



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE INGENIERÍA

**REESTRUCTURACIÓN DE LA RED DE DATOS DEL
INSTITUTO DE QUÍMICA DE LA UNAM**

EN LA MODALIDAD DE EXPERIENCIA PROFESIONAL

I N F O R M E

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

**INGENIERO EN
TELECOMUNICACIONES**

P R E S E N T A:

MARÍA MAGDALENA AGUILAR ARAIZA



**DIRECTOR DE TESIS:
M. EN C. BALDOMERO ESQUIVEL
RODRÍGUEZ
2015**

Este trabajo va dedicado a mis padres,
esas personas muy especiales, que
siempre han estado a mi lado
apoyándome y dando lo mejor de sí para
que siga progresando personal y
profesionalmente.

Agradezco a mis sinodales, al instituto y
en especial a mi tutor por el apoyo
recibido.

Gracias a mis amigos Alfredo, Hugo,
Erika, Gladys y David, por todo los
conocimientos compartidos.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	4
CAPITULO 1. ASPECTOS GENERALES DEL INSTITUTO DE QUÍMICA DE LA UNAM	5
1.1 HISTORIA DEL INSTITUTO DE QUÍMICA	5
1.2 OBJETIVO	5
1.3 ORGANIZACIÓN	5
1.4 SERVICIOS	6
CAPITULO 2. MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL	8
2.1 REDES DE COMPUTADORAS	8
2.1.1 <i>Elementos de una red</i>	8
2.1.2 <i>Clasificación</i>	9
2.1.3 <i>Topologías de red</i>	9
2.1.4 <i>Dispositivos de interconexión</i>	11
2.2 MODELO OSI	14
2.2.1 <i>Capa física</i>	14
2.2.2 <i>Capa enlace de datos</i>	14
2.2.3 <i>Capa de red</i>	15
2.2.4 <i>Capa de transporte</i>	15
2.2.5 <i>Capa de sesión</i>	15
2.2.6 <i>Capa de presentación</i>	15
2.2.7 <i>Capa de aplicación</i>	15
2.3 CABLEADO ESTRUCTURADO	16
2.3.1 <i>Características del cableado estructurado</i>	16
2.3.2 <i>Normas para el cableado estructurado</i>	16
2.3.3 <i>Componentes de un cableado estructurado</i>	17
2.3.4 <i>Medios de transmisión</i>	21
2.4 VLAN (VIRTUAL LOCAL AREA NETWORK)	25
2.4.1 <i>Clasificación de la VLAN's</i>	26
2.4.2 <i>Estándar 802.1Q</i>	27
CAPITULO 3. LEVANTAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA DE RED DEL INSTITUTO DE QUÍMICA ANTES DE LA REESTRUCTURACIÓN	28
3.1 LEVANTAMIENTO FÍSICO.....	28
3.1.1 <i>Cableado estructurado</i>	29
3.1.2 <i>Equipos de interconexión</i>	33
3.1.3 <i>Topología física y lógica</i>	33
3.1.4 <i>Seguridad en la red</i>	35
3.2 DEFICIENCIAS	35
3.2.1 <i>Cableado estructurado desorganizado</i>	35
3.2.2 <i>Equipos de interconexión descontinuados</i>	36

3.2.3 Falta de planeación.....	36
3.2.4 Agotamiento de direcciones IP y falta de subneteo	36
3.2.5 Seguridad deficiente.....	37
CAPITULO 4. REESTRUCTURACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED DE DATOS DEL INSTITUTO DE QUÍMICA	38
4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	38
4.1.1 Cableado estructurado.....	40
4.1.2 Equipo de interconexión	45
4.1.3 Topología física y lógica.....	46
4.1.4 Seguridad en la red.....	47
4.1.5 Monitoreo de la red.....	48
4.1.6 Construcción del edificio D	49
CONCLUSIONES	50
BIBLIOGRAFÍA	52
ANEXO 1	53
ANEXO 2	65
ANEXO 3	69
ANEXO 4	70

INTRODUCCIÓN

El presente informe tiene por objeto describir mi experiencia profesional en el Instituto de Química, en donde laboro como Técnico Académico en la Unidad de Cómputo, administrando la red de datos y brindando soporte técnico al personal de la institución.

El proyecto que me llevo al Instituto Química fue la reestructuración de la red del instituto, quienes ya tenían claro la necesidad de actualizar su infraestructura que por años había operando sin darle algún tipo de mantenimiento, pero como muchas instituciones educativas la parte económica es la principal limitante.

La reestructuración se comenzó antes de que me incorporara al instituto. Estaba por entregarse el cableado del edificio A y se debía continuar con la configuración de los nuevos switches. Antes de entrar por completo en el proyecto, debía adentrarme en la problemática del instituto y saber las expectativas del proyecto.

El objetivo principal del proyecto, es crear una infraestructura de telecomunicaciones estable, robusta, administrable, segura y escalable, para asegurar que está crezca de manera ordenada y sin presentar problemas de congestión, conforme a las necesidades de los usuarios: alumnos, investigadores, técnicos y administrativos.

El presente documento se centrará en la actualización de los switches, configuración, topología física y lógica, la renovación del cableado estructurado que sin ello no fuera posible implementar muchas de las mejoras, finalmente se mencionará algunos aspectos de la actualización del equipo de seguridad perimetral y las herramientas de monitoreo utilizadas.

El informe esta dividido en cuatro capítulos

Capítulo 1. Aspectos Generales del Instituto de Química de la UNAM

Capítulo 2. Marco Teórico Conceptual

Capítulo 3. Levantamiento de la Infraestructura de Red del Instituto de Química antes de la Reestructuración.

Capítulo 4. Reestructuración e Implementación de la Red de Datos del Instituto de Química.

El primer capítulo contiene aspectos generales del Instituto de Química, un poco de su historia, como está conformado y las necesidades de la comunidad. El segundo capítulo se detalla algunos conceptos teóricos que se manejan en el documento. El capítulo 3 es un análisis de la infraestructura de red del instituto antes de la reestructuración, en tanto que en el capítulo 4 se habla de los cambios realizados en la infraestructura física y lógica de la red de datos del instituto.

Capítulo 1.

Aspectos Generales del Instituto de Química de la UNAM

En este capítulo se mostrará un poco de la historia y como está conformado el Instituto de Química, así como las necesidades de los usuarios para un mejor desempeño de sus actividades.

1.1 Historia del Instituto de Química¹

El Instituto de Química (IQ) de la Universidad Nacional Autónoma de México fue inaugurado el 5 de abril de 1941 en las Instalaciones de Tacuba de la Escuela Nacional de Ciencias Químicas y forma parte del Subsistema de la Investigación Científica.

Su misión inicial, fue organizar la investigación científica en el campo de la Química en México con la finalidad de institucionalizarla. Muchas y muy variadas son las contribuciones que ha hecho el Instituto de Química al desarrollo de la ciencia que cultiva. Dentro sus desarrollos más notables están: la síntesis industrial del tetraetilo de plomo, la preparación del primer anticonceptivo oral, síntesis de la cortisona, aislamiento de los primeros sesterterpenos, estudio de los diterpenoides, entre otros.

El instituto adquirió el primer espectrómetro de Resonancia Magnética Nuclear y el primer difractor de rayos X en el país. La primera estructura en estado sólido de una proteína obtenida en América Latina se realizó en el Instituto, la de la heveína.

Hoy día es sede del laboratorio nacional de estructura de macromoléculas, equipado con la mejor tecnología disponible para tal fin.

El Instituto cumple la obligación de impartir educación superior participando como entidad académica responsable de los programas de maestría y doctorado en Ciencias Químicas y del programa de Doctorado en Ciencias Biomédicas.

1.2 Objetivo

El Instituto de Química tiene como objetivo fundamental organizar y realizar investigaciones en el campo de la química, así como preparar personal docente y de investigación con alto grado de competencia para contribuir al avance científico del país.

1.3 Organización

El instituto está integrado por cinco departamentos: Fisicoquímica, Productos Naturales, Química de Biomacromoléculas, Química Inorgánica y Química Orgánica.

¹ Extraído de la página del Instituto de Química www.iquimica.unam.mx

Asimismo cuenta con cuatro secretarías de apoyo: Académica, Técnica, Vinculación y Administrativa.

Figura 1. Organigrama resumido del Instituto de Química

El Instituto de Química realiza trabajos de colaboración con otras instituciones educativas del país, una de ellas es la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM), con la cual inició el proyecto de construir un Centro Conjunto de Investigación en Química Sustentable (CCIQS), en el laboran 7 investigadores y 5 técnicos académicos del Instituto de Química.

1.4 Servicios

El instituto ofrece servicio de biblioteca, laboratorios de servicios analíticos, y de cómputo, y otros servicios, que brindan apoyo a las labores de investigación y docencia del instituto.

Tiene ocho laboratorios de servicios analíticos: Espectroscopia de Resonancia Magnética Nuclear, Difracción de Rayos X, Espectrometría de Masas, Espectroscopia y Polarimetría, Cromatografía de Gases, Resonancia Paramagnética, Pruebas Biológicas y Estructuras de Macromoléculas. Los laboratorios cuentan con personal académico altamente especializado, que atiende todas las necesidades del personal académico y estudiantes del Instituto, además de brindar asesoría y establecer colaboraciones con otras instituciones.

La biblioteca posee una de las colecciones más importantes del país en su especialidad con un acervo de 125 títulos de revistas, 15,000 volúmenes que corresponden a libros, obras de consulta, series monográficas, tesis elaboradas por estudiantes del Instituto y suscripciones a bases de datos de gran relevancia como herramienta de descubrimiento de la literatura de la especialidad.

La Unidad de Cómputo se encarga de proporcionar servicios de: administración de servidores, bases de datos, redes de datos, telefonía, soporte técnico y videoconferencia, así como de promover el desarrollo de la infraestructura de cómputo y comunicaciones en el Instituto.

Antes de la reestructuración de la red el instituto contaba con cerca de 380 equipos de cómputo para las labores administrativas, investigación y de docencia. Los investigadores requerían conectarse a red para la consulta de bases de datos en red (Scifinder), revistas electrónicas, acervo bibliográfico, acceso a la supercomputadora de la DGTIC, consulta de correo electrónico, colaboración con investigadores de otras partes del país o con investigadores de otros países mediante videoconferencia y recientemente se estaba implementado la entrega de resultados del laboratorio de RMN en línea.

Los investigadores del departamento de fisicoquímica contaban con cerca de 90 equipos para calculo científico, los cuales solo requerían de red local para la comunicación entre servidores, administración y transferencia de resultados.

El instituto tenía un servidor de VPN (Virtual Private Network), para que Investigadores del CCIQS o en el extranjero, pudieran conectarse al instituto de manera segura y acceder a sus servidores de cálculo o consultar acervo bibliográfico.

Capítulo 2

Marco Teórico Conceptual.

2.1 Redes de computadoras²

Las redes de datos nacen por una necesidad de transmitir información, modificarla y actualizarla de manera rápida y eficaz, hoy en día es impensable vivir sin conectarse a la red.

Se puede entender por un conjunto de equipos (computadoras y/o dispositivos) conectados por medio de cables, señales, ondas o cualquier otro método de transmisión de datos, que comparten información (archivos), recursos (CD-ROM, impresoras, etc.), servicios (acceso a internet, e-mail, chat, juegos), etc., y de establecer y mantener la comunicación entre ellos.

