✓ Samba: Unix

1.4.4. Servidor DHCP

El protocolo de configuración dinámica de host (DHCP, *Dynamic Host Configuration Protocol*) es un estándar TCP/IP diseñado para simplificar la administración de la configuración IP de los equipos de nuestra red. Si

disponemos de un servidor DHCP, la configuración IP de los PCs puede hacerse de forma automática sin necesidad de hacerlo manualmente. Un servidor DHCP es un servidor que recibe peticiones de clientes solicitando una configuración de red IP. El servidor responderá a dichas peticiones proporcionando los parámetros que permitan a los clientes auto-configurarse. (Molina, 2011)

1.4.5. Servidor Radius

RADIUS surgió inicialmente con una solución para la administración en el control de acceso para usuarios que soportaban su conexión mediante enlaces seriales y módems, facilitando el control y supervisión de la seguridad, la autorización, la auditoria, verificación de nombres de usuarios y contraseñas, así como una detallada información de configuración sobre el tipo de servicio que se pretendía entregar al usuario.

RADIUS es un protocolo estándar de seguridad para Internet, desarrollado por *Livingston Enterprises* y que la IETF (*Internet Engineering Task Force*) ha recogido en los RFCs 2865 y 2866. Fue diseñado como un protocolo de servicio para TCP/IP con funcionalidad de autenticación de acceso a servidores para autenticar usuarios. (Vargas y Mejía, 2016).

2. CAPÍTULO II SITUACIÓN ACTUAL DE LA INFRAESTRUCTURA DE TI

2.1. Antecedentes.

El Colegio Nacional Alangasí es una institución fiscal, que se encuentra en una zona rural del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), en la parroquia Alangasí. Este colegio fue fundado en el mes mayo de 1975. Actualmente la institución educativa cuenta con una planta docente de 60 profesores ,4 administrativos y 1175 alumnos.

La unidad educativa oferta la Educación General Básica (EGB) en las mañanas y por las tardes el bachillerato en los cuales oferta mecanizado y construcciones metálicas, comercio y administración y el Bachillerato General Unificado (BGU).

Dentro su infraestructura física posee 20 aulas de clase, 3 laboratorios uno de computación, uno química y uno de física, 3 salones de profesores, 4 oficinas administrativas, una biblioteca y dos salones un salón de actos y un salón de uso múltiple.

El servicio de internet lo adquiere de la empresa pública CNT (Corporación Nacional de Telecomunicaciones) mediante dos enlaces, un enlace backbone de fibra óptica con una capacidad de 10 Mbps, y el otro mediante una conexión telefónica ADSL con una capacidad de 3 Mbps. Estas dos entradas sirven para dar acceso al internet al Colegio Nacional Alangasí.

El decreto ejecutivo 1014 prioriza el uso de software libre para las instituciones públicas por lo que se sigue estos lineamientos para el diseño de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí.

El principal objetivo del Colegio Nacional Alangasí al ser un colegio fiscal y público, es el desarrollo académico de sus estudiantes, para cumplir con esto posee una estructura organizacional que permite realizar la planificación, organización, y seguimiento de todas las actividades desarrolladas en el plantel educativo.

2.2. Estructura organizacional del Colegio Nacional Alangasí

En la figura 4 se puede observar un organigrama que representa la estructura organizacional del Colegio Nacional Alangasí, en este se puede observar los distintos departamentos.

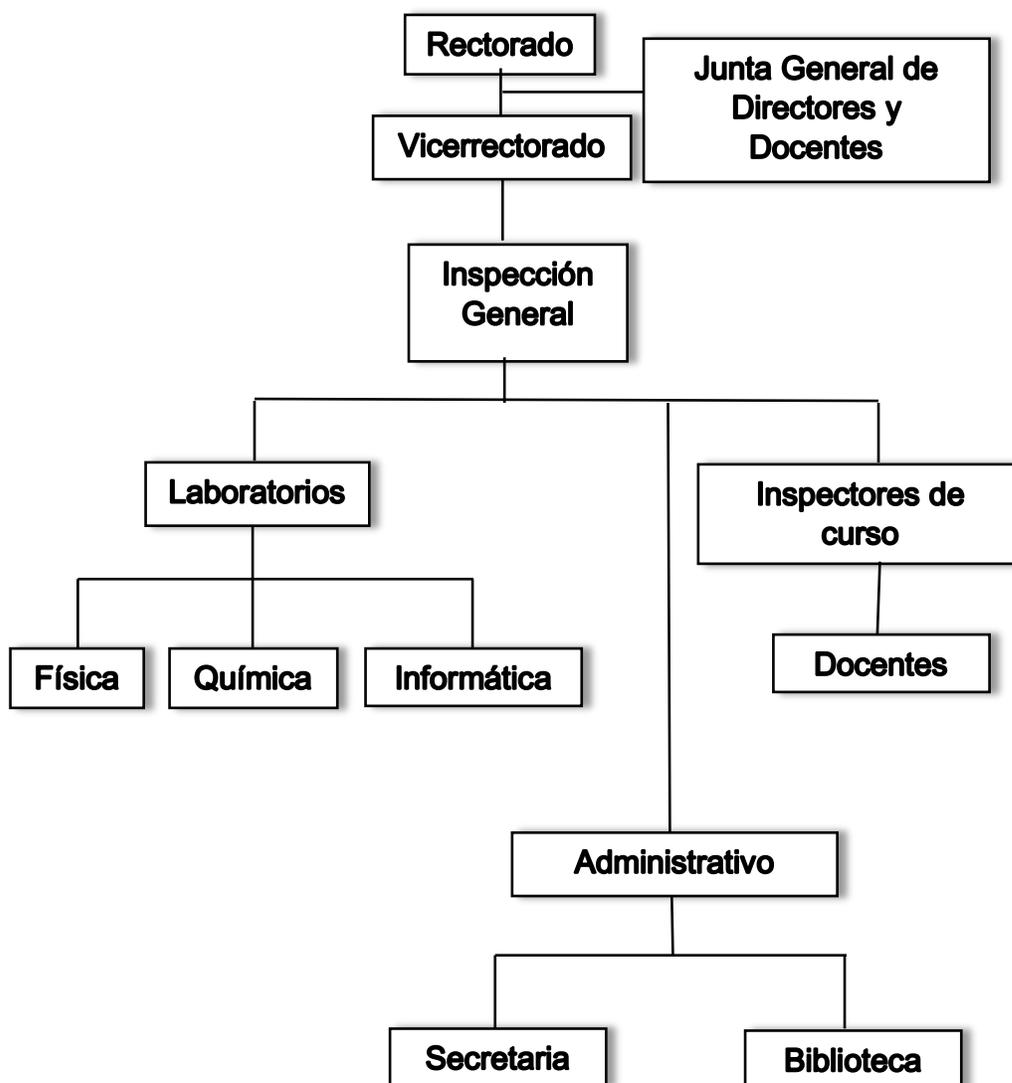


Figura 4 Estructura organizacional del Colegio Nacional Alangasí

2.3. Infraestructura de TI del Colegio Nacional Alangasí

Actualmente el Colegio Nacional Alangasí posee dos entradas para el acceso al internet estas dos entradas dan servicio a dos redes que se encuentran separadas física y lógicamente dentro de la institución, en la figura 5 se puede observar los distintos bloques áreas que conforman la institución educativa.

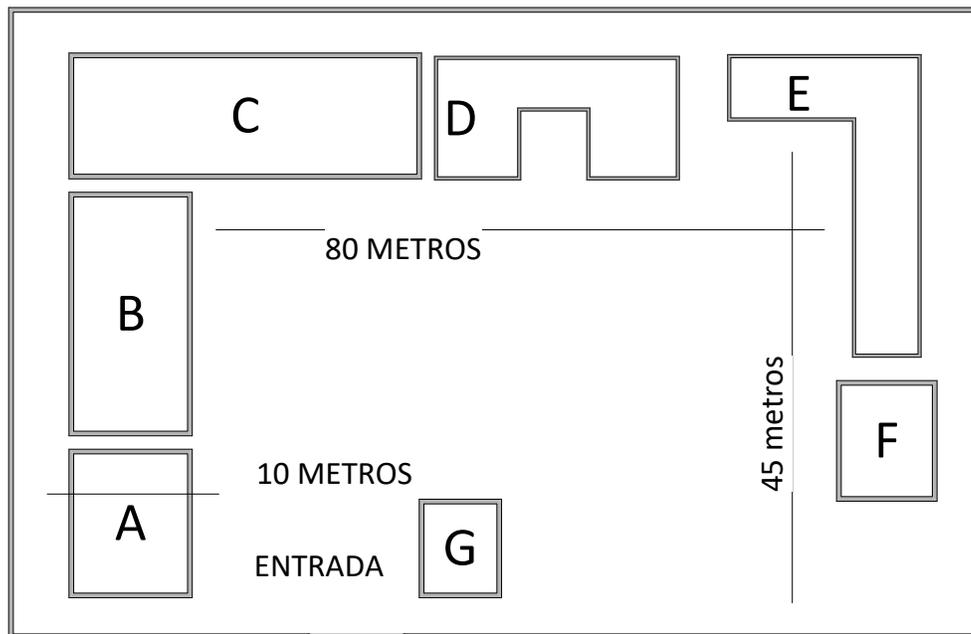


Figura 5. Bloques o áreas que conforman la institución educativa

La primera entrada al internet es a través de una es una línea de abonado digital asimétrica (ADSL, *Asymmetric Digital Subscriber Line*) de la empresa CNT con una capacidad de 3 Mbps esta brinda el servicio del internet para el área administrativa rectorado, vicerrectorado y secretaria general las mismas que se encuentran en la planta alta del Bloque A de la institución, en la figura 6 se muestra el diagrama de red de esta área.