2.1.1 Elementos de una red

a. Hosts o dispositivos finales

Cualquier elemento conectado a la red que proporcione servicios directamente al usuario. Incluyen computadoras, laptop, impresoras, escáners, etc.

b. Equipos de interconexión

Son todos los dispositivos que se utilizan para interconectar a los hosts para que se comuniquen. Tarjetas de red, concentradores, puentes, switches y routers.

c. Medio de transmisión

Es la vía por la cual se comunican los datos. Dependiendo de la forma de conducir la señal a través del medio, se pueden clasificar en dos.

- Alámbricos: Cable coaxial, para trenzado, fibra óptica.
- Inalámbricos: Radio, microondas, infrarrojos, satelitales y láser.

d. Protocolo

Es un conjunto de reglas a seguir para establecer una comunicación. En telecomunicaciones se puede decir que es una convención o acuerdo entre partes, para regular la conexión, comunicación y transferencia de datos entre dos sistemas.

En otras palabras un protocolo define: la semántica (significado de lo que se comunica), la sintaxis (forma en que se expresa) y, la sincronización (quién y cuándo transmite) de la comunicación.

² Bruce Hallberg, Fundamentos de redes, 4ta. edición McGraw-Hill, 2007.

2.1.2 Clasificación³

Las redes se clasifican atendiendo a varios criterios como el área que cubren, los medios de transmisión, tecnología de transmisión, entre otros. Por el área de cobertura se pueden clasificar en tres.

a. LAN (Local Area Network)

Conectan estaciones de trabajo, periféricos, terminales y otros dispositivos en un solo edificio u otra área limitada; es decir, un área geográficamente pequeña. Son redes de alta velocidad y bajo nivel de error.

b. MAN (Metropolitan Area Network)

Abarca un área metropolitana. Generalmente, una MAN abarca un área geográfica más grande que una LAN, pero cubre un área geográfica más pequeña que una WAN, como por ejemplo un campus universitario o una ciudad.

c. WAN (Wide Area Network)

Sirve a usuarios dentro de un área geográfica extensa y a menudo usa dispositivos de transmisión suministrados por proveedores de servicio comunes. Estas redes, en cambio, suelen ser de velocidades más bajas que las LAN. Un ejemplo es la Internet.

2.1.3 Topologías de red

Una topología de red es el modo en el que están distribuidos los hosts que la forman. Las topologías más conocidas son:

a. Bus.

Todos los equipos están conectados a un único medio de transmisión compartido entre todos los equipos conectados a la red, por lo tanto, es necesario establecer un sistema de acceso al medio para evitar que más de una estación transmita al mismo tiempo y se produzcan colisiones.

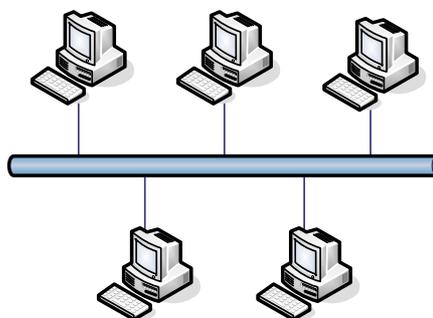


Figura 2. Topología en Bus

³ Academia de networking de Cisco Systems: Guía del Primer Año, 2003 (2ª. Edición), Pearson Educación.

El tipo de acceso al medio utilizado es CSMA-CD (Acceso Múltiple con Detección de Portadora y Detección de Colisiones), en donde los hosts escuchan el medio antes de empezar a transmitir, para comprobar si éste se encuentra libre. Puede ocurrir que dos hosts empiecen a transmitir al mismo tiempo, cuando esto sucede, se dice que ha ocurrido una colisión en la red. Entonces se envía un mensaje a todos los host, para notificarles que ha ocurrido una colisión, cada host espera un tiempo aleatorio para intentar transmitir la información.

La desventaja de esta topología que cualquier falla en el medio, es suficiente para tirar toda la red.

b. Anillo.

Una topología en anillo conecta un host con el siguiente y el último con el primero, formando un bucle. La transmisión de información es en un solo sentido, todos los hosts revisan la información que pasa por el anillo, para ver si va dirigida a ellos, de lo contrario lo pasa al siguiente host. Finalmente el host emisor cuando recibe su propia información la elimina de la red.

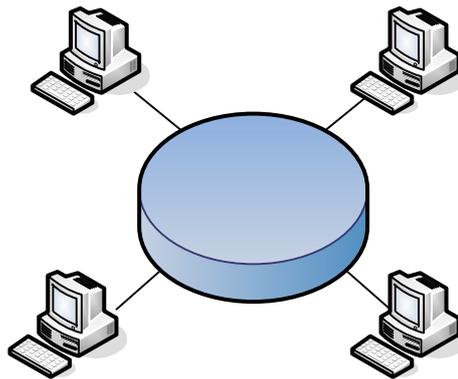


Figura3. Topología de anillo

La desventaja de esta topología es que si la conexión se rompe la red se cae.

c. Estrella

La topología en estrella está formada por un nodo central, que actúa como un nodo central de la red (conmutador o concentrador) y gestiona el envío y la recepción de los datos. La ventaja de esta topología es que se puede quitar o aumentar los hosts sin que se interrumpa el servicio.

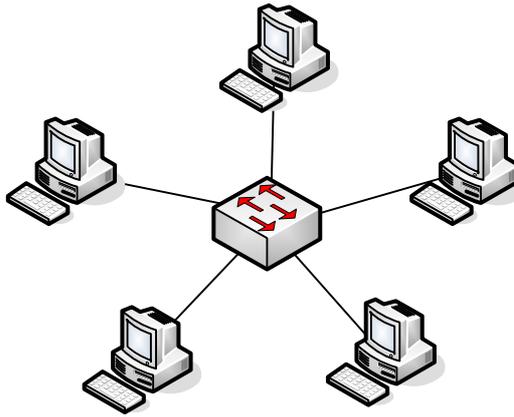


Figura 4. Topología en estrella

La desventaja de la topología en estrella es que si hay una falla con el nodo central toda la red se cae.

d. Malla.

La topología en malla es aquella en la que todos los equipos están conectados con todos. Se utiliza cuando no puede existir absolutamente ninguna interrupción en las comunicaciones. Generalmente, esta topología se emplea en el núcleo de grandes redes, como Internet, en la que sólo se conectan equipos intermedios, no finales.

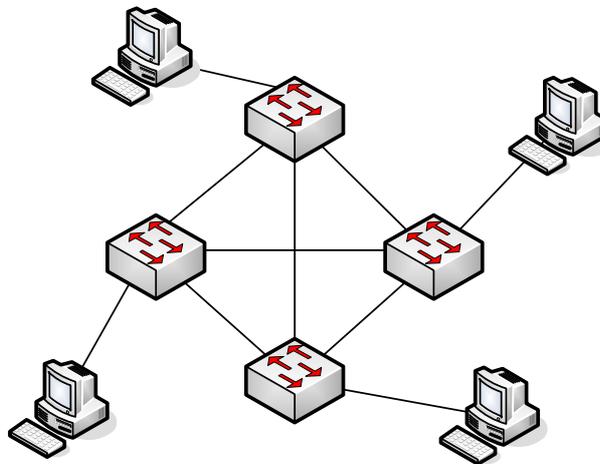


Figura 5. Topología en malla

Al implementar esta topología se debe tener cuidado, porque en lugar de dar redundancia se puede generar bucles sin fin, que son contraproducentes para la red.

2.1.4 Dispositivos de interconexión

Los dispositivos de interconexión extienden las conexiones por cable, concentran las conexiones, convierten los formatos de los datos y administran la transferencia de datos.

2.1.4.1 Concentrador

El propósito de un concentrador es regenerar y reenviar señales de red. Un concentrador es un punto de conexión en común para los dispositivos de una red. Cuando recibe datos por un puerto, es reenviado a los otros puertos para que todos los hosts conectados puedan ver los datos.

Las propiedades más importantes de un concentrador son las siguientes:

- Amplifica señales.
- Propaga las señales a través de la red.
- Se utiliza como punto de concentración de la red.
- No requieren una determinación de ruta.

Los concentradores se consideran dispositivos de la capa 1 del modelo de referencia OSI, porque sólo regeneran la señal y la repiten en todos los puertos. Todos los hosts conectados en un concentrador comparten el mismo medio físico. Una colisión es una situación que puede producirse cuando dos bits se propagan al mismo tiempo por la misma red. El área de la red donde se originaron los paquetes de datos y la colisión se llama dominio de colisión. El concentrador al ser un medio compartido es un dominio de colisiones.

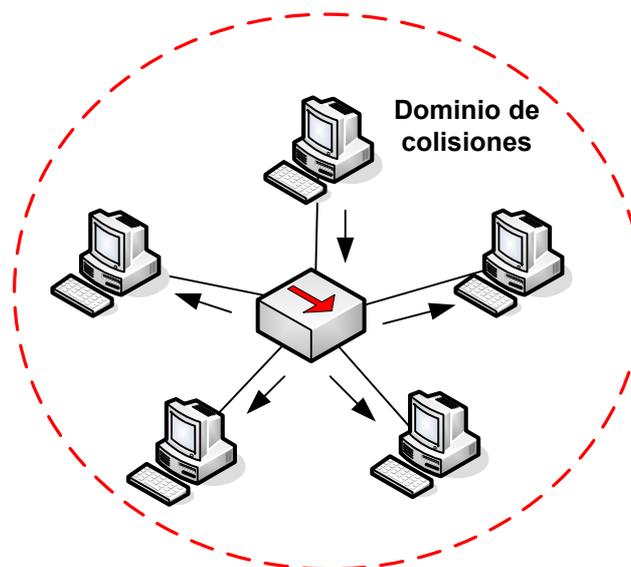


Figura 6. Concentrador

2.1.4.2 Switch

Los switches son dispositivos de la capa de enlace, al igual que los concentradores permiten interconectar múltiples segmentos de red. Los switches remiten e inundan el tráfico en base a las direcciones MAC.

Se puede decir que un switch recibe tramas por uno de sus puertos y la reenvía por otro, tiene la capacidad de determinar la ruta de la trama, en base a una tabla de direcciones MAC que guarda dentro de su memoria RAM. Como la conmutación la realiza a nivel de hardware, es significativamente más rápido.

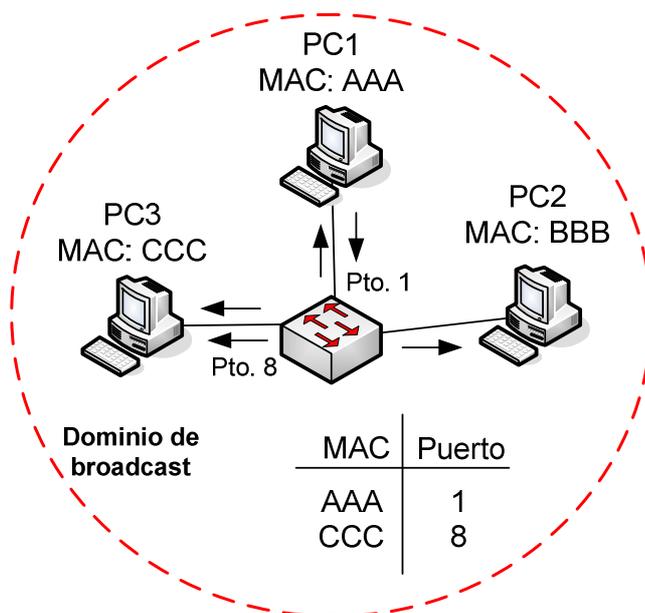


Figura 7. Switch

Cada puerto del switch proporciona a cada host el ancho de banda completo del medio, no tiene que competir con otros hosts por un ancho de banda disponible.

Sin embargo, un switch remite un mensaje de broadcast a todos los segmentos del switch. Por consiguiente, se considera que el switch es un dominio de broadcast.

2.1.4.3 Ruteador

Un ruteador es un tipo de dispositivo que pasa paquetes de datos entre redes basándose en direcciones de la capa 3 del modelo OSI. Un ruteador puede tomar decisiones acerca de la mejor ruta para la distribución de datos por la red.

El propósito de un ruteador es examinar los paquetes entrantes, elegir la mejor ruta para ellos a través de la red y, después, conmutarlos al puerto de salida apropiado. Un ruteador segmenta la red limitando el tráfico de broadcast, proporcionando seguridad, control y redundancia entre dominios individuales de broadcast.

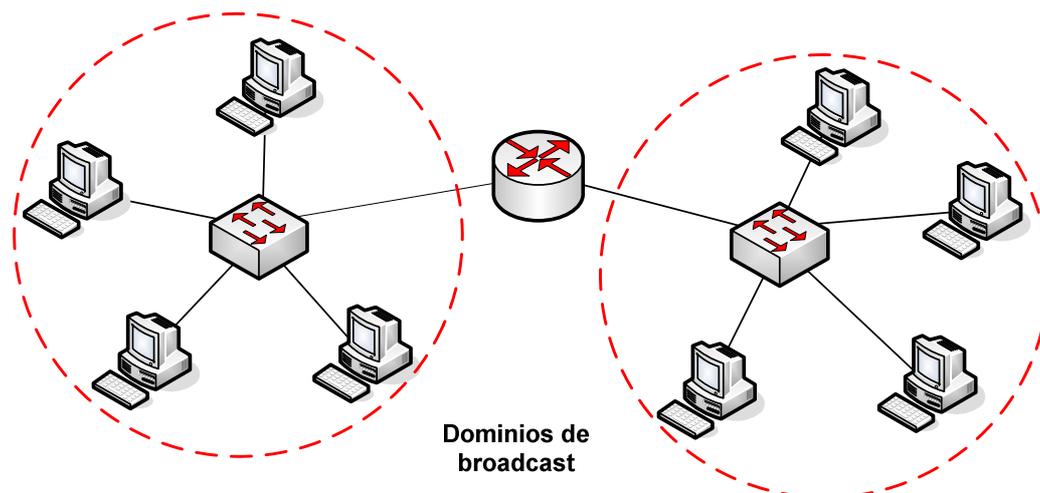


Figura 8. Ruteador

2.2 Modelo OSI⁴

La Organización Internacional para Estandarización (ISO) desarrolló un modelo de referencia para la estandarización de los protocolos de red. El modelo es conocido como el modelo de referencia para Interconexión de Sistemas Abiertos, (OSI, Open System Interconnection). OSI es un modelo de siete capas.

2.2.1 Capa Física

Es la que se encarga de la topología física de la red, al medio físico como a la forma en la que se transmite la información.

Sus principales funciones son:

- Definir el medio o medios físicos por los que va a viajar la información.
- Define las características materiales (componentes y conectores mecánicos) y eléctricas (niveles de tensión) que se van a usar en la transmisión de los datos por los medios físicos.
- Definir las características funcionales de la interfaz (establecimiento, mantenimiento y liberación del enlace físico).
- Transmitir el flujo de bits a través del medio.
- Manejar las señales eléctricas del medio de transmisión.
- Garantizar la conexión.

2.2.2 Capa de Enlace de Datos

Esta capa se ocupa del direccionamiento físico, del acceso al medio, de la detección de errores, de la distribución ordenada de tramas y del control del flujo. El dispositivo que usa la capa de enlace es el switch que se encarga de recibir los datos del router y enviar cada uno de estos a sus respectivos destinatarios.

⁴ Academia de networking de Cisco Systems: Guía del Primer Año, 2003 (2ª. Edición), Pearson Educación.

2.2.3 Capa de Red

La capa de red es una capa compleja que proporciona conectividad y selecciona la ruta entre dos hosts que pueden estar ubicados en redes geográficamente distintas. En este nivel se define el direccionamiento lógico. Los firewalls actúan sobre esta capa principalmente, para descartar direcciones de máquinas.

2.2.4 Capa de Transporte

La capa de transporte garantiza que los mensajes se entregan sin errores, en secuencia y sin pérdidas o duplicaciones. La capa de transporte proporciona:

- Segmentación de mensajes: acepta un mensaje de la capa (de sesión) que tiene por encima, lo divide en unidades más pequeñas (si no es aún lo suficientemente pequeño) y transmite las unidades más pequeñas a la capa de red. La capa de transporte en el host destino vuelve a ensamblar el mensaje.
- Confirmación de mensaje: proporciona una entrega de mensajes confiable de extremo a extremo con confirmaciones.
- Control del tráfico de mensajes: indica al host de transmisión que "dé marcha atrás" cuando no haya ningún búfer de mensaje disponible.
- Multiplexación de sesión: multiplexa varias secuencias de mensajes, o sesiones, en un vínculo lógico y realiza un seguimiento de qué mensajes pertenecen a qué sesiones.

2.2.5 Capa de Sesión

Como su nombre lo implica, la capa de sesión establece, administra y finaliza las sesiones entre dos hosts que se están comunicando. La capa de sesión proporciona sus servicios a la capa de presentación. También sincroniza el diálogo entre las capas de presentación de los dos hosts y administra su intercambio de datos.

2.2.6 Capa de Presentación

La capa de presentación garantiza que la información que envía la capa de aplicación de un sistema pueda ser leída por la capa de aplicación de otro. De ser necesario, la capa de presentación traduce entre varios formatos de datos utilizando un formato común.

2.2.7 Capa de Aplicación

La capa de aplicación es la capa del modelo OSI más cercana al usuario; suministra servicios de red a las aplicaciones del usuario.

2.3 Cableado Estructurado⁵

El cableado estructurado, es un sistema de cableado capaz de integrar tanto a los servicios de voz, datos y vídeo, como los sistemas de control y automatización de un edificio bajo una plataforma estandarizada y abierta. El cableado estructurado tiende a estandarizar los sistemas de transmisión de información al integrar diferentes medios para soportar toda clase de tráfico, controlar los procesos y sistemas de administración de un edificio.

2.3.1 Características del cableado estructurado

- **Capacidad.** Permite transmitir información de múltiples protocolos y tecnologías.
- **Flexibilidad.** Permite incorporar nuevos o futuros servicios a la red ya existente, así como modificar la distribución interna sin afectar el nivel de eficiencia.
- **Diseño.** Permite optimizar la productividad al mínimo costo posible.
- **Integración de servicios.** Reúne en una misma infraestructura los servicios de datos, telefónico, audio y vídeo, seguridad, etc.
- **Administración.** Facilita al cliente el manejo y la administración de los servicios conectados.
- **Modularidad.** Facilita el crecimiento.
- **Compatibilidad.** Cumple con los estándares.

2.3.2 Normas para el cableado estructurado

Un sistema de cableado estructura basado en estándares, asegura que el sistema en cuestión es un sistema abierto, genérico, independiente de la aplicación o aplicaciones que correrán sobre él, diseñado para una larga vida útil.

Las normas más importantes de Cableado Estructurado en México, son las siguientes:

- **ANSI/TIA/EIA-568-C, “Cableado de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales”.** Especifican los requerimientos de un sistema integral de cableado, independiente de las aplicaciones y de los proveedores, para los edificios comerciales.
- **ANSI/TIA/EIA-569-B, “Estándar de Trayectorias y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales”.** Cubre los requerimientos para el diseño y construcción de trayectorias (ductos, conduits, escalerillas, canaletas, etc.), así como de espacios (TR’s, Cuartos de Equipo y Acometida) de edificios comerciales, o también conocido como la obra civil de una red de cableado.
- **ANSI/TIA/EIA-606-A, “Estándar de Administración de la Infraestructura de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales”.** Indica los requerimientos para la documentación, identificación y registros de información sobre el sistema de cableado de telecomunicaciones de un edificio comercial, que debe de usarse por el administrador o gerente del edificio o red.
- **ANSI/TIA/EIA-607-B-1, “Estándar de Tierras y Unión de Tierras para Sistemas de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales”.** Indica los

⁵ Extraído de <http://iie.fing.edu.uy/ense/assign/ccu/material/docs/Cableado%20Estructurado.pdf>

requerimientos de tierras y uniones de tierras para el sistema de cableado, así como su interconexión a otros sistemas de tierras de los edificios comerciales.

2.3.3 Componentes de un cableado estructurado

De acuerdo a la última actualización del estándar ANSI/TIA/EIA-568-C, este identifica seis componentes funcionales:

- a. Instalaciones de Entrada (o “Acometidas”).
- b. Distribuidor principal y secundarios (Main/ Intermediate Cross-Connect).
- c. Distribución central de cableado (Back-bone distribution).
- d. Distribuidores horizontales (Horizontal Cross-Connect).
- e. Distribución Horizontal de cableado (Horizontal Distribution).
- f. Áreas de trabajo.

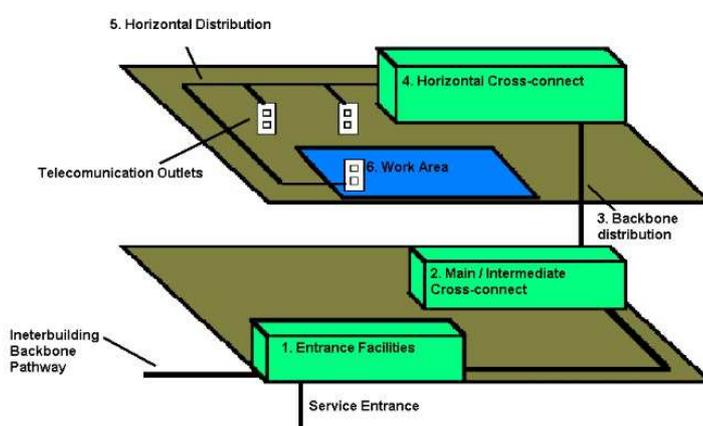


Figura 9. Componentes de un cableado estructurado.

2.3.3.1 Instalaciones de entrada (o “Acometidas”)

Se define como el lugar en el que ingresan los servicios de telecomunicaciones al edificio y/o dónde llegan las canalizaciones de interconexión con otros edificios de la misma corporación (por ejemplo, si se trata de un “campus”).

Las “instalaciones de entrada” pueden contener dispositivos de interfaz con las redes públicas prestadoras de servicios de telecomunicaciones, y también equipos de telecomunicaciones.