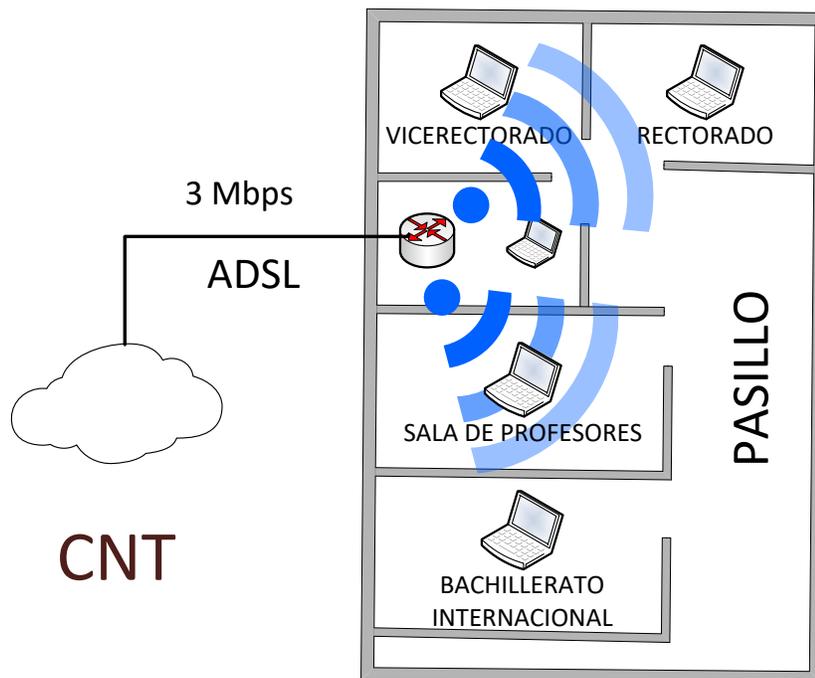
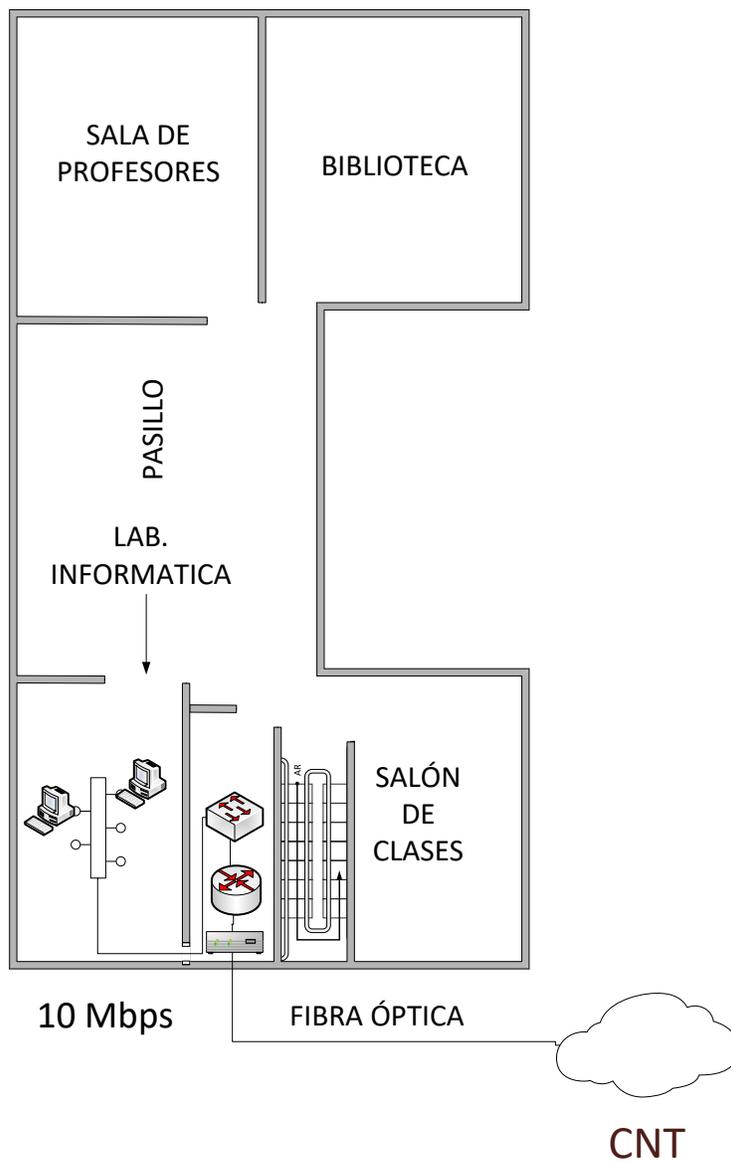


Figura 6. Infraestructura de red del Bloque A (planta alta)

La otra entrada es mediante un enlace *backbone* de fibra óptica con una capacidad de 10 Mbps (también de la empresa CNT), este acceso al internet llega hasta el laboratorio de informática en donde se encuentra un convertidor óptico-eléctrico que convierte las señales ópticas a señales eléctricas para luego conectarse a un patch cord a una velocidad de 100 Mbps a un router Cisco 800 Series, como puede verse en la figura 7.



En la tabla 4 se observa los distintos elementos de la red activa y pasiva que posee actualmente el Colegio Nacional Alangasí.

Tabla 4.

Elementos de la red activa y pasiva del Colegio Nacional Alangasí

Bloque	Red activa	Red Pasiva
D	Router Cisco 800 Series 1 Switch Advantek	Cableado laboratorio de informática
A	1 Router Huawei	

2.4. Número de usuarios actuales de la red LAN

El área administrativa cuenta con una conexión a internet mediante un router inalámbrico ubicado en la secretaria la cual presta acceso al internet a la rectora y vicerrectora y secretaria de la institución. En el bloque D se encuentra el laboratorio de informática esta es la única área que posee una infraestructura de red mediante cable UTP cat5. Los distintos departamentos de Colegio Nacional Alangasí no poseen una infraestructura de red.

Con todos los datos anteriores se realiza la tabla 5 en la cual se muestran los usuarios actuales que tiene el Colegio Nacional Alangasí en su estructura de red.

Tabla 5.

Usuarios de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí

Usuarios de la Red del Colegio Alangasí	
Bloque	No. De Usuarios
A	4
D	15
Total	19

2.5. Análisis del acceso al internet.

El acceso al internet es de gran importancia para las actividades normales del plantel educativo, por una parte, permite a los estudiantes y al personal docente acceder a recursos que facilitan el aprendizaje como videos educativos, documentación de interés, simulación de experimentos, etc.

Para el área administrativa del plantel el acceso al internet es de suma importancia ya que permite tener acceso a sistemas gubernamentales que se encuentran en línea en donde se debe intercambiar información con el del Ministerio de Educación.

Para los docentes del plantel educativo, el acceso al internet además de todos los recursos educativos le permite tener acceso al sistema de información SIME en donde puede consultar, inscribirse a cursos de educación continua que ofrece el Ministerio de Educación en convenio con algunas Universidades del país.

2.6. Análisis final del estado actual de la red del Colegio Nacional Alangasí.

- ✓ No existe un sistema de cableado estructurado que abarque todos los departamentos del Colegio Nacional Alangasí, por lo tanto, no se cumple con las normas EIA/TIA del cableado estructurado. En el Colegio Nacional Alangasí no existen área destinada para el cuarto de equipos.
- ✓ Existen dos redes que funcionan independientemente entre sí sin ninguna conexión o funcionalidad entre ellas.
- ✓ No existe ningún tipo de seguridad en la red del Colegio Nacional Alangasí ni a nivel de software y a nivel de físico.
- ✓ No existe un adecuado sistema de comunicación entre ninguna de las áreas del Colegio Nacional Alangasí ni de datos ni de voz.
- ✓ No existe ningún tipo de servidor en la red que brinde servicios como el del correo electrónico o telefonía IP.

3. CAPÍTULO III DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA Y LÓGICA DE LA RED LAN

3.1. Requerimientos de la red LAN.

La red LAN del Colegio Nacional Alangasí tendrá integrado en ella los servicios de datos y voz para esto será necesario un diseño del cableado estructurado que abarque todos los departamentos del Colegio Nacional Alangasí. El diseño lógico se lo realizará mediante VLANs para segmentar el tráfico de red y así evitar el congestionamiento de la misma, para los enlaces redundantes se utilizara el protocolo *EtherChannel* también será necesario crear diferentes medidas de seguridad para la red LAN.

Para el diseño de la red LAN se ha escogido el modelo Jerárquico de dos niveles en el que la capa núcleo y distribución se combinan en una sola capa, este modelo me permite que la red sea escalable.

En el capítulo 2 se analizó la infraestructura de TI del Colegio Nacional Alangasí y su estructura organizacional de lo cual se puede determinar los requerimientos para el diseño de la red LAN tanto lógica como física.

3.1.1. Proyección del número de nuevos usuarios para la nueva red LAN

El área administrativa del Colegio Nacional Alangasí abarca el Bloque A (Administrativo) en donde se encuentra el rectorado, vicerrectorado, secretaria general, sala de audiovisuales, sala de bachillerato internacional, sala de profesores, salón de actos. El Bloque B consta de aulas de clase, el bloque C posea además de las aulas de clase una sala de uso múltiple. En el bloque D se encuentran los laboratorios de informática, física, química y la biblioteca y una sala de profesores. En el bloque E se encuentra los talleres de metalmecánica y en el Bloque F se encuentra una sala de profesores de talleres y una oficina de administración. En el bloque G se encuentra la inspección general y el

departamento de talento humano. En la figura 5 se puede ver la distribución física de los distintos bloques del Colegio Nacional Alangasí.

El diseño de cableado estructurado se proyecta 10 años, esta infraestructura soportara nuevas aplicaciones como por ejemplo aulas virtuales, además el diseño proporcionara acceso desde todas las áreas y lugares de profesores en las aulas de clase.

Con toda esta información descrita se realiza la tabla 6 para poder obtener las áreas de trabajo que tendría la red LAN del Colegio Nacional Alangasí.

Tabla 6.

Áreas de trabajo en la red LAN del Colegio Nacional Alangasí

Bloque / Área de trabajo	No. De Usuarios
A (Administrativo)	
Rectorado	1
Vicerrectorado	1
Secretaria General	1
Sala de Audio Visuales	1
Sala de Bachillerato Internacional	1
Sala de profesores	16
Salón de actos	2
B (Aulas)	
Aulas de clase	10
C(Aulas)	
Aulas de clase	10
Salón de uso Múltiple	1
D (Laboratorios)	
Laboratorio de informática	25

Laboratorio de física	1
Laboratorio de química	1
Biblioteca	1
Sala de profesores	16
E (Talleres)	1
F (Administración - talleres)	
Administración talleres	2
Sala de profesores	16
G (Insp. general – talento humano)	
Inspección general	1
Talento humano	1
Total	109

3.1.2. Servicios y aplicaciones

Para que el plantel educativo cuente con una efectiva comunicación entre sus diferentes departamentos se brindara estos servicios y aplicaciones.

- ✓ Servicio de correo institucional,
- ✓ Intercambio de archivos
- ✓ Telefonía IP

3.1.3. Seguridad

Para la seguridad de la información del Colegio Nacional Alangasí en el diseño se plantea proteger la red LAN mediante un *Firewall*, para el acceso a la red se realizara un servidor Radius y se establecerán las políticas necesarias. Así los requerimientos para el diseño serian.

- ✓ Firewall
- ✓ Servidor Radius
- ✓ Políticas de seguridad

3.1.4. Ancho de banda requerido para el diseño

La red LAN del Colegio Nacional Alangasí albergará servicios de voz y datos como son el correo electrónico, intercambio de archivos y VoIP. En el diseño se plantea que los todos los usuarios tengan acceso al internet. Mediante una reunión con autoridades del plantel se determinó que la institución requiere este servicio para ingresar a diferentes páginas web gubernamentales como las del Ministerio de Educación y el Ministerio de finanzas así como también a páginas para consultas por parte de los profesores. Para que este servicio tenga un tiempo de respuesta adecuado en este diseño se consideró que 20 segundos sería un tiempo de respuesta aceptable en cargarse las páginas web.

Para determinar el tamaño promedio de las páginas web se utilizó la herramienta *Web Side Speed Test* (Toolspindom, sf) que nos proporciona el tamaño de una página web al ingresar su URL, gracias a esta herramienta y tomando en consideración el tamaño de la paginas web de mayor interés para la institución se pudo determinar que el tamaño promedio de las páginas web visitadas que se estableció en 1.5 MB.

En la ecuación 1 se indica el ancho de banda necesario para el acceso a las páginas web.

$$AB_{web} = \frac{1.5 MB}{1 Pagina} \times \frac{1 Pg}{30 seg} \times (109) \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$AB_{web} = 5,45 Mbps$$

Este ancho de banda no considera el dimensionamiento para los otros servicios como el correo electrónico institucional, intercambio de archivos y VoIP, debido a que en este diseño se los considerara solo como tráfico interno es decir no saldrán al internet.

3.2. Diseño físico de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí

3.2.1. Topología

Para el diseño de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí se utilizará la topología en estrella, en donde cada dispositivo se conectará a través de una única conexión a un punto central MDF (*Main distribution Frame*, distribuidor principal), es decir todas las transiciones pasarán a través del nodo central, el cual es el encargado de gestionar y controlar todas las comunicaciones entre los equipos.

En el punto central va a existir un switch de capa 3 ubicado en el Distribuidor principal, que se encuentra en el bloque D de la institución, Los IDFs (*Intermediate distribution frame*, distribuidores intermedios), estarán ubicados en los bloques A, C, F y G aquí también se lo realizara con switches de capa 3 es decir switch configurables. (La topología escogida puede verse en la figura 8).

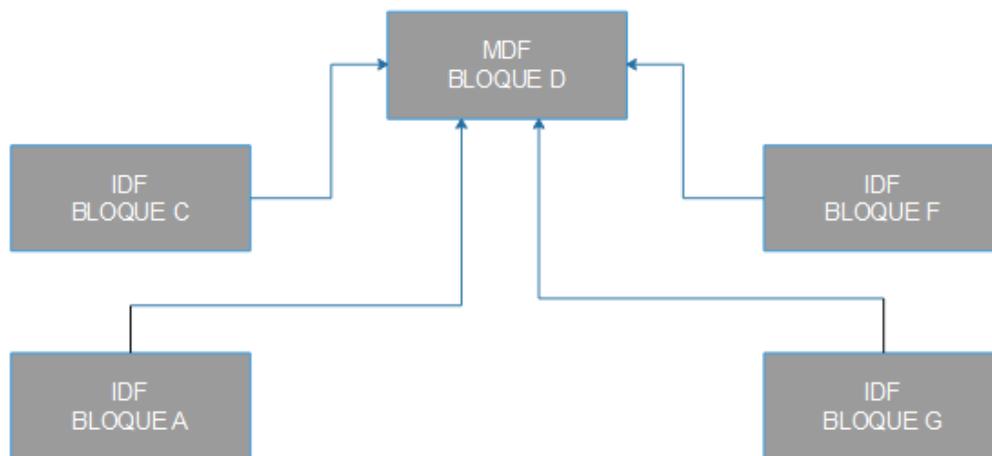


Figura 8. Topología en Estrella de la red de la institución educativa

3.2.2. Sistema de cableado estructurado

El sistema de cableado estructurado nos provee ciertas especificaciones para el diseño de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí, este diseño seguirá estándares que garanticen la escalabilidad, disponibilidad, confiabilidad, seguridad y que nos permita soportar nuevos servicios y aplicaciones.

Los subsistemas del cableado estructurado para el diseño son los siguientes:

- ✓ Área de trabajo
- ✓ Cableado horizontal (distribución)
- ✓ Cableado vertical (backbone)
- ✓ Cuarto de Equipos
- ✓ Cuarto de Telecomunicaciones
- ✓ Entrada de servicios
- ✓ Administración y etiquetado

3.2.2.1. Área de trabajo

El área de trabajo se extiende desde la salida de datos hasta la estación de trabajo. En la figura 9 puede verse el área de trabajo.

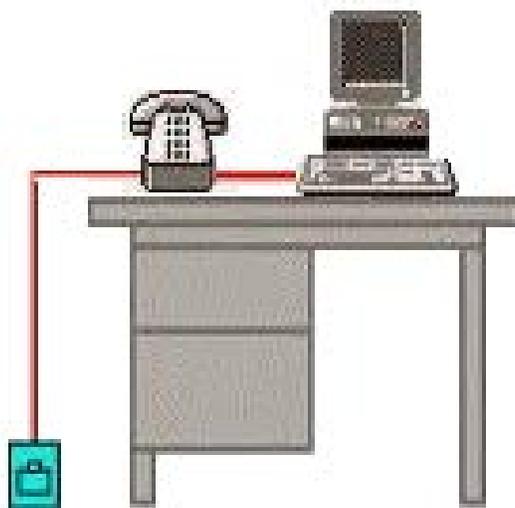


Figura 9. Área de trabajo

Las características que deber tener este cableado son:

- ✓ La longitud del patch cord debe ser menor o igual a 3 metros.
- ✓ Debe cumplir con las normas EIA/TIA 568-C.2
- ✓ Para el diseño se hará con cable UTP categoría 6

En la tabla 7 se especifica el número de puntos de datos a utilizar en las distintas áreas de la institución educativa.

Tabla 7.

Número de puntos de datos para la institución educativa

Bloque	Área	# Puntos de datos
A	Rectorado	1
	Vicerrectorado	1
	Secretaria General	1
	Sala de Audio Visuales	1
	Sala de Bachillerato Internacional	1
	Sala de profesores	16
	Salón de actos	1
B	Aulas de clase	10
C	Salón de uso múltiple	1
	Aulas de clase	10
D	Laboratorio de informática	25
	Laboratorio de física	1
	Laboratorio de química	1
	Biblioteca	1

	Sala de profesores	16
E	Talleres	1
F	Administración talleres	1
	Sala de profesores	16
G	Inspección general	1
	Talento humano	1
	TOTAL	109

El calculo para la longitud de cable UTP cat 6 necesario para el área de trabajo tendríamos; la longitud del cable UTP que va desde la toma de datos hasta la estación de trabajo y esto multiplicamos por el total de estaciones de trabajo.

Longitud de cable = cable area de trabajo x # de usuarios (Ecuación 2)

Longitud de cable = cable area de trabajo x # de usuarios

Longitud de cable = 3 metros x 109 usuarios

Longitud de cable = 327 metros

3.2.2.2. Cableado horizontal

El cableado horizontal se extiende desde los racks secundarios ubicados en los distintos bloques hasta las áreas de trabajo, este cableado se va a enrutar a través de canaletas.

En el cableado horizontal también se va a utilizar la topología en estrella, este tipo de topología nos va a brindar la flexibilidad necesaria para llegar a las distintas áreas del plantel educativo con diferentes servicios a través de la red.

La longitud máxima para extender el cableado horizontal es de 100 metros, que va desde la salida de telecomunicaciones en el área de trabajo hasta las conexiones en el rack secundario.

Para el cálculo del cableado horizontal se va a medir el punto más lejano y el más cercano desde cuarto de telecomunicaciones hasta la salida de datos en el área de trabajo, esta distancia se la dividirá para dos y se le añade un 10 % de reserva.

El punto más lejano y cercano dentro institución son 16 y 4 metros respectivamente. Así el cálculo para el cableado horizontal sería.

$$\text{Longitud del cable} = \frac{\text{pto mas lejano} + \text{pto mas cerano}}{2} + 10\% \text{ holgura} * \# \text{ et. trab}$$

Ecuación (3)

$$\text{Longitud del cable} = (10 \text{ metros} + 1 \text{ metros}) * 109$$

$$\text{Longitud del cable} = 1199 \text{ metros cable UTP Cat 6}$$

3.2.2.3. Cableado Vertical

El cableado vertical va a seguir la topología en estrella, este subsistema sé conoce también como *backbone* y este va a brindar conectividad entre los diferentes cuartos de telecomunicaciones con el cuarto de equipos. El rack principal MDF (*Main distribution Frame*) Distribuidor principal será ubicado en el bloque D, los armarios secundarios IDFs (*Intermediate distribution frame*) distribuidores intermedios serán ubicados en los bloques A, C, F y G.

Para el cableado vertical del Colegio Nacional Alangasí se va a utilizar cable SFTP categoría 6 para unir el rack principal con el resto de racks secundarios. La longitud máxima permitida para el cableado vertical con cable UTP categoría 6 es de 100 metros.

Para el cálculo de la longitud de cableado vertical se toma en cuenta los puntos más cercanos y más lejanos a los cuartos de telecomunicaciones desde el cuarto de equipos.

El punto más lejano y cercano dentro institución son 16 y 70 metros respectivamente. Así el cálculo del cableado vertical sería.

$$\text{Longitud del cable} = \frac{\text{pto mas lejano} + \text{pto mas cerano}}{2} + 10\% \text{ holgura} * \# \text{ c. tele}$$

(Ecuación 4)

$$\text{Longitud del cable} = (43 \text{ metros} + 4,3) \times \# \text{ cuartos de telecomunicaciones}$$

$$\text{Longitud del cable} = 47,3 \text{ metros} \times 4$$

$$\text{Longitud del cable} = 189,2 \text{ metros de cable SFPT}$$

3.2.2.4. Cuarto de equipos

El cuarto de equipos del Colegio Nacional Alangasí estará ubicado en el bloque D, aquí se encuentra el enlace de fibra óptica que presta el acceso hacia el internet el cual tiene un ancho de banda de 10 Mbps. En esta área se diseñará el cuarto de equipos de la institución educativa y tendrá los siguientes equipos en ella:

- ✓ Un armario de 24"
- ✓ Patch Panels
- ✓ Servidores (Correo electrónico, FTP, telefonía IP, Radius, Firewall)
- ✓ Router (CNT)
- ✓ Switches (distribución)
- ✓ Organizador de cableado

En la figura 10 puede observarse el rack del cuarto de equipos.