2.3.3.2 Distribuidor principal y secundarios

La estructura general del cableado se basa en una distribución jerárquica del tipo “estrella”, con no más de 2 niveles de interconexión. El cableado hacia las “áreas de trabajo” parte de un punto central, generalmente la “Sala de Equipos”. Aquí se ubica el distribuidor principal de cableado del edificio. Partiendo de éste distribuidor principal, para llegar hasta las áreas de trabajo, el cableado puede pasar por un distribuidor secundario y por una Sala de Telecomunicaciones.

El estándar no admite más de dos niveles de interconexión, desde la Sala de Equipos hasta la Sala de Telecomunicaciones.

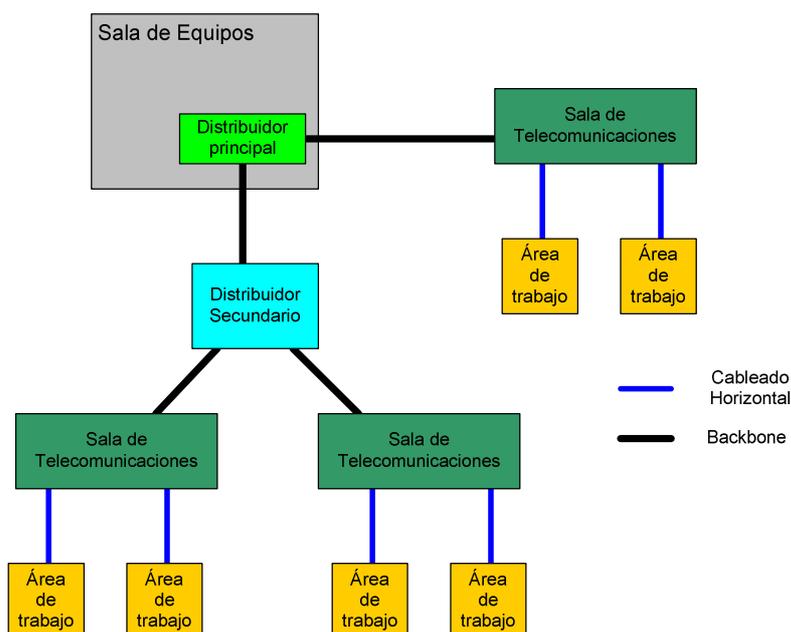


Figura 10. Distribuidor principal y secundarios.

2.3.3.3 Distribución central de cableado

La función del “back-bone” es proveer interconexión entre los armarios de telecomunicaciones y las Salas de Equipos y entre las Salas de Equipos y las instalaciones de entrada.

Los sistemas de distribución central de cableado incluyen los siguientes componentes:

- Cables
- Distribuidores principales y secundarios
- Terminaciones mecánicas
- Cordones de interconexión

El diseño de los sistemas de distribución central de cableado deben tener en cuenta las necesidades inmediatas y prever las posibles ampliaciones futuras, reservando lugar en el diseño de las canalizaciones, previendo cables con la cantidad adecuada de conductores, diseñando la cantidad de regletas o elementos de interconexión en los distribuidores principales e intermedios, etc.

El esquema de la distribución central de cableado debe seguir la jerarquía en forma de estrella, de manera de no tener más de 2 puntos de interconexión desde los equipos hasta los puntos de interconexión horizontal (Armario de Telecomunicaciones).

El estándar admite los siguientes cables para el Back-Bone:

- Cables UTP de 100 ohm (par trenzado sin malla).
- Cables de Fibra óptica multimodo de 50/125 μm .
- Cables de Fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm .
- Cables de Fibra óptica monomodo.
- Cable STP-A de 150 ohm (par trenzado con malla).

2.3.3.4 Distribuidores horizontales

Los cables (back-bone) terminan en los distribuidores horizontales, ubicados en la Sala de Telecomunicaciones. Estos distribuidores horizontales deben disponer de los elementos de interconexión adecuados para la terminación de los cables montantes (ya sean de cobre o fibra óptica). Asimismo, a los distribuidores horizontales llegan los cables provenientes de las “áreas de trabajo” (cableado horizontal, de allí su nombre de “distribuidores horizontales”), el que también debe ser terminado en elementos de interconexión adecuado.

La función principal de los distribuidores horizontales es la de interconectar los cables horizontales (provenientes de las áreas de trabajo) con los cables del back-bone (provenientes de la Sala de Equipos). Eventualmente, en la Sala de Telecomunicaciones, puede haber equipos de telecomunicaciones, los que son incorporados al distribuidor horizontal para su interconexión hacia la Sala de Equipos (a través del back-bone) y/o hacia las áreas de trabajo (a través del cableado horizontal).

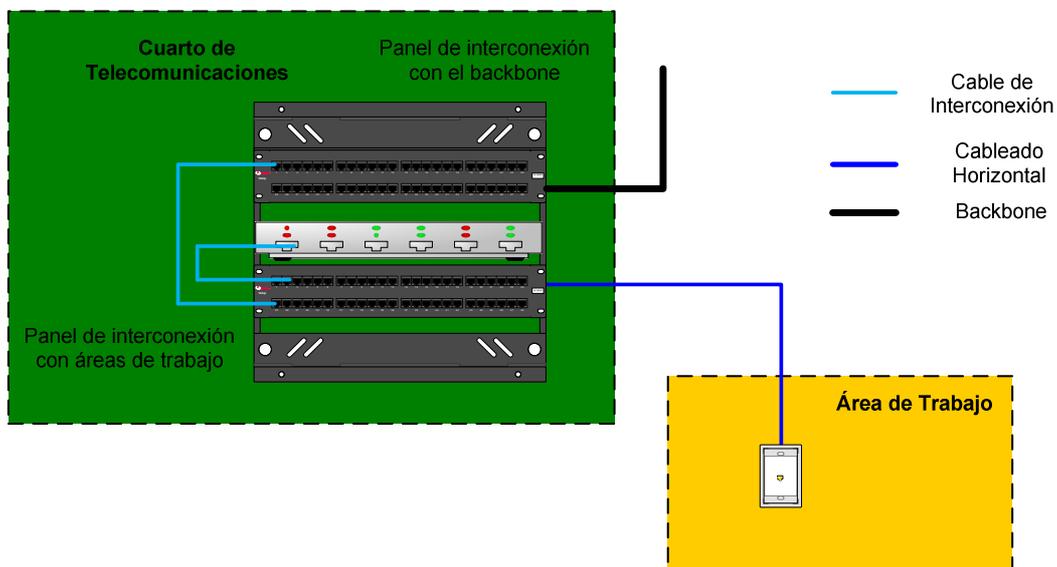


Figura 11. Distribuidores horizontales.

2.3.3.5 Distribución horizontal de cableado

La distribución horizontal es la parte del cableado de telecomunicaciones que conecta las áreas de trabajo con los distribuidores horizontales, ubicados en la Sala de Telecomunicaciones.

La distribución horizontal incluye:

- Cables de distribución horizontal.
- Conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo (dónde son terminados los cables de distribución horizontal).
- Terminaciones mecánicas de los cables horizontales.
- Cordones de interconexión (“Patch-cords”) en la Sala de Telecomunicaciones.
- Puede incluir también “Puntos de Consolidación”.

El cableado de distribución horizontal debe seguir una topología del tipo “estrella”, con el centro en el armario o Sala de Telecomunicaciones, y los extremos en cada una de las áreas de trabajo. Los conectores de telecomunicaciones en las áreas de trabajo deben ser conectados mediante un cable directamente al panel de interconexión ubicado en el armario de telecomunicaciones. No se admiten empalmes ni uniones, salvo en caso de existir un “punto de consolidación”.

La distancia máxima para el cable de distribución horizontal es de 90 m, medida en el recorrido del cable, desde el conector de telecomunicaciones en el área de trabajo hasta el panel de interconexión en el armario de telecomunicaciones. Los cordones de interconexión (“patch-cords”) utilizados en las áreas de trabajo y en el armario de telecomunicaciones no deben ser más largos que 10 m en conjunto (completando una distancia de 100 m de “punta a punta”. Se recomienda que los cordones de interconexión en cada extremo no superen los 5 m

Los cables reconocidos para la distribución horizontal son:

- UTP de 100 Ω y cuatro pares, de categoría 5e o superior.
- Fibra óptica multimodo de 50/125 μm
- Fibra óptica multimodo de 62.5/125 μm

En el diseño de cada instalación se debe decidir la tecnología más conveniente para el cableado horizontal.

2.3.3.6 Áreas de trabajo

Las áreas de trabajo incluyen los conectores de telecomunicaciones y los cordones de interconexión (“Patch-cords”) hasta el equipamiento (por ejemplo, PC, teléfono, impresora, etc.).

Se recomienda que la distancia del cordón de interconexión no supere los 5 m.

Los cables UTP son terminados en los conectores de telecomunicaciones en “jacks” modulares de 8 contactos, en los que se admiten dos tipos de conexiones, llamados T568A y T568B.

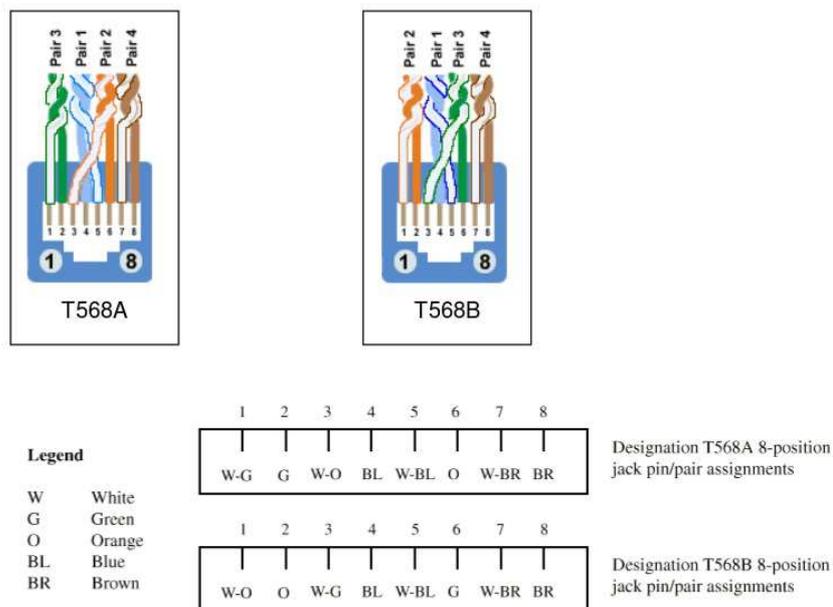


Figura 12. Conexiones T568A y T568B.

2.3.4 Medios de transmisión⁶

Como mencionamos en secciones anteriores, existen dos tipos de medios de transmisión, los guiados (alámbricos) y los no guiados (inalámbricos). En esta sección nos enfocaremos en los medios guiados.

Dentro de los medios de transmisión guiados, los más utilizados en el campo de las telecomunicaciones y la interconexión de computadoras son tres: cable de par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

Los medios de transmisión guiados están constituidos por cables que se encargan de la conducción (o guiado) de las señales desde un extremo al otro. Las principales características de los medios guiados son el tipo de conductor utilizado, la velocidad máxima de transmisión, las distancias máximas que puede ofrecer entre repetidores, la inmunidad frente a interferencias electromagnéticas, la facilidad de instalación y la capacidad de soportar diferentes tecnologías de nivel de enlace.