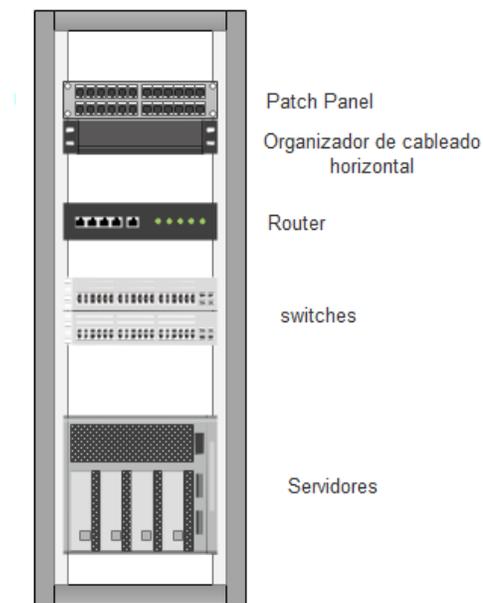


Figura 10. Cuarto de equipos

3.2.2.5. Cuarto de telecomunicaciones

En la institución educativa se ubicará 4 cuartos de telecomunicaciones los cuales brindaran servicio de acceso a los respectivos usuarios en sus bloques; el primero brindará servicios de acceso a la red al bloque A y B, el segundo al bloque C, el tercero al bloque F y el cuarto brindara acceso al bloque G. En estos cuartos de telecomunicaciones se ubicaran los switches de acceso los serán instalados dentro de un rack en la pared. En la figura 11 se indica el diagrama del cuarto de telecomunicaciones en su respectiva ubicación en el plantel.

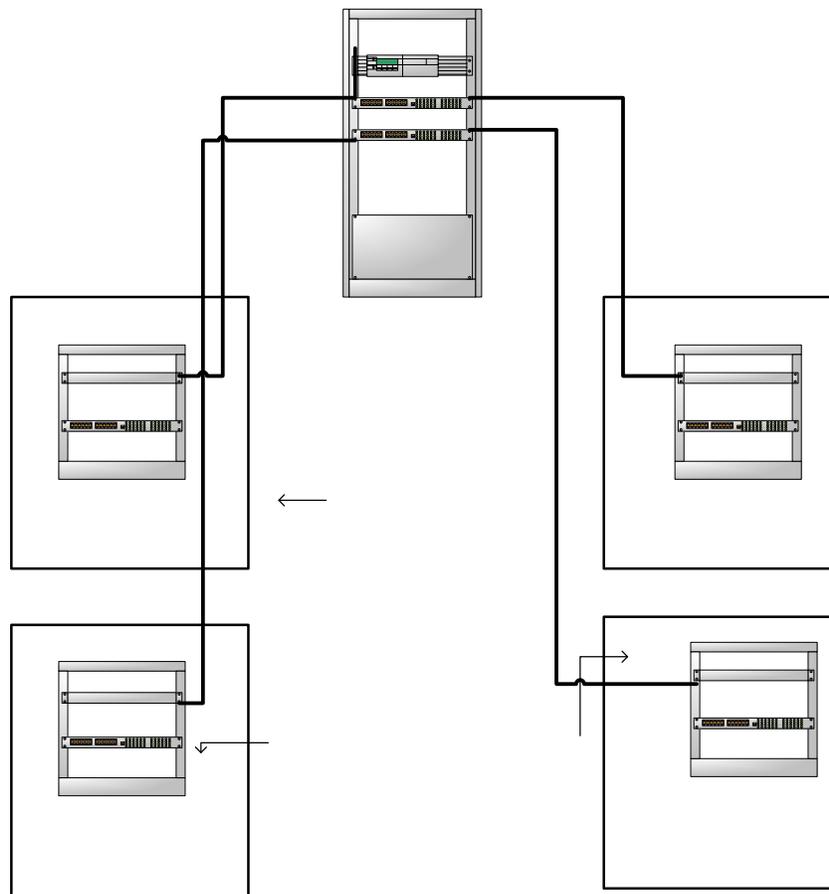


Figura 11. Diagrama del cuarto de telecomunicaciones

3.2.3. Administración y etiquetado

La norma a seguir es la EIA/TIA 606-A, en esta norma se especifica la administración y etiquetado del cableado estructurado. Para el etiquetado se debe considerar la utilización de adhesivos. Se debe etiquetar todos los elementos del sistema de cableado estructurado como son.

- ✓ Cables y rutas
- ✓ Rutas de acceso
- ✓ Cuarto de equipos y telecomunicaciones

- ✓ Conexiones a tierra
- ✓ Equipos activos
- ✓ Bloques o departamentos

Para la identificación de los elementos del sistema de cableado estructurado se seguirá una nomenclatura que será escrita de izquierda a derecha para identificar al cuarto de equipos, el rack del que proviene, el patch panel y número de puerto del patch panel. Tal como se indica en la figura 12.



Figura 12. Etiquetado de la red LAN

3.2.4. Sistema de puesta a tierra

El estándar EIA/TIA 607-A es el que se sigue para el diseño del sistema de puesta a tierra. En la figura 13 se indica el diagrama del sistema de puesta a tierra.

- ✓ **TMGB** (*Telecommunications Main Grounding Bar*) Barra principal de puesta a tierra.

Consideraciones de la instalación de la barra TMGB:

- ✓ Existe una por la infraestructura instalada.
- ✓ Es hecha de cobre sus dimensiones mínimas 6 mm de espesor y 100 mm. de ancho. Su longitud puede variar de acuerdo a la cantidad de cables a conectarse en ella.

- ✓ **TGB** (*Telecommunications grounding Busbar*) Barra de puesta a tierra.

Consideraciones:

- ✓ El conductor que une el TGB con el TBB debe ser cable 6 AWG. Además, se debe procurar que este tramo sea lo más recto y corto posible.
- ✓ **TBB** (Telecommunication Bonding Backbone) Unión vertical de telecomunicaciones.

Consideraciones:

- ✓ Se extiende a través del edificio utilizando la ruta del cableado vertical.
- ✓ Se permite varios TBB's dependiendo del tamaño del edificio.

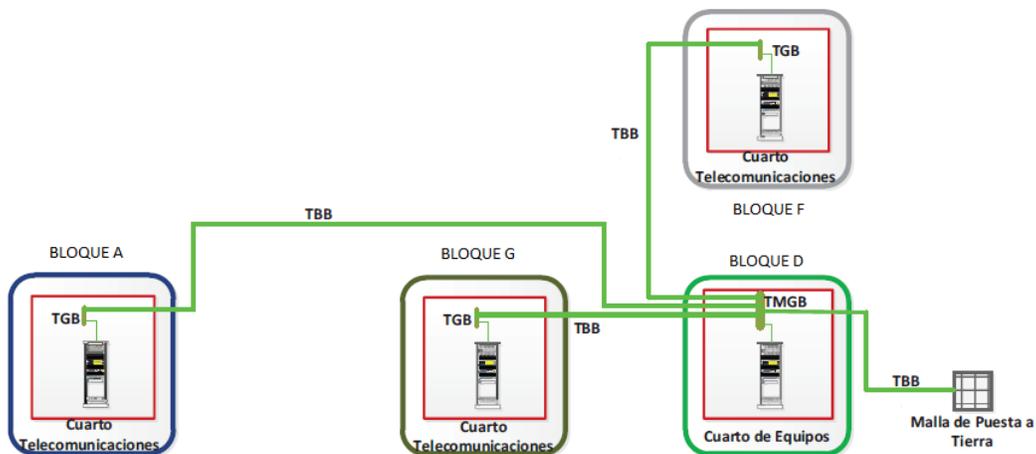


Figura 13. Esquema de puesta a tierra

3.2.5. Diagrama físico de la red LAN

En la figura 14 se indica el diagrama de red físico de la red de datos del Colegio Nacional Alangasí.

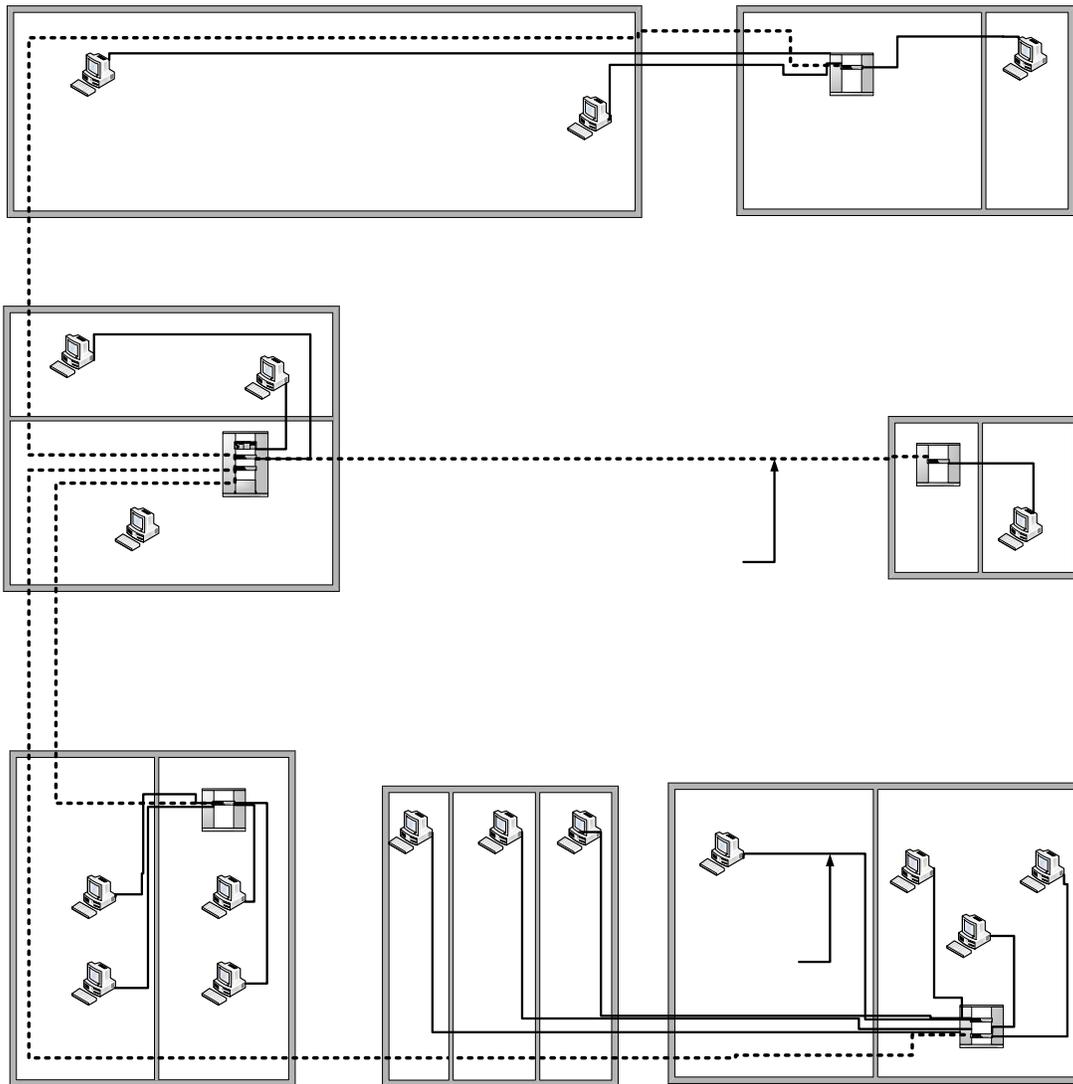


Figura 14. Diagrama físico de la red LAN

3.3. Diseño lógico de la red LAN

3.3.1. Diseño de las VLANs

Mediante el uso de VLANs se segmentará la red del Colegio Nacional Alangasí de acuerdo a la estructura organizacional de la institución educativa, el uso de las VLANs nos proporcionará varios beneficios entre los cuales están:

- ✓ Agrupar las estaciones de trabajo por función lógica, independientemente de la ubicación física de estas.
- ✓ Más ancho de banda, ya que se reduce el tráfico innecesario y éste solo se envía a las estaciones interesadas.
- ✓ Proporcionan seguridad.

Las VLANs serán asignadas de acuerdo a la estructura organizacional del Colegio Nacional Alangasí según como se indica en la tabla 8.

Tabla 8.

VLANs del Colegio Nacional Alangasí

VLANs	Nombre	Número de usuarios
VLAN 20	Padministrativos	4
VLAN 30	Profesores	48
VLAN 40	Salones	5
VLAN 50	Laboratorios	17
VLAN 60	TelefoníaIP	30
VLAN 70	Servidores	4
VLAN 80	Aulas	20
VLAN 99	Administración	1

La VLAN Padministrativos y Profesores tendrá acceso entre sí, ambas VLANs tendrán acceso a la VLAN 70 servidores.

La VLAN TelefoníaIP servirá para segmentar el tráfico de voz para priorizarlo respecto a los demás datos.

3.3.1.1. Asignación de puertos a las VLANs.

En las siguientes tablas se muestran la asignación de puertos a las distintas VLANs en los switches del Colegio Nacional Alangasí.

✓ Switch 2

Este switch estará en el bloque D brindara accesos a las VLANs Salones, Laboratorios y TelefoníaIP, los puertos que se asignaran al switch 2 son los siguientes:

Tabla 9.

Asignación de puertos al switch 2

VLANs		Puertos Switch 2
VLAN 40		FastEthernet 0/5
VLAN 50		FastEthernet 0/10-24
VLAN 99		FastEthernet 0/4
VLAN 50	VLAN 60	FastEthernet 0/6-9

✓ Switch 3

Este switch estará ubicado en el bloque D en el cuarto de equipos, este brindara acceso a una sala de profesores donde se ha asignado las VLANs Profesores (30) y TelefoníaIP (60).

Tabla 10.

Asignación de puertos al switch 3

VLANS	Puertos Switch 3
VLAN 30	FastEthernet 0/10-24
VLAN 60	FastEthernet 0/6-9

✓ **Switch 4**

El switch 4 se encontrará en el bloque A, este switch brindará acceso a una sala de profesores, a los departamentos del personal administrativo y a dos salones (Salón de actos y salón de audio visuales) tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 11.

Asignación de puertos al switch 4

VLANS	Puertos Switch 4
VLAN 30	FastEthernet 0/10-24
VLAN 20	FastEthernet 0/9
VLAN 40	FastEthernet 0/4-5
VLAN 20 VLAN 60	FastEthernet 0/6-8

✓ **Switch 5**

Este switch se ubicará en el bloque G y dará servicio a dos departamentos administrativos (Talento humano e inspección General) mediante la VLAN Padministrativos.

Tabla 12.

Asignación de puertos al switch 5

VLANs		Puertos Switch 5
VLAN 20	VLAN 60	FastEthernet 0/9-10

✓ **Switch 6**

Este switch estará ubicado en el bloque F y brindará acceso a una sala de profesores y al departamento de administración de talleres.

Tabla 13.

Asignación de puertos al switch 6

VLANs		Puertos Switch 6
VLAN 30		FastEthernet 0/10-24
VLAN 20	VLAN 60	FastEthernet 0/9

✓ **Switch 7**

Este switch brindara servicio de acceso a los servidores de la institución.

Tabla 14.

Asignación de puertos al switch 7

VLANs		Puertos Switch 7
VLAN 70		FastEthernet 0/10-13

✓ Switch 8

Este switch estará ubicado en el bloque A y brindará acceso a las de clase del bloque B, este estará conectado en cascada con el switch 4.

Tabla 15.

Asignación de puertos al switch 8

VLANS	Puertos Switch 8
VLAN 80	FastEthernet 0/10-20

✓ Switch 9

Este switch estará ubicado en el bloque D y brindará acceso a los salones de clase que se encuentran en el bloque C, este estará conectado en cascada con el switch 2.

Tabla 16.

Asignación de puertos al switch 9

VLANS	Puertos Switch 9
VLAN 80	FastEthernet 0/10-20

3.3.1.2. Enlaces Troncales

Los enlaces troncales desde los switches de acceso se harán desde la interface FastEthernet 0/3 a las interfaces FastEthernet 0/10-15 del switch troncal, tal como se muestra en la tabla 17.

Este switch troncal estará en el cuarto de equipos del bloque D, en este switch es donde convergen todos los enlaces troncales de los switches de acceso.

Tabla 17.

Enlace troncales

Switch de acceso		Switch Troncal	
Switches	Interfaces	Interfaces	Interfaces
Switch 2	FastEthernet 0/3	Switch 1	FastEthernet 0/10
Switch 3	FastEthernet 0/3	Switch 1	FastEthernet 0/11
Switch 4	FastEthernet 0/3	Switch 1	FastEthernet 0/12
Switch 5	FastEthernet 0/3	Switch 1	FastEthernet 0/13
Switch 6	FastEthernet 0/3	Switch 1	FastEthernet 0/14
Switch 7	FastEthernet 0/3	Switch 1	FastEthernet 0/15

3.3.1.3. Enrutamiento intre VLANs

Para el enrutamiento inter VLANs se utilizará la técnica “router-on-a-stick” esta técnica utiliza sub-interfaces virtuales en el router.

En la siguiente tabla se muestra la asignación de sub-interfaces del router 1.

Tabla 18.

Sub-interfaces del router 1

Sub-interfaces	Dirección IP
FastEthernet 0/0.20	192.168.10.129/27
FastEthernet 0/0.30	192.168.10.1/26
FastEthernet 0/0.70	192.168.10.161/27

3.3.1.4. VLAN de Administración

Una VLAN de administración es una VLAN que se configura para acceder a las interfaces de administración de un switch. La VLAN 99 será la VLAN de administración. En la siguiente tabla se indica la asignación de la VLAN 99 a los diferentes switches y una dirección IP.

Tabla 19.

Asignación de la VLAN 99 a los diferentes switches y direcciones IP

VLAN 99	
Switches	Dirección IP/ Marcara de sub-red
Switch 1	192.168.10.225/28
Switch 2	192.168.10.226/28
Switch 3	192.168.10.227/28
Switch 4	192.168.10.228/28
Switch 5	192.168.10.229/28
Switch 6	192.168.10.230/28
Switch 7	192.168.10.231/28

Asignar una dirección IP de administración permite la comunicación entre los switches, y también permite a un host conectado a un puerto asignado a la VLAN 99 conectarse a los switches con propósitos administrativos en este caso será el host asignado al profesor del laboratorio de informática.

En los switches vamos habilitar SSH para la administración remota para esto tenemos que cumplir con estos requisitos:

- ✓ Configurar un hostname a los switches.
- ✓ Crear un dominio en los switches
- ✓ Generar las llaves crypto key (llaves para el cifrado)

3.3.2. Direccionamiento en la red LAN

El direccionamiento de la red del Colegio Nacional Alangasí se lo realiza mediante el método de VSLM con la red 192.168.10.0/24 según se especifica en la tabla 19.

Se va a reservar una cantidad de direcciones IP para un crecimiento futuro de la red de la institución educativa, por lo que se planteó hacer el *subneteo* en partes iguales excepto la VLAN profesores y Administración.

Tabla 20.

Direccionamiento de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí

VLANs	# Dir	DIR. Sub red	Broadcast	Dir. Utilizables
Profesores	48	192.168.10.0/26	192.168.10.63	1-62
Telefonía	20	192.168.10.64/27	192.168.10.95	65-94
Laboratorios	18	192.168.10.96/27	192.168.10.127	97-126
Padministrativos	6	192.168.10.128/27	192.168.10.159	129-158
Servidores	6	192.168.10.160/27	192.168.10.191	161-190
Salones	3	192.168.10.192/27	192.168.10.223	193-222
Administración	7	192.168.10.224/28	192.168.10.237	225-236

3.3.3. Diseño del sistema de Telefonía

El servicio de telefonía IP del Colegio Nacional Alangasí se lo va a realizar mediante el software libre Asterisk basado en Linux, este es un software para la gestión y distribución de llamadas. Este servidor estará ubicado en el armario rack principal en el bloque D. Los terminales IPs que se van utilizar para el diseño son los teléfonos Cisco 7960 estos teléfonos tienen las siguientes características.

- ✓ Proporciona comunicación de voz sobre redes IP (Internet Protocol)
- ✓ Permite funcionalidades como rellamada, marcación rápida y multillamada.

- ✓ 2 puertos Ethernet (PoE).
- ✓ Protocolo SIP, MGCP, H323, SCCP.
- ✓ Configuración de red.

Cada teléfono IP se va a configurar con una extensión. En la tabla 21 se presenta cada teléfono IP con su extensión y asignación IP.

Tabla 21.

Teléfonos IP en la institución educativa

Bloque	Área	Extensión
A	Rectorado	1000
	Vicerrectorado	1001
	Secretaria General	1002
	Sala de bachillerato Internacional	1003
D	Biblioteca	2000-2001
	Sala de Profesores D1	2002-2016
	Sala de Profesores D2	2017-2031
	Sala de Profesores D3	2032-2046
	Sala de Profesores D4	2047-2061
F	Administración de talleres	3000- 3002
	Sala de Profesores F1	3003-3017
	Sala de Profesores F2	3018-3032
	Sala de Profesores F3	3033-3047
	Sala de Profesores F4	3048-3062
G	Inspección general	4000
	Talento humano	4001

3.3.3.1. QoS para voz sobre IP

La red del Colegio Nacional Alangasí es una red convergente ya que en ella circulara tanto tráfico de voz como de datos, estas dos clases de tráfico tienen requerimientos diferentes de ancho de banda, delay, perdida de paquetes, etc.

VoIP puede garantizar una transmisión de voz de alta calidad si los paquetes de voz tienen prioridad sobre otros tipos de tráfico de red. Para que VoIP se implemente de forma que los usuarios reciban un nivel aceptable de calidad de voz, el tráfico de VoIP debe tener garantizados ciertos requisitos de fluctuación, latencia y ancho de banda de compensación. QoS garantiza que los paquetes de voz VoIP reciban el trato preferente que requieren.