Debido a esto, los diferentes medios de transmisión tendrán diferentes velocidades de conexión que se adaptarán a diferentes utilidades.

2.3.4.1 Par Trenzado

El cable de par trenzado consiste en un conjunto de 8 pares de hilos de cobre, conductores cruzados entre sí, con el objetivo de reducir la diafonía, el ruido y la interferencia. A mayor número de cruces por unidad de longitud, mejor comportamiento ante el problema de diafonía. Existen dos tipos básicos de pares trenzados:

⁶ Bruce Hallberg, Fundamentos de redes, 4ta. edición McGraw-Hill, 2007.

- **Apantallado, blindado o con blindaje:** Shielded Twisted Pair (STP).
- **No apantallado, sin blindar o sin blindaje:** Unshielded Twisted Pair (UTP), es un tipo de cables de pares trenzados sin recubrimiento metálico externo, de modo que es sensible a las interferencias.

2.3.4.1.1 Cable de par trenzado sin blindaje (UTP: Unshielded Twisted Pair)

El cable de par trenzado sin blindaje es el tipo más frecuente de medio de comunicación que se usa actualmente, tiene una amplia difusión en telefonía y en redes LAN.

Está formado por dos hilos, cada uno de los cuales está recubierto de material aislante; como Teflón o PVC, debido a que el primero genera poco humo en incendios. Se distinguen dos tipos de recubrimiento: el rígido (para cableado vertical y horizontal) y flexible (para patch cord).

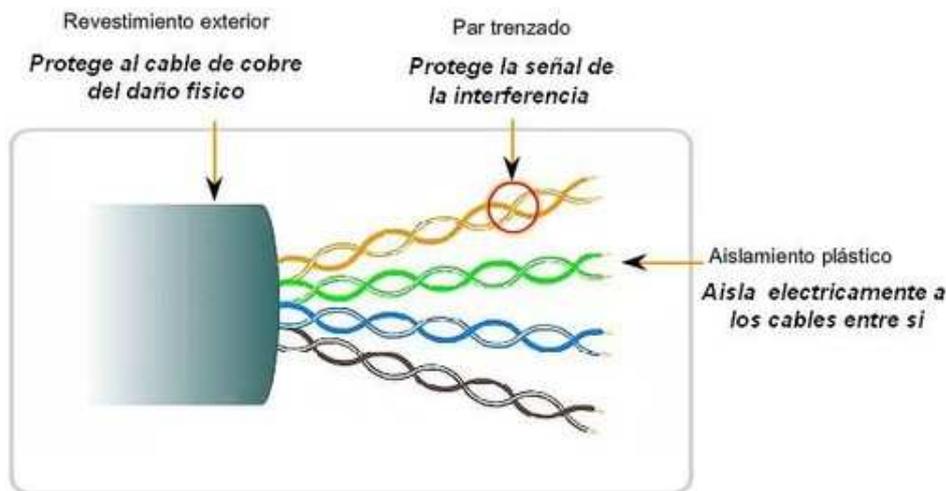


Figura 13. Cable de par trenzado sin blindaje (UTP).

Categorías del UTP

“La especificación 568A Estándar de Cableado Estructurado para Edificios Comerciales de la Asociación de Industrias de Electrónicas e Industrias de la Telecomunicación (EIA/TIA) especifica el tipo de cable UTP que se utilizará en cada situación y construcción. Dependiendo de la velocidad de transmisión ha sido dividida en diferentes categorías:

- **Categoría 1:** Hilo telefónico trenzado de calidad para voz no adecuado para las transmisiones de datos. Las características de transmisión del medio están especificadas hasta una frecuencia superior a 1MHz.
- **Categoría 2:** Cable par trenzado sin apantallar. Las características de transmisión del medio están especificadas hasta una frecuencia superior de 4 MHz. Este cable consta de 4 pares trenzados de hilo de cobre.

- **Categoría 3:** Velocidad de transmisión típica de 10 Mbps para Ethernet. Con este tipo de cables se implementa las redes Ethernet 10BaseT. Las características de transmisión del medio están especificadas hasta una frecuencia superior de 16 MHz. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre con tres entrelazados por pie.
- **Categoría 4:** La velocidad de transmisión llega hasta 20 Mbps. Las características de transmisión del medio están especificadas hasta una frecuencia superior de 20 MHz. Este cable consta de 4 pares trenzados de hilo de cobre.
- **Categoría 5:** Es una mejora de la categoría 4, puede transmitir datos hasta 100Mbps y las características de transmisión del medio están especificadas hasta una frecuencia superior de 100 MHz. Este cable consta de cuatro pares trenzados de hilo de cobre.
- **Categoría 6:** Es una mejora de la categoría anterior, puede transmitir datos hasta 1Gbps y las características de transmisión del medio están especificadas hasta una frecuencia superior a 250 MHz.
- **Categoría 7:** Es una mejor de la categoría 6, puede transmitir datos hasta 10 Gbps y las características de transmisión del medio están especificadas hasta una frecuencia superior a 600 MHz.

2.3.4.1.2 Cable de par trenzado blindado (STP: Shield Twisted Pair)

El cable de par trenzado blindado (STP) combina las técnicas de blindaje, cancelación y trenzado de cables. Tiene una funda de metal o un recubrimiento de malla entrelazada que envuelve cada par de hilos aislados; lo que hace que tenga mayor protección que el UTP, protegiéndolo contra interferencias y ruido eléctrico, haciendo que sea difícil de instalar.

Es utilizado generalmente dentro de centros de informática por su capacidad y sus buenas características contra las radiaciones electromagnéticas. La pantalla del STP, para que sea más eficaz, requiere una configuración de interconexión con tierra.

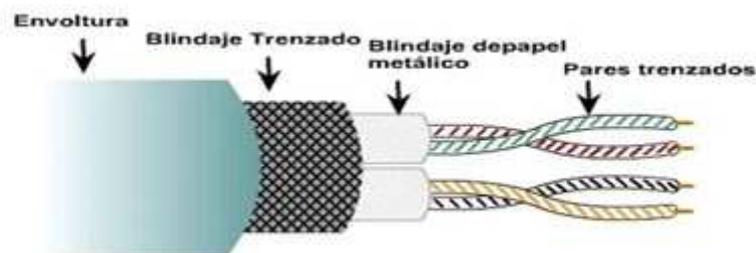


Figura 14. Cable de par trenzado blindado.

2.3.4.2 Fibra Óptica

La luz es una onda electromagnética y por tanto posee características como reflexión y refracción. La fibra óptica se basa en este último principio, donde en vez de corriente eléctrica se transmite luz. Está construida a partir de vidrio (SiO_2) o plásticos altamente puros (Kebrel).

Para transmisión digital la presencia de luz simboliza un 1, y la ausencia un 0. Puede transmitirse hasta a 1000 Mbps en 1 km y 100 km sin repetidores (a menor velocidad). Aunque hoy tiene un ancho de banda de 50.000 Gbps, es limitada por la conversión entre las señales ópticas y eléctricas (1 Gbps).

El sistema de fibra óptica está constituido por 3 componentes que son:

- **Emisor:** Es la fuente de Luz (LED/LASER) que se encarga de convertir energía eléctrica en óptica.
- **Medio:** La fibra óptica encargada de llevar los pulsos de luz.
- **Receptor:** El Fotodetector que convierte pulsos de luz en eléctricos.

2.3.4.2.1 Principios de la propagación de la luz

La fibra óptica está compuesta por dos capas de vidrio, cada una con distinto índice de refracción. El índice de refracción del núcleo es mayor que el del revestimiento, por la cual, la luz introducida al interior de la fibra se mantiene y propaga a través del núcleo.

El modo de propagación hace referencia a las diferentes trayectorias que sigue la luz al interior del núcleo en su recorrido del origen al destino. La fibra puede ser: Multimodo o Monomodo.

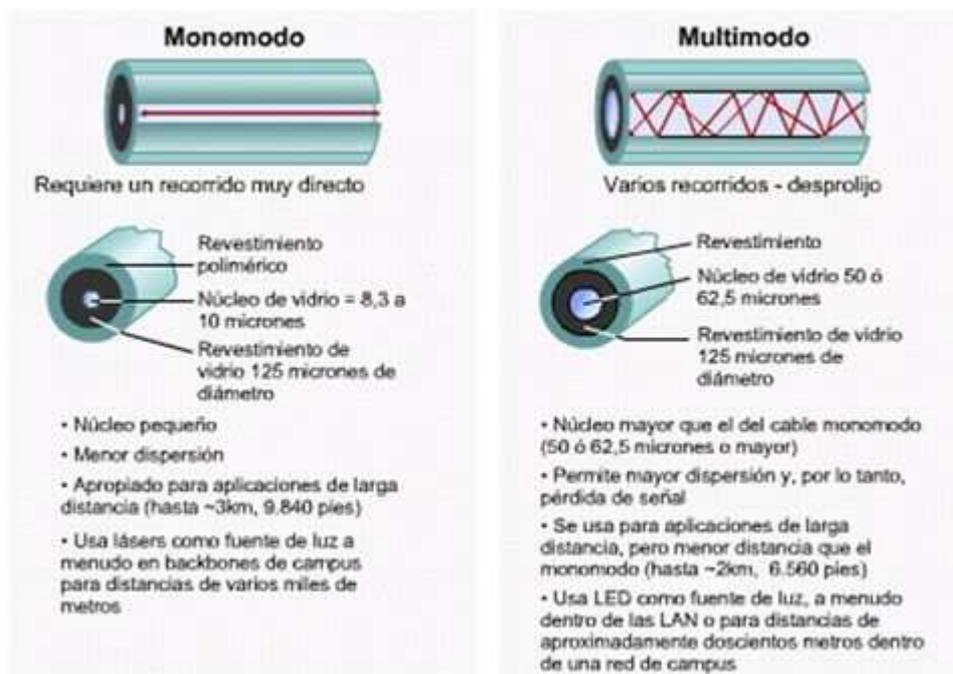


Figura 15. Fibra óptica monomodo y multimodo.

Ventajas

- Mayor ancho de banda.
- Mayor distancia por menor atenuación.
- Ocupa menos espacio.
- Al ser un dieléctrico es mejor en entornos con tierras eléctricas diferentes, o para evitar descargas ante rayos.
- Su ancho de banda es muy grande, gracias a técnicas de multiplexación por división de frecuencias, que permiten enviar hasta 100 haces de luz (cada uno con una longitud de onda diferente) a una velocidad de 10 Gb/s cada uno por una misma fibra, se llegan a obtener velocidades de transmisión totales de 1 Tb/s.
- Es inmune totalmente a las interferencias electromagnéticas.
- Es segura, ya que al permanecer el haz de luz confinado en el núcleo, no es posible acceder a los datos transmitidos por métodos no destructivos. Además se puede instalar en lugares donde puedan haber sustancias peligrosas o inflamables, porque no transmite electricidad.
- Mayor resistencia a medios corrosivos.

Desventajas.

- Es más costosa, en parte por la necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
- Requiere herramienta especial.
- Por la alta fragilidad de las fibras requiere mayor cuidado en la instalación y mantenimiento.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, especialmente en el campo, lo que dificulta las reparaciones en caso de ruptura del cable.
- No puede transmitir electricidad para alimentar repetidores intermedios.
- No existen memorias ópticas.