Selección de los parámetros y métodos de QoS

- ✓ **Clasificación de trafico**

La clasificación es un proceso de identificación de la clase o grupo al que pertenece un paquete. Los dispositivos de red utilizan varios criterios de concordancia para colocar el tráfico en un determinado número de clases.

Para la clasificación del tráfico en nuestra red utilizaremos listas de acceso ACLs.

- ✓ **Marcado de trafico**

Para identificar el tráfico de voz IP se utilizará DSCP (DiffServ Code Point).

- ✓ **Manejo de congestión de paquetes**

Una vez que se ha colocado el tráfico en las clases de QoS en función de los requisitos de QoS, necesitaremos proporcionar garantías de ancho de banda y servicio prioritario a través de un mecanismo de encolamiento. Para el manejo de congestión de paquetes en nuestro diseño utilizaremos LLQ (*Low Latency Queuing*), debido a las ventajas que brinda en aplicaciones de tiempo real como VoIP.

Tabla 22.

Parámetros seleccionados para QoS para la telefonía IP

	Parámetro	Método
Asignar ancho de banda en forma diferenciada	Clasificación del trafico	ACL
	Marcado de trafico	DSCP
Administrar la congestión de la red	Manejo de congestión de paquetes	LLQ

3.3.4. Servidores de correo electrónico y FTP

Dentro del diseño de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí se ofrecerá el servicio de correo electrónico e intercambios de archivos. Para ofrecer un buen servicio en la red se analizarán distintas soluciones que existen en el mercado para así poder escoger la que nos brinde mejores prestaciones.

3.3.4.1. Selección del Sistema Operativo para el servidor

El Colegio Nacional Alangasí al ser una institución pública las soluciones que se analizaron fueron basadas en software libre ya que existe el decreto Ejecutivo 1014 desde el 2007 que prioriza el uso de software libre en instituciones públicas.

Para el diseño de los servicios de red y para firewall de protección se escogerá una plataforma basada en el sistema operativo GNU/LINUX, que son plataformas de software libre y son confiables, seguras y además existe mucha documentación publicada que es de acceso gratuito.

✓ **CentOS**

CentOS (*Community Enterprise Operating System*) es una distribución mantenida por una comunidad que compilan el código fuente que la empresa privada RedHat para cumplir los términos de la Licencia Publica General GNU. La redistribución de

CentOS es libre y no hay que pagarlo, pero su desventaja es que no se ofrece mantenimiento, ni asistencia técnica especializada.

✓ **RedHat Enterprise Linux**

Es una distribución del sistema operativo GNU/Linux la compañía responsable de su mantenimiento es RedHat. Es una distribución comercial, pero en cambio es una de las más seguras y estables que existen en la actualidad.

✓ **Debían**

Debían es una comunidad mantenida por miles de desarrolladores y usuarios de todo el mundo esta distribución está basada en software libre. Debían es soportada por varias arquitecturas de computadoras. Esta distribución es estable, segura, confiable y ofrece actualizaciones de sus paquetes de forma permanente.

✓ **Ubuntu**

Es un sistema operativo basado en GNU/Linux y se distribuye como software libre por la empresa privada Canonical. Esta distribución se ofrece gratuitamente y tiene una compatibilidad con algunas plataformas. Una de las ventajas que se tiene con esta distribución es que ofrece distribuciones orientadas para servidores. Además, esta distribución cuenta con una amplia gama de información en internet. Al ser mantenida por una empresa ofrece siempre actualizaciones de todos sus paquetes.

Selección del sistema operativo para el servidor

Una vez analizadas las distintas distribuciones de software libre para servidores, se seleccionó la distribución Centos, debido a que está orientada para servidores, su distribución es gratuita y es soportada por distintas plataformas de hardware y existe una gran documentación en el internet.

3.3.4.2. Correo Electrónico

En la actualidad el Colegio Nacional Alangasí no posee este servicio, pero es de gran importancia para la institución educativa ya que permite a las diferentes áreas intercambiar documentos de interés para el desarrollo de sus actividades tanto de profesores como de personal administrativo.

Alternativas de software para el servicio del correo institucional:

✓ **QMail**

QMail es un servidor de correos SMTP que corre bajo el sistema operativo Linux. Fue creado por Daniel J. Bernstein pensado desde el inicio para que sea seguro estable y eficiente en su operación.

✓ **SendMail**

Este servidor de correo es compatible con sistemas operativos UNIX como lo es Linux, es utilizado para el envío seguro de correo. Una de las desventajas es que este servidor no es sencillo de configurar.

✓ **Postfix**

Es un servidor de correo de software libre que tiene características comunes a otros servidores de correo. Es fácil de administrar y es segura, se integra fácilmente con MySQL.

En la tabla 23 se pueden observar características adicionales de los diferentes servidores de correo electrónico mencionados.

Tabla 23.

Comparación del software para el servicio de correo electrónico

Servidor	Características							
	SMTP	POP3	IMAP	POPS	SMTPS	SSL	Almacenamiento base de datos	Almacenamiento sistema de archivos
QMail	Si	Si	No	No	No	No	No	Si
SendMail	Si	No	No	No	Si	No	Si	Si
Postfix	Si	No	No	No	Si	Si	Si	Si

Selección del software del correo institucional

De las alternativas de software para correo electrónico descritas y según algunas características de la tabla 23 se ha elegido al Servidor Postfix por su facilidad de administración ya que este será administrado por el profesor de informática de la institución.

3.3.4.3. Servidor de archivos y recursos compartidos

Un servidor de archivos es necesario para almacenar y distribuir archivos y documentos a través de la red LAN entre las distintas áreas del Colegio Nacional Alangasí, permitiendo tener acceso remoto a documentos y archivos organizados dentro de la institución educativa.

Alternativas de software

✓ Pure-FTPd

Este servidor de archivos creado por Arnt Gulbrandsen y que puede ser ejecutado en sistemas operativos Linux, mantiene el servicio con pocos recursos de la red, este diseñado para proporcionar seguridad ya que soporta conexiones SSL/TLS.

✓ Vsftpd

Este servidor FTP es usado por varias distribuciones Linux como son Red Hat, Debian, Ubuntu, etc. Es uno de los servidores más seguros y confiables que existen en el mercado. Puede ser configurado de varias maneras que permite tener un control sobre la velocidad máxima de bajada y subida de los archivos.

✓ ProFTPd

Es un servidor FTP que soporta un gran número de opciones de configuración, es un software estable y seguro ya que usa conexiones SSL/TLS, también puede interactuar con servidores LDAP.

En la tabla 24 puede observarse algunas características de los servidores FTP.

Tabla 24.

Características del software para el servidor FTP

Servidor	Características					
	SSL/TLS	IPv6	Control de ancho de banda	Listas de acceso	Virtualización de servidor FTP	Licencia
Pure-FTPd	Si	Si	Si	Si	Si	GPL
Vsftpd	Si	Si	Si	Si	Si	GPL
ProFTPd	Si	Si	Si	Si	Si	GPL

Selección del software del servidor de archivos

En la tabla 24 se observa algunas características de los servidores FTP que cumplen las tres opciones analizadas. Se ha elegido el servidor Vsftpd para brindar el servicio de intercambio de archivos del Colegio Nacional Alangasí,

debido a que presenta mejores características en aspectos como la seguridad, actualizaciones, documentación y varias opciones de configuración.

3.3.5. Seguridad

Para brindar seguridad a la información que se transporta en la red LAN y poder dar el acceso a usuarios permitidos a los diferentes servicios de red. Primero se hará uso VLANs ya que nos permite separar la red en distintos grupos dependiendo de la funcionalidad de la institución. Por otra parte, se usará un firewall basado en software libre y por ultimo usarán cuentas de acceso para autenticarse en la red de la institución.

3.3.5.1. Firewall

Un firewall nos permite bloquear o denegar el acceso a personas no autorizadas a un sistema, permitiendo al mismo tiempo realizar las comunicaciones autorizadas de manera segura. La solución que se ha escogido para proteger la red LAN es el software CFS Firewall.

✓ Selección del Software del servidor

CFS Firewall

CFS Firewall (*ConfigServer Security & Firewall*) es un software desarrollado por la empresa Configserver.com, especializada en soluciones de seguridad, este software se encuentra en constante actualización y, además, CSF es compatible con muchas distribuciones Linux como CentOS, Ubuntu, Fedora, Debian y más.

Entre sus características más destacadas están:

- ✓ Bloquear/Permitir Puertos
- ✓ Intentos fallidos de autenticación (LFD) a cuentas de FTP y correo electrónico.

- ✓ Bloqueo temporal o permanente de IP que cumplan con las reglas configuradas.
- ✓ Bloqueo de Escaneo de Puertos.
- ✓ Prevenir y mitigar ataques DOS/DDOS
- ✓ Ataques de Fuerza Bruta.

3.3.5.2. Servidor Radius

Radius es un protocolo AAA (Autenticación, Autorización, y registro de Auditoria) empleado para controlar el acceso a los servicios de red.

Para la autenticación en la red LAN del Colegio Nacional Alangasí se utilizará el protocolo radius con el software Free Radius.

- ✓ **Selección del Software del servidor**

FreeRadius

Free Radius es un servidor Radius que maneja AAA (*Authentication, Authorization, Accounting*), es un servidor modular y escalable además es de código abierto que se puede implementar bajo algunas distribuciones Linux como Ubuntu, Debian, Suse, Mandriva, Fedora. Este servidor también gestiona cuantas de usuarios además es compatible con algunas bases de datos SQL como MySQL, PostgreSQL, UnixODBC, etc.

3.3.5.3. Políticas de seguridad

Una política de seguridad es una declaración formal de las reglas a las cuales deberán atender las personas que tienen acceso a los bienes tecnológicos y de información de una organización. La aplicación de una política de seguridad tiene un rol significativo en mantener a la organización segura.

Antes de crear una política debe entenderse qué servicios están disponibles a cuáles usuarios. La política de seguridad de red establece una jerarquía de permisos de acceso y da a los empleados solo el acceso mínimo necesario para realizar sus tareas.

Uno de los pasos más importantes al crear una política es el de identificar los bienes críticos, estos pueden incluir bases de datos, aplicaciones vitales, información de clientes y empleados, información comercial clasificada, discos compartidos, servidores de correo electrónico y servidores FTP.

En el Colegio Nacional Alangasí para proteger su infraestructura de red, así como también su funcionalidad ha establecido las siguientes políticas.

Políticas para el manejo de cuentas de usuario

- ✓ Cada usuario es el responsable de mantener sus credenciales en secreto y no divulgarlas.
- ✓ Las contraseñas tendrán una validez de 15 días para ser cambiadas luego de su entrega.
- ✓ Las credenciales de usuarios que no hayan sido activadas dentro de un mes serán desactivadas.
- ✓ En caso de que un profesor o administrativo deje de trabajar en la institución sus credenciales serán borradas el mismo día.

Políticas para los servicios de red

- ✓ El servicio de internet en los laboratorios de informática, física, química solo deberá ser usado con fines académicos.
- ✓ Se prohíbe la descarga de archivos de música, video o datos que no sean de interés para las actividades de la institución.
- ✓ Se denegará la navegación a sitios web relacionados con: redes sociales, correo electrónico, entretenimiento, violencia y pornografía.
- ✓ Se prohíbe el uso de correo institucional para uso personal.

- ✓ El usuario no deberá abrir correos o archivos adjuntos sospechosos.

Políticas de acceso físico

- ✓ Solo el profesor de informática tendrá las llaves para el acceso al cuarto de equipos y telecomunicaciones.
- ✓ El profesor de informática será la persona encargada de administrar la red.

3.3.6. Dimensionamiento de los equipos de la red Activa

Una vez realizado el diseño de la red LAN es necesario describir y dimensionar los diferentes equipos que conformaran la red de datos del Colegio Nacional Alangasí.

3.3.6.1. Switches de acceso

Los switches de acceso brindan conectividad a los usuarios de la red con los diferentes servicios brindados por la red LAN del Colegio Nacional Alangasí, estos switches deben cumplir ciertas características para que cubran la necesidades del diseño.

Características de los switches de acceso

- ✓ 24 puertos FastEthernet
- ✓ 2 puertos Uplink GigabitEthernet
- ✓ Manejo de VLANs
- ✓ Soporte de los estándares 802.3u
- ✓ Soporte de los estándares 802.3ab
- ✓ Soporte de los estándares 802.3 full-duplex
- ✓ Administración telnet, CLI, GUI
- ✓ Manejo del protocolo 802.1Q

En el numeral 3.2.2.1 se menciona que la institución requiere 109 puestos de trabajo por lo que se requiere 109 puertos de red, es decir se requiere 6 switches de acceso dejando 35 puertos libres para futuras expansiones.

En la tabla 25 se indica la cantidad de switches de acceso y puertos que se necesitan para cada bloque del plantel.

Tabla 25.

Número de switches de acceso

Ubicación	Número de puertos	Cantidad
Bloque A	22	1 switch de 24 puertos
Bloque C	21	1 switch de 24 puertos
Bloque D	44	2 switches de 24 puertos
Bloque F	18	1 switch de 24 puertos
Bloque G	6	1 switch de 24 puertos

3.3.6.2. Swtich de distribución y núcleo

Para el diseño se necesitan se necesitan dos switches de distribución el primero para dar servicios de capa distribución y el otro para proporcionar redundancia a la red, esto con la finalidad de tener una red de alta disponibilidad y evitar la saturación de la misma.

Características switches de distribución y núcleo

- ✓ 24 puertos FastEthernet
- ✓ 2 puertos Uplink
- ✓ Manejo de VLANs
- ✓ Soporte de los estándares 802.3u

- ✓ Soporte de los estándares 802.3ab
- ✓ Soporte de los estándares 802.3 full-duplex
- ✓ Manejo del protocolo 802.1Q
- ✓ Manejo de protocolo EtherChannel
- ✓ Administración telnet, CLI, GUI

En la tabla 26 se puede apreciar la ubicación y la cantidad de los switches de distribución así como el número de puertos utilizados.

Tabla 26.

Número de switches de distribución y núcleo

Ubicación	Número de puertos	Cantidad
Bloque D	12	2 switches de 24 puertos

3.3.6.3. Router

El router que se utiliza en el diseño es utilizado para el enrutamiento inter-vlans.

Características del router

- ✓ 4 puertos FastEthernet
- ✓ Soporte de los estándares 802.3u
- ✓ Soporte de los estándares 802.3ab
- ✓ Soporte de los estándares 802.3 full-duplex
- ✓ Administración telnet, CLI, GUI
- ✓ Enrutamiento inter VLAN

3.3.6.4. Teléfonos Ip

Para los terminales de voz se IP se necesitan que los teléfonos IP cumplan las siguientes características.

Características de los teléfonos IP

- ✓ 2 puertos 10/100 Mbps
- ✓ Soporte del codec de voz G711
- ✓ Manejo de VLANs
- ✓ Soporte de los estándares 802.1Q
- ✓ Soporte de los estándares H.323
- ✓ Soporte de los estándares SIP v2
- ✓ Administración telnet, CLI, GUI

En el numeral 3.3.3 se puede observar la tabla 21 que nos indica la ubicación de cada teléfono IP, de aquí se puede deducir que se necesitan 156 teléfonos IP para la institución educativa.

3.3.6.5. Servidor de correo electrónico e intercambio de archivos FTP

El servicio del correo electrónico estará disponible para todas las áreas del Colegio Nacional Alangasí, se limitara el buzón a 1GB por usuario para el buzón más 20 GB para el sistema operativo. Para el dimensionamiento de la memoria RAM se requiere como mínimo 2GB.

El servicio de intercambio de archivos será utilizado por todas las áreas de la institución, este servicio será utilizado para la compartición de documentos, reglamentos y disposiciones oficiales, se considera que se tendrá 100 archivos o documentos dentro de este servidor y que cada uno tendrá un tamaño de 10 MB por lo que se necesitara 1000 MB de espacio en el disco. Para la cantidad de memoria RAM se utilizara 2 GB.

Estos dos servidores serán virtualizados en un solo equipo físico el que debe cumplir con las siguientes características.

Características del servidor de correo electrónico e intercambio de archivos

Disco duro: 100 GB

Memoria RAN: 4GB

Procesamiento: Intel Core i7

3.3.6.6. Dimensionamiento del servidor de telefonía IP y autenticación

El servidor a utilizar para la telefonía IP dentro de la institución es el servidor Asterisk como se mencionó en capítulos anteriores, su función principal es la realización y control de llamadas IP, también se encarga de convertir las señales de voz a datos mediante diferentes protocolos tales como: SIP y H.323 para posteriormente ser enviados dentro de una red IP.

El servidor para la autenticación de usuarios es el servidor FreeRadius, este se encarga de gestionar las cuentas de los usuarios.

Estos dos servidores serán virtualizados en un solo equipo físico el que debe cumplir con las siguientes características.

Características del servidor de telefonía IP y autenticación

Disco duro: 100 GB

Memoria RAN: 4GB

Procesamiento: Intel Core i7

3.3.7. Diagrama de red

En la figura 16 se observa el diagrama general de la red LAN del colegio Nacional Alangasí, donde se puede apreciar la escalabilidad, redundancia de la misma.

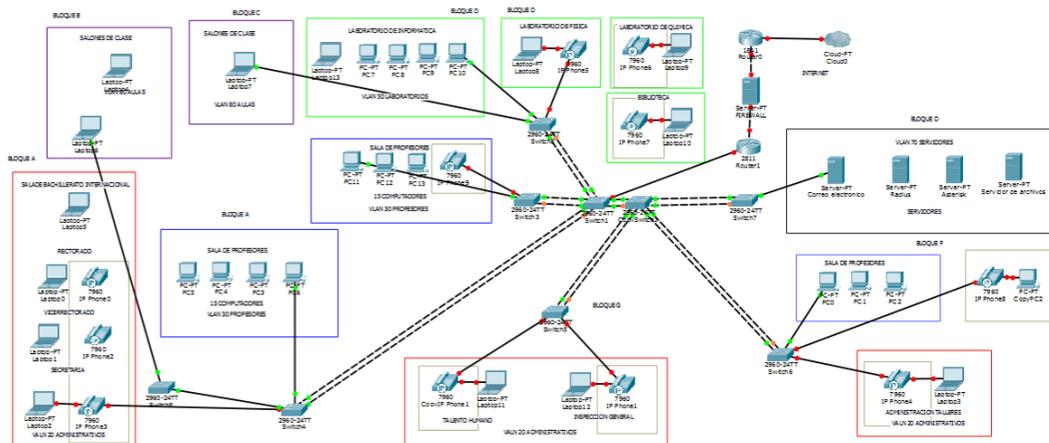


Figura 16. Diagrama de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí

4. CAPÍTULO IV ANALISIS DE PRESUPUESTO PARA EL DISEÑO

Una vez que se ha establecido los elementos necesarios con los que debe contar la red de datos del Colegio Nacional Alangasí, se procede hacer un análisis de los costos en caso de que la red pasiva y activa.

4.1. Análisis de los costos de la red pasiva

Analizaremos los elementos que conforman el Sistema de cableado estructurado así como también el sistema de puesta a tierra.

4.1.1. Elementos del cableado estructurado y puesta a tierra

Primero definiremos todos los elementos y la cantidad que se necesita para implementar la red pasiva del Colegio Nacional Alangasí

En el numeral 3.2.2.2 se calculó la cantidad de cableado horizontal que se necesita en el diseño, esta cantidad se tomó como referencia para la cantidad de canaletas decorativas que se necesitaría. En el numeral 3.2.2.3 se calculó la cantidad de cableado vertical que se necesitaría, con esta cantidad fue tomada como referencia para la cantidad de tubería y cable SFTP que se necesita para su implementación. En el numeral 3.1.1 se realizó la proyección del número de usuarios con esta información se obtiene a cantidad de *Jack Cat* y *Face plate* a utilizar.

Con todos estos datos se realizó la tabla 27 donde se puede observar los diferentes elementos y la cantidad que se utilizaría en la red pasiva en caso de ser implementada.

Tabla 27.

Elementos del sistema de cableado estructurado y puesta a tierra

Elementos del cableado estructurado		
Descripción	Cantidad	Imagen
Canaleta decorativa	1200 metros 32X12 mm	
Cable UTP CAT 6A	1200 metros 4 cajas de 305 metros	
Cable SFTP CAT 6A	200 metros 1 bobina de 305 metros	
Jack Cat 6A	109	
Face plate simple	109	

Patch panel	8 24 puertos	
Rack	1 24 UR	
Gabinetes de pared	4 10 UR	
Tubería Conduit	200 metros 1 Pulgada	
Organizadores horizontales	2 19 ''	

Angulo interno	20 60x40 mm 15 32x12 mm	
Derivación en T	6 20 X 12 mm	
TMGB	1 6X100 mm 4 6X50 mm	
TBB	300 metros	
Malla de puesta a tierra	1	

4.1.2. Costos de la red pasiva

A continuación, en la tabla 28 se puede observar una proforma con los valores de los diferentes elementos que conforman el sistema de cableado estructurado y puesta a tierra. Estos valores se los consulto de la empresa Macronet que ofrece suministros para redes y telecomunicaciones para todo el Ecuador (el link hacia el sitio de la empresa Macronet es <http://www.macronet-ec.net/suministros.html>).