2.4 VLAN (Virtual Local Area Network)⁷

Como ya vimos una red de área local (LAN) está definida como una red de computadoras dentro de un área geográficamente acotada como puede ser una empresa o una corporación.

Uno de los problemas que nos encontramos, es que todos los usuarios de una LAN comparten el mismo segmento y tienen el mismo ancho de banda, aún cuando los requisitos de ancho de banda puedan variar mucho en función de cada grupo de trabajo o departamento.

La solución a este problema era la división de la LAN en segmentos físicos los cuales fueran independientes entre sí, dando como desventaja la imposibilidad de comunicación entre las LANs para algunos de los usuarios de la misma.

⁷ Lewis Wayne, LAN inalámbrica y conmutada. Guía de estudio de CNNA Exploration. CISCO Press, 2009.

La necesidad de confidencialidad, así como el mejor aprovechamiento del ancho de banda disponible dentro de la corporación ha llevado a la creación y crecimiento de las VLANs.

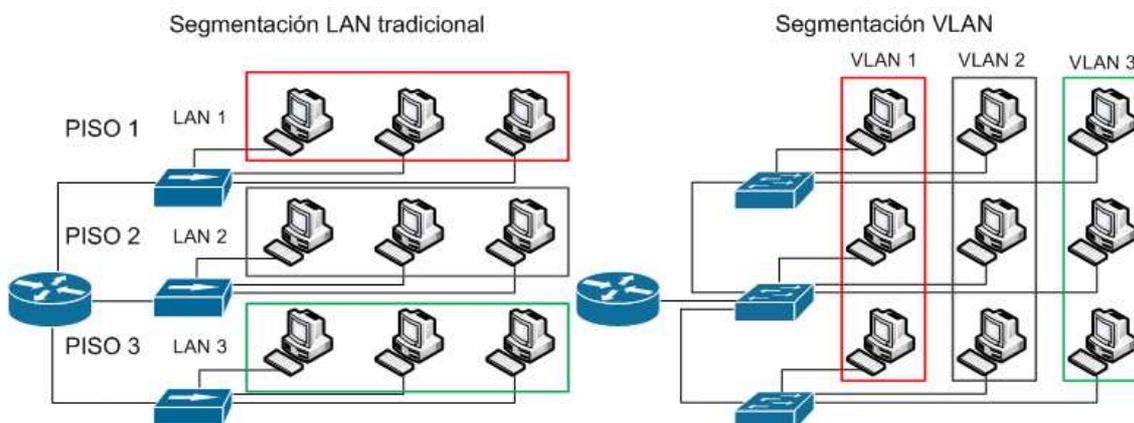


Figura 16. Segmentación VLAN.

Una VLAN es un agrupamiento lógico de dispositivos o usuarios. Estos dispositivos o usuarios se pueden agrupar por función, departamento, aplicación, etc., independientemente de su ubicación física en un segmento. Cada VLAN es un dominio de broadcast.

2.4.1 Clasificación de las VLAN's

Las VLAN's se pueden clasificar de acuerdo a su forma de implementarse.

a. VLAN estáticas o por puerto

Las VLAN estáticas son puertos de un switch que se asignan estáticamente a una VLAN.

Estos puertos pertenecen a una VLAN hasta que se cambia la configuración. Aunque las VLAN estáticas exigen que el administrador haga cambios, son seguras, fáciles de configurar y de controlar.

b. VLAN dinámicas

Las VLAN dinámicas son puertos de un switch que pueden determinar automáticamente a que VLAN pertenece. Las funciones de las VLAN dinámicas están basadas en el direccionamiento MAC, el direccionamiento lógico o tipo de protocolo de los paquetes de datos.

Las ventajas principales de esta solución son que hay una menor administración cuando se añade o traslada un usuario y una notificación cuando se añade a la red un usuario no reconocido.

2.4.2 Estándar 802.1Q

El estándar 802.1Q surgió de la necesidad de transportar el tráfico de múltiples VLAN's a través de un enlace troncal, es decir entre la conexión punto a punto entre dos switches.

Cuando se quería conectar dos switches con múltiples VLAN's, para que hubiera comunicación entre las VLAN's de cada switch era necesario tener un enlace por cada VLAN, esto era impráctico.

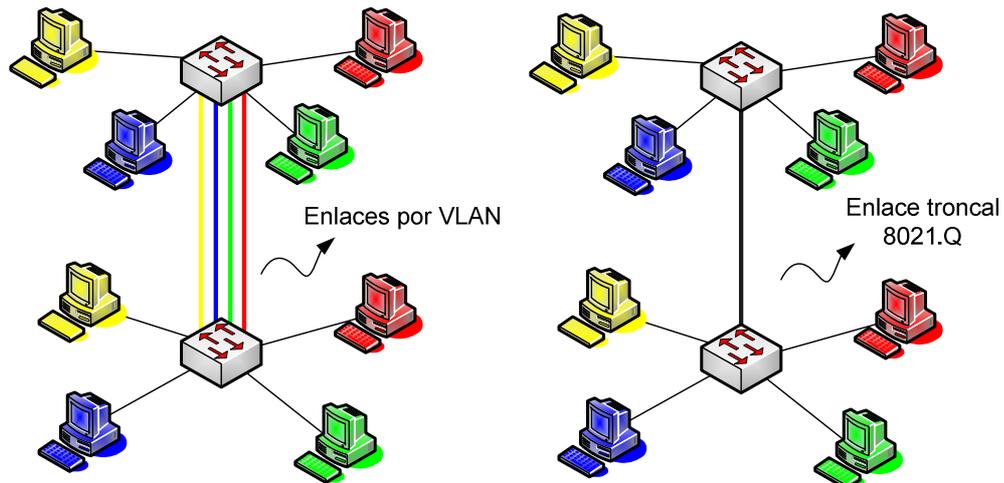
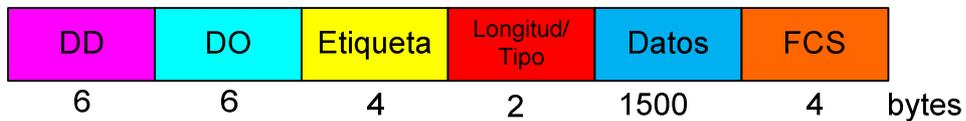


Figura 17. Sin enlaces troncales y con enlace troncal.

Para enviar el tráfico de múltiples VLAN's por un solo enlace, se configura el puerto para agregar un identificador a cada trama para diferenciar a que VLAN pertenece. Entonces el switch que recibe una trama etiquetada puede reenviar la trama a través de otro puerto troncal (sin modificar), ó reenviarla a través de un puerto de enlace, previamente quitando la etiqueta.

El estándar IEEE 802.1Q, define que dentro del encabezado de la trama Ethernet, se inserte una etiqueta de 12 bits, en donde se especifica el VLAN ID.



DD: Dirección Destino

DO: Dirección Origen

FCS: Secuencia de verificación de trama

Figura 18. Trama Ethernet

Capítulo 3

Levantamiento de la Red del Instituto de Química Antes de la Reestructuración.

En este capítulo se describirá como estaba la infraestructura de red Instituto de Química antes de la reestructuración y sus deficiencias.

3.1 Levantamiento físico

El Instituto está conformado por 2 edificios de dos plantas (A y B), uno de una planta (C) y un cuarto de edificio de dos plantas (D) en construcción.

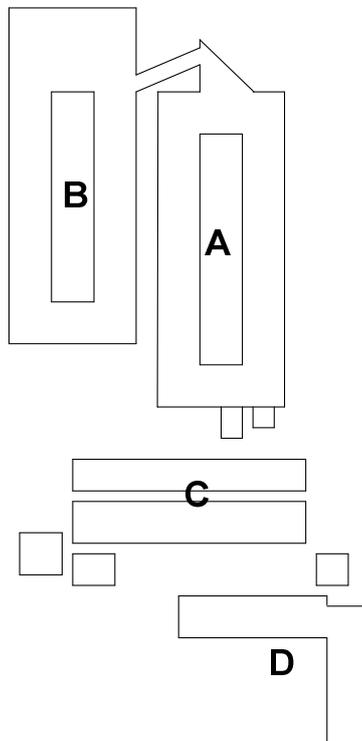


Figura 19. Plano esquemático del instituto.

En el momento en que se empezó a realizar la reestructuración de la red el instituto tenía 380 equipos de cómputo en su inventario, incluyendo servidores, puntos de acceso (RIU, Red Inalámbrica Universitaria), de los cuales 250 tenían acceso a red.

Tabla 1. Distribución de equipo de cómputo.

Edificio	Planta	No. Equipos de cómputo
A	Baja	55
	Alta	51
B	Baja	75
	Alta	179
C	Baja	20
Total		380

Sumado a lo anterior, había cerca de 20 equipos personales, tanto de investigadores como de alumnos.

3.1.1 Cableado Estructurado

Cada edificio tenía su closet de telecomunicaciones (CT), a excepción del B, el cual tenía uno en cada piso, sobre la misma vertical.

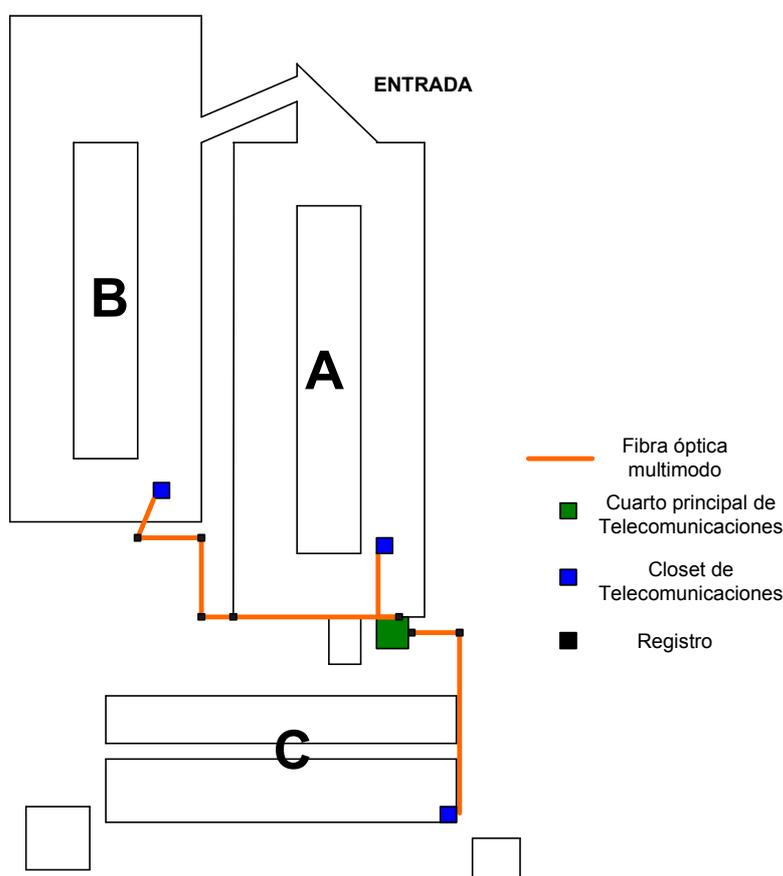


Figura 20. Closets de telecomunicaciones.