Tabla 28.

Proforma de la red pasiva de la institución educativa

Cantidad	Descripción	V. Unitario	V. Total
600	Canaleta Dexon	4.45	2700
60	Tubería galvanizada	3.50	210
20	Angulo interno 60 X 40 mm	2.50	50
15	Angulo interno 32 X12 mm	1.50	22.50
6	Derivación T	3.35	20.10
109	Face plate 1 puerto	1,50	163.5
8	Patch panel 24 puertos	70	560
1	Rack 24 UR	250	250
4	Gabinetes de pared 10 UR	160	640
2	Organizadores horizontales	17	34
109	Jack Cat 6A	3	327
4 cajas	Cable UTP cat 6A	180	720
1 caja	Cable SFTP cat 6A	175	175
1	Barra TMGB	25	25

4	Barra TGB	25	75
1	Cable 6AWG	160	160
1	Malla puesta a tierra	100	100
TOTAL			6232.10

4.2. Análisis de costos de la red activa

Para el análisis de los costos de la red activa de datos del Colegio Nacional Alangasí se analizarán dos marcas conocidas en el mercado como son la marca Cisco y Juniper.

Tanto Juniper como Cisco son dos grandes proveedores de equipos de conectividad que brindan gran desempeño en sus equipos.

4.2.1. Switches de acceso

En la tabla 29 se puede apreciar una comparación de las características de los dos switches tanto CISCO como JUNIPER.

Tabla 29.

Costo de los switches de acceso

Parámetros	Características	Switch de acceso	
		WS-C2960-24TT-L CISCO	JUNIPER EX2200 24P/24T
Puertos Ethernet	24 Puertos	✓	✓
Puertos Uplink	2 Puertos	✓	✓
Manejo de VLAN's	Si	✓	✓

		IEEE 802.1 D	IEEE 802.3u
		IEEE 802.1p	IEEE 802.3z
		IEEE 802.1Q	IEEE 802.1D
	IEEE 802.3u	IEEE 802.1s	IEEE 802.1Q
	IEEE 802.3ab	IEEE 802.1w	IEEE 802.3ab
		IEEE 802.1x	IEEE 802.1p
Estándares	IEEE 802.3	IEEE 802.3af	IEEE 802.3af
	IEEE 802.1Q	IEEE 802.3ab	IEEE 802.3x
		IEEE 802.3ah	IEEE 802.3ad
		IEEE 802.3u	IEEE 802.1w
		IEEE 802.3x	IEEE 802.1x
		IEEE 802.3z	IEEE 802.1s
		IEEE 802.3ad	IEEE 802.1ab
Administración	Telnet, CLI	Telnet CLI	Telnet CLI
	Costo	1750	1150

4.2.2. Switches de distribución-núcleo

En la tabla 30 se puede apreciar los switches de distribución que se han escogido tanto CISCO como JUNIPER.

Tabla 30.

Costo de los switches de distribución-núcleo

Switch de acceso			
Parámetros	Características	WS-C3650-24TS CISCO	JUNIPER EX3300
Puertos Ethernet	24 Puertos	✓	✓
Puertos Uplink	2 Puertos	✓	✓
Manejo de VLAN's	Si	✓	✓

Estándares	IEEE 802.3u	IEEE 802.1s	IEEE 802.3u
		IEEE 802.w	IEEE 802.3z
		IEEE 802.1x	IEEE 802.1D
	IEEE 802.3ab	IEEE 802.3ad	IEEE 802.1Q
		IEEE 802.3af	IEEE 802.3ab
	IEEE 802.3	IEEE 802.3x	IEEE 802.1p
		IEEE 802.1D	IEEE 802.3af
	IEEE 802.1Q	IEEE 802.1p	IEEE 802.3x
		IEEE 802.1Q	IEEE 802.3ad
		IEEE 802.3u	IEEE 802.1w
	IEEE 802.3ab	IEEE 802.1x	
	IEEE 802.3z	IEEE 802.1s	
Administración	Telnet, CLI	Telnet CLI	Telnet CLI
Costo		3540	2060

4.2.3. Router

El router tiene que presentar las siguientes características.

Tabla 31.

Costo del router

Router			
Parámetros	Características	CISCO 800	JUNIPER SSG5
Puertos Ethernet	4 Puertos	✓	✓
Manejo de VLAN's	Si	✓	✓
Estándares	IEEE 802.3u		
	IEEE 802.3ab		
	IEEE 802.3	✓	✓
	IEEE 802.1Q		
Administración	Telnet, CLI	✓	✓

Costo	250	220
-------	-----	-----

4.2.4. Teléfonos IP

Para la telefonía IP se ha optado por los teléfonos CISCO y AVAYA, las características de estos equipos se muestran en la tabla 33.

Tabla 32.

Costo de los teléfonos IP

Teléfonos IP			
Parámetros	Características	CISCO SPA512-G	Avaya 1210
Puertos	2 Puertos RJ45 10/100 Mbps	✓	✓
Códecs de voz	G.711 ; G.723 G.726; G.729	✓	✓
Manejo de VLAN's	Si	✓	✓
	IEEE 802.1Q		
	IEEE 802.1p		
Estándares	IEEE 802.3af	✓	✓
	H.323		
	SIP v2		
Administración	Telnet CLI	✓	✓
COSTO		202	245

Dentro del diseño se determinó que se necesita 156 teléfonos IP para los diferentes usuarios de la institución educativa.

4.2.5. Costo de la red activa

Para la implementación de la red pasiva se ha escogido la marca Juniper ya que son equipos que ofrecen un gran rendimiento y son más baratos a los equipos CISCO para la telefonía IP se ha escogido la marca AVAYA. En la tabla 33 se puede observar el valor que tendría la red activa.

Tabla 33.

Costo de la red activa

Cantidad	descripción	Valor unitario	Valor Total
6	Switch JUNIPER EX2200 24P/24T	1150	6900
2	JUNIPER EX3300	2060	4120
1	Router JUNIPER SSG5	220	220
202	CISCO SPA512-G	102	20604
Costo			31624

4.3. Costo de servidores

Para el diseño de la red LAN se escogieron los servidores con sistema operativo CentOS, los cuales deben cumplir con los siguientes requisitos.

Requisitos para los servidores bajo el software CentOS

- ✓ 4 GB de memoria RAM
- ✓ 100 GB en disco Duro
- ✓ Procesador Intel Core i7

El Costo de los servidores con estas características es de 1200 dólares.

4.4. Costo total de la red LAN

En la tabla 34 se muestra el valor total que tendría la implementación de la red LAN del Colegio Nacional Alangasí.

Tabla 34.

Costo total de la red LAN de la institución

Descripción	V. Unitario	V. Total
Red pasiva	6232.10	6232.10
Red activa	31624	31624
Servidores	1200	2400
	IVA 14%	5635.85
	TOTAL	40256.10

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se hizo un análisis de la situación actual de TI Colegio Nacional Alangasí, esto nos brindó un panorama general de cuáles eran las necesidades, así como los requerimientos que se necesitaban para el diseño de la nueva red LAN del Colegio Nacional Alangasí.

Se estableció algunos requerimientos para el diseño de la nueva de red LAN del Colegio Nacional Alangasí, requerimientos tales como el número de usuarios, el ancho de banda para acceder al internet a páginas del Ministerio de Educación y también nuevos servicios y aplicaciones en la red de datos.

La topología que se eligió para el diseño es la red en estrella ya que nos permite que la red crezca en un futuro, además la topología recomendada por los estándares de cableado estructurado la recomienda ya que presenta ventajas como flexibilidad, movilidad, facilidad en la administración.

Para el diseño se tomó en cuenta que se deben satisfacer algunos servicios como correo electrónico institucional, intercambio de archivos y telefonía IP, por lo que se diseñó para que en la misma infraestructura albergue todos los servicios es decir una red convergente.

La integración de comunicaciones de voz en la red mediante el uso de VoIP trae consigo beneficios ya que brindara un sistema de comunicación de voz interno a la institución.

5.2. Recomendaciones

En el futuro se podría crear una zona desmilitarizada DMZ para alojar los servicios y estos puedan ser accedidos desde el internet.

Se recomienda la implementación de la red LAN en la institución educativa ya que mejoraría comunicación entre las diferentes áreas, y de esta manera lograría trabajar más eficiente mente brindando un mejor servicio a la comunidad.

Se recomienda llevar a cabo una correcta administración de la red, mediante el uso y respeto de las políticas de seguridad.

Se recomienda que las políticas del manejo de la red se den a conocer a los usuarios para evitar el mal uso de los recursos de la misma.

REFERENCIAS

- Acurio,P.,&Altamirano,M.(2015). Rediseño de una red multiservicios para la empresa elaborados cárnicos S.A (Tesis de grado).UDLA, Ecuador.
- Cisco System, (sf). Diseño de una red LAN cableada. Recuperado el 06 de octubre del 2016 de http://www.cisco.com/c/dam/r/es/la/internet-of-everything-ioe/assets/pdfs/en-05_campus-wireless_wp_cte_es-xl_42333.pdf
- Joskowicz,J.,(2013).Voz video y telefonía sobre IP. Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería. Montevideo Uruguay.
- Joskowicz.J.,(2013).Codificación de voz y video Dr. Ing. José Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería. Montevideo Uruguay.
- Joskowicz.J(2013). Cableado estructurado Dr. Ing. José Instituto de Ingeniería Eléctrica, Facultad de Ingeniería. Montevideo Uruguay.
- Molina,F&Polo,E.,(2011),Instalación y Mantenimiento de Servicios de Internet :Madrid, España:ALFAOMEGA
- Pingdom. (sf). Pingdom Website speed test. Recuperado el 12 de febrero del 2017 de <https://tools.pingdom.com/>
- Reyes,A,&Cayambe,F.(2010).Análisis e implementación de un prototipo para telefonía IP utilizando software libre, seleccionado en base al estándar IEEE 830, como alternativa de comunicación de voz entre dependencia del municipio del Distrito Metropolitano de Quito (MDMDQ).(tesis de pregrado).EPN,Ecuador.
- Stallings, W., (2004), Comunicaciones y redes de computadores: Madrid, España: PEARSON PRENTICE HALL
- Todd Lammle (2013) CCNA Cisco Certified Network Associate Study Guide, 4th Edición.

Todd Lammle (2013) CCNA Cisco Certified Network Associate Security 1.0

Universidad de la Américas (2015). UDLA: Vinculación con la sociedad.
Recuperado de: http://www.udla.edu.ec/vida-universitaria/vinculacion_con-la-comunidad/

Vargas y Mejía (2016). Análisis de desempeño y evaluación de requerimientos AAA en protocolos de seguridad sobre redes inalámbricas IEEE 802.11.
Recuperado el 06 de octubre del 2016 de <http://www.redalyc.org/pdf/911/91116208.pdf>