El cuarto principal de telecomunicaciones está a un costado del edificio A, alberga el equipo central del instituto y un conmutador telefónico de la DGTIC.

Los closets se interconectaban con el cuarto principal a través de enlaces de fibra óptica multimodo de 62.5 μm , excepto la planta alta del edificio B. La planta alta se interconectaba con la planta baja a través de cable UTP categoría 5.

A continuación muestro fotos de los closets de telecomunicaciones.

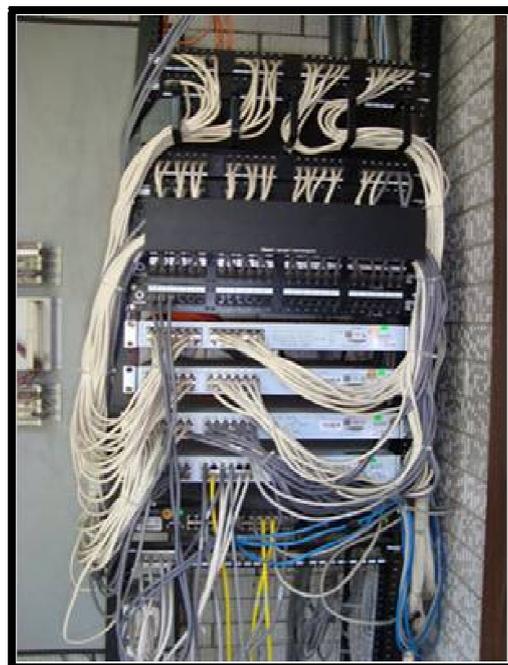


Foto 1. Cuarto principal y Edificio A



Foto 2. Edificio B planta alta y planta baja.



Foto 3. Edificio C

La canalización del cableado horizontal, iba sobre el pasillo en un ducto cuadrado metálico o de plástico, y con bajadas en su mayoría por canaleta.



Foto 4. Ducto de plástico sobre el pasillo del edificio A.



Foto 5. Ducto metálico en el pasillo del edificio B.



Foto 6. Canalización en laboratorios y cubículos.

De las memorias técnicas de los tres edificios, el total de nodos de red instalados era de 257, de los cuales cerca del 20% no estaban en funcionamiento. El desglose por edificio se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2. Cableado estructurado.

Edificio	Año de instalación	Categoría	Marca	No. de Servicios
A	1996	5 y 5e	SYSTIMAX	86
B	1998	5	SYSTIMAX	154
C	2001	5	SYSTIMAX	17

3.1.2 Equipos de interconexión

El instituto tenía 18 switches, un servidor NAT (Network Address Translation) con funciones de DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) y un Gestor Unificado de Amenazas (UTM, Unified Threat Management), equipos que eran administrados por la Unidad de Cómputo.

Tabla 3. Equipo de Activo.

Edificio	Equipo	Puertos
Cuarto principal	Switch 3COM 4400 FX Super Stack 3 (3C17210)	24 puertos 100BaseFX y módulo de stack.
	Switch 3COM 4400 Super Stack 3 (3C17203)	24 puertos 10/100BaseTX y modulo de stack.
	Tipping Point X506 ó UTM	4 puertos 10/100BaseTX
	Servidor NAT	4 puertos 10/100BaseTX
Edificio A	4 switch 3COM 4400 Super Stack 3 (3C17203)	24 puertos 10/100BaseTX, módulo de stack y uno de ellos con un módulo 100BaseFX.
	Switch Foundry Networks Edge Iron 2402CF	24 puertos 10/100BaseTX y 2 puertos combo 10/100/1000BaseX.
Edificio B planta baja	4 switch 3COM 4400 Super Stack 3 (3C17203)	24 puertos 10/100BaseTX, módulo de stack y uno de ellos con un módulo 100BaseFX.
	Switch 3COM 5500G-EI Super Stack 4	24 puertos 10/100/1000BaseTX y 4 puertos combo 10/100/1000BaseX
Edificio B planta alta	4 switch 3COM 3300 Super Stack 3 (3C16980A)	24 puertos 10/100BaseTX y módulo de stack.
Edificio C	Switch 3COM 3300 Super Stack 3 (3C16980A)	24 puertos 10/100BaseTX y un módulo 100BaseFX.
	Switch 3COM 3300 Super Stack 3	12 puertos 10/100BaseTX

Además de los equipos mencionados en la tabla anterior, existían switches de bajo desempeño ó concentradores office connect, adquiridos por los investigadores para conectar más computadoras en su laboratorio.

3.1.3 Topología Física y Lógica

La red del Instituto de Química físicamente estaba basada en una topología de estrella extendida. El switch central ubicado en el cuarto principal, los switches secundarios en los CT de cada uno de los edificios, conectados por enlaces de fibra óptica a 100Mbps, y con UTP la planta alta del edificio B.

Bajo los switches secundarios se conectaban los usuarios ó en algunos casos los concentradores de oficina y de estos los usuarios.

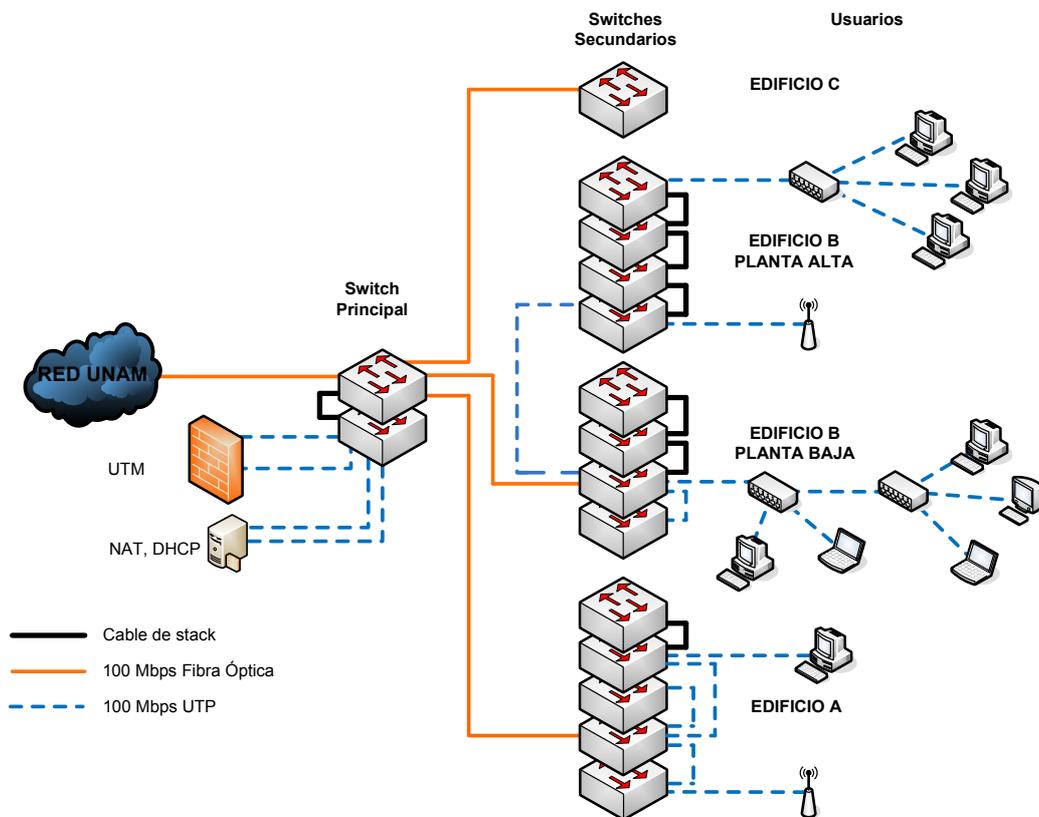


Figura 21. Topología Física.

Algo que puede observarse del diagrama anterior es la conexión del UTM y el servidor NAT, ambos tienen dos conexiones generando un loop físico. Para anular los efectos del loop en equipos que aún no manejaban protocolos como STP (Spanning Tree Protocol), se tenían configuradas dos VLAN's (Virtual Local Area Network): VLAN Interna y VLAN Externa, como se ve en la Figura 22.

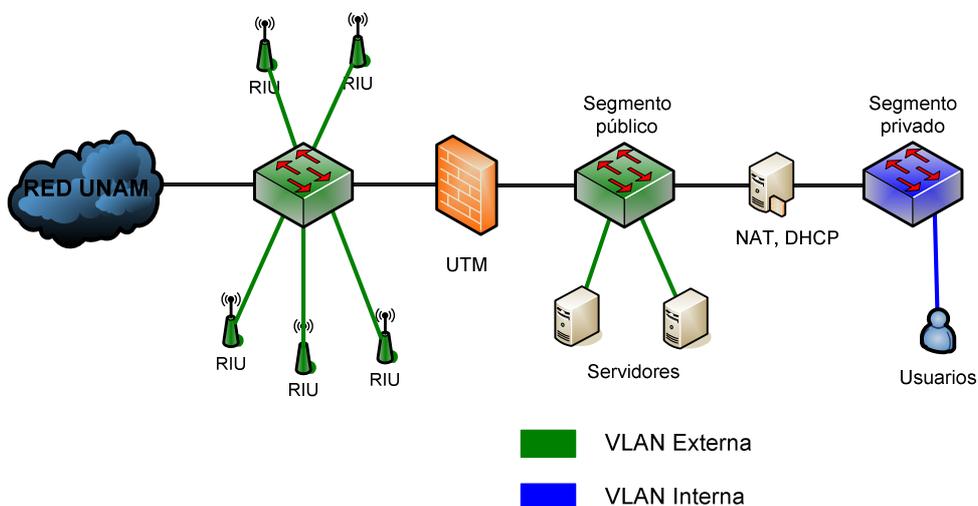


Figura 22. Topología Lógica

La VLAN Interna era la red local, en ella había equipos haciendo uso de un segmento de red privado asignado por un servidor DHCP de manera estática, y salían a través del servidor NAT, era ahí donde estaba la mayoría de los usuarios.

En la VLAN Externa se tenían conectados los puntos de acceso de la RIU y servidores que por sus aplicaciones requerían un direccionamiento IP público, usando el segmento asignado por NIC UNAM a la dependencia. Por razones de seguridad se manejará la red 192.168.100.0/24, ver tabla 4.

Tabla 4. Direccionamiento.

	Direccionamiento	% Uso
Segmento privado	10.0.1.0/25	85
Segmento público	192.168.100.0/24	25

3.1.4 Seguridad en la red

La seguridad de la red a veces suele ser olvidada o ignorada, hasta que se tiene algún evento que pone en riesgo la integridad de la información. Internamente la seguridad era pobre, ya que todos los investigadores, alumnos, administrativos, invitados, etc., estaban dentro de un mismo dominio de broadcast. Muchos de ellos comparten impresoras y archivos, pero no toman las medidas mínimas de seguridad, ignoran los riesgos, o simplemente no saben que están compartiendo.

Hacia el exterior la principal seguridad la brindaba el UTM, ayudado de un servidor NAT que también hacía la función de DHCP. La asignación de direcciones IP era de manera estática, esto permitía controlar que clientes no identificados se conectaran a la red.

Los servidores y equipos que por sus aplicaciones requerían direccionamiento público, estaban únicamente bajo el UTM, quién también hacía las funciones de servidor de VPN. Los clientes de VPN eran principalmente para los investigadores de la sede alterna en Toluca, permitiéndoles acceder a las aplicaciones del instituto y consultar el acervo bibliográfico de la UNAM.

3.2 Deficiencias

Haciendo un análisis del levantamiento se encontraron varias insuficiencias, que se describen a continuación.

3.2.1 Cableado Estructurado desorganizado

El cableado estructurado llevaba operando más de 10 años, a lo largo de este tiempo, varias áreas sufrieron cambios, y el número de usuarios se incremento rebasando por mucho el número de nodos de red instalados. Para adecuar la red a las necesidades del instituto, se aumentaron o reubicaron nodos, instalando cables por el piso, o en el mejor de los casos estaban sujetos con cinchos a las tuberías, rompiendo totalmente con los estándares del cableado estructurado.

Los planos no estaban actualizados y no se sabía cuántos nodos de red todavía estaban en funcionamiento, cuántos fueron reubicados y a dónde, o cuántos nodos se dejaron de utilizar y porqué.

En los closets de telecomunicaciones la falta de etiquetado, la poca organización de los cables de parcheo y un nulo control de cambios, hacía muy difícil localizar servicios o saber cómo estaban conectados los switches entre sí.

3.2.2 Equipos de interconexión discontinuados

Los equipos de interconexión al igual que el cableado llevaban años en operación, al ser equipos muy viejos eran muy susceptibles a fallas, especialmente cuando nunca se les había brindado algún tipo de mantenimiento preventivo. Varios de ellos presentaban fallas en los puertos, en los módulos de fibra óptica o de apilamiento, y el conseguir refacciones era muy complicado.

Todos los switches e incluso el UTM ya estaban en fin de vida desde hace varios años, esto significa que ya no contaban con el soporte del fabricante en caso de falla y no se tenía banco de partes.

Además los equipos no soportaban las tecnologías actuales, no poseían muchas opciones de seguridad, ni protocolos recomendados para el óptimo funcionamiento de una red, haciendo su configuración limitada.

3.2.3 Falta de planeación

A la red no se le da la importancia que se le debería de dar, se piensa que conectar una máquina a red es como poner una extensión telefónica en casa, pero no es así. De un buen cableado depende el buen desempeño de la red.

El instituto no contaba con una estrategia de planeación para movimientos o ampliaciones futuras. Al seguir conectando cables y equipos de interconexión sin control, la red se volvió cada vez más compleja y difícil de administrar. Si ocurría una falla en la red, era difícil localizar el origen del problema, puesto que no se sabía hacia donde iban los nodos de red o como estaban conectados, todo era a prueba y error para tratar de aislar algún problema.

De igual forma hacía falta documentación sobre la red de datos, o bitácoras que permitieran ver cómo iba cambiando la estructura de la red, una relación de asignación de direcciones IP, problemas suscitados anteriormente y su solución, políticas de administración, etc.

3.2.4 Agotamiento de direcciones IP y falta de subneteo

El segmento asignado al instituto por la DGTIC estaba ocupado al 25%, esto gracias a que se tenía implementado un servidor NAT, por lo que se hacía uso de direcciones IP privadas. El segmento privado utilizado era el 10.0.1.0/25, del cual ya se usaba cerca del 85% de las direcciones IP. El uso de otro segmento implicaba seguir con el mismo esquema y no ayudaba a resolver los problemas que se venían dando.

3.2.5 Seguridad deficiente

El hecho de no existir ningún nivel de jerarquía, implica una mayor probabilidad de inundación de tráfico y mayor vulnerabilidad a ataques. Al estar todos los usuarios en el mismo dominio de broadcast, significa que todos los equipos en la red oyen y procesan todos los paquetes de broadcast y multicast, por tanto el desempeño de la red era pobre.

Esto también implicaba que todos los usuarios, ya sea alumnos, investigadores, directivos, etc., podían acceder a cualquier carpeta compartida e imprimir en cualquier impresora compartida.

Al no tener un control de que dispositivos se conectaban a la red, ponía en peligro la seguridad, pues cualquier persona con acceso a un nodo de red podía fácilmente entrar a los recursos de la red interna, o simplemente causar problemas ante un intento de obtener acceso.

Aunado a esto, el UTM estaba en fin de vida, por lo que ya no recibía actualizaciones de firmas, funcionando solo como firewall y servidor de VPN.

Capítulo 4

Reestructuración e Implementación de la Red de Datos del Instituto de Química

Hecho el análisis del estado en que se encontraba la red del Instituto de Química y conociendo sus necesidades, se describirá el proyecto de reestructuración.

4.1 Descripción del Proyecto

El proyecto contempla la implementación de un backbone robusto, cableado estructurado categoría 6, segmentación de la red en VLAN's, actualización de los equipos de interconexión y seguridad perimetral.

Debido a la cantidad de recursos necesarios para la actualización de toda la infraestructura de red, el proyecto se dividió en 4 etapas.

- Etapa 1. Edificio A
- Etapa 2. Edificio B planta baja y planta alta ala norte
- Etapa 3. Edificio B planta alta ala sur
- Etapa 4. Edificio C

Estas etapas se lograron hacer en cerca de 4 años, lo que significo que la red vieja y la red nueva estuvieron coexistiendo durante un largo tiempo. Al ir implementando cada una de las etapas se debía de tomar en cuenta la forma de integrarla a la red sin afectar a la red vieja.

Cada una de estas etapas consistió en:

1. Levantamiento de los servicios requeridos por área.

Visita a los laboratorios y áreas de trabajo. Junto con el responsable del área se definió el número de nodos de red y las ubicaciones de estos. Del levantamiento se aumentó un 10% considerando futuro crecimiento.

2. Cotización del cableado y switches.

Para realizar las cotizaciones y hacer un cuadro comparativo, se realizó un recorrido con tres proveedores. Los proveedores, conocieron las áreas de trabajo, tomaron medidas, definieron la mejor trayectoria para las canalizaciones, revisaron los CT.

Se les pidió cotizar la misma marca de cableado y de switches, de esta forma la comparación era más real.

Al comparar las cotizaciones es importante revisar que se esté incluyendo todo lo necesario, es decir, las cotizaciones deben de ir desglosadas de tal forma que nos permita revisar el modelo, marca y cantidad. Esto nos permite determinar el porqué de la diferencia de precios entre proveedores. Anexo 4.

3. Adquisición del cableado y switches.

Una vez revisadas las cotizaciones, se pasaron al área de bienes y suministros, quien se encargó de realizar los trámites administrativos para la adquisición del cableado y equipo activo.

El proyecto completo de reestructuración, tuvo un costo aproximado de \$7,400,000.00.

Tabla 5. Costo aproximado del Proyecto de Reestructuración.

Edificio	Costo aproximado
A	\$1,200,000.00
B	\$2,100,000.00
C	\$600,000.00
D	\$3,500,000.00
Total	\$7,400,000.00

4. Instalación del cableado y switches.

Previo a la instalación, se realizó un calendario de actividades, de esta forma se notificaba a las áreas correspondientes los días en que se ejecutarían los trabajos, para no afectar sus actividades.

La parte más engorrosa de la instalación del cableado estructurado es la canalización. Antes de empezar a fijar la canalización, se revisaba la trayectoria, buscando no dañar muros, vidrios, muebles, etc., en algunos casos debe ser previo consentimiento del responsable del área.

Una vez terminada la instalación se realizaban las pruebas de desempeño de todos los nodos instalados y así corregir las fallas que presentarán. Los resultados de las pruebas de desempeño posteriormente fueron entregados junto con la memoria técnica.

5. Configuración de los switches.

Para configurar los switches es indispensable contar con la memoria técnica, así se sabe que configuración debe ir en cada nodo. En secciones más adelante menciono los parámetros que fueron configurados en los switches, entre las más importantes están la creación de VLAN's y la seguridad por puerto.

En el Anexo 1 se muestra un ejemplo de una configuración de un switch.

6. Migración de usuarios a la nueva red.

La migración es rápida y sencilla cuando se tiene la configuración del switch preparada, aún así fue necesario realizar un calendario de migración, previendo cualquier eventualidad. El tiempo de afectación fue mínimo, solo lo que se tomó en conectar la máquina al nuevo nodo de red y cambiarle la dirección IP.

4.1.1 Cableado estructurado

Una de las primeras decisiones a tomar es definir la ubicación de los closet de telecomunicaciones, considerando que la topología física para una LAN es en estrella y la distancia del cableado horizontal no debe superar los 90 m.

Todos los edificios, excepto el A tenían un cuarto de telecomunicaciones por piso, así que se habilitó un espacio en la planta alta, justo encima del cuarto de telecomunicaciones de la planta baja. En el edificio D se manejó un esquema semejante, en cada piso sobre la misma vertical se ubicaron los CT.

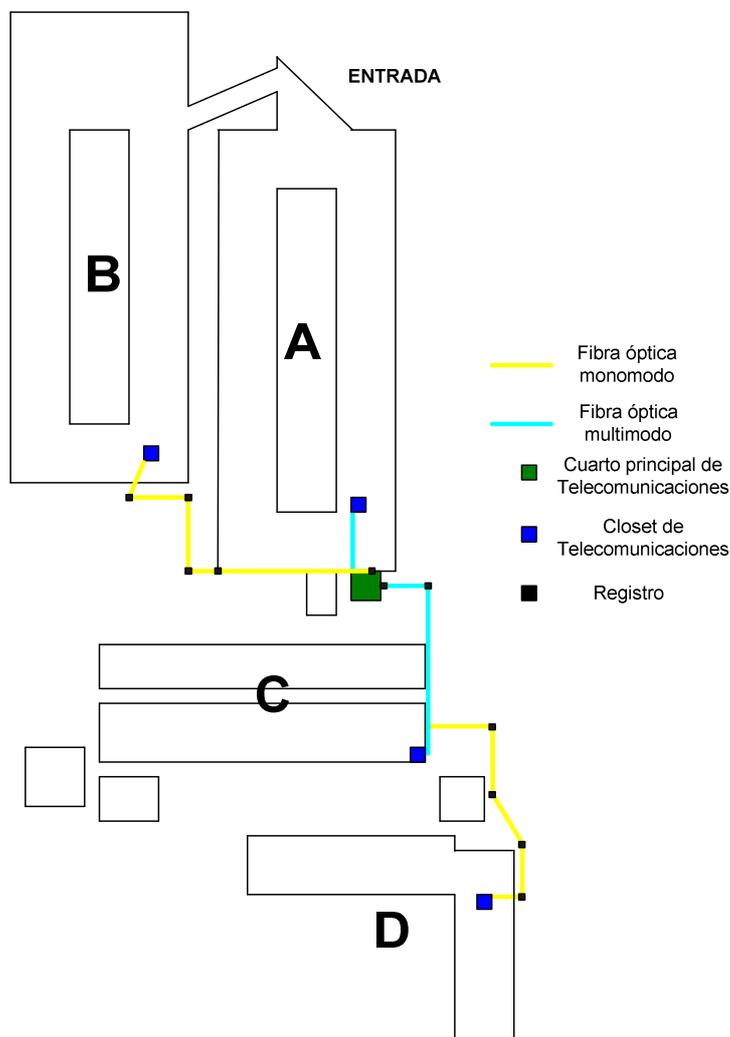


Figura 23. Closets de telecomunicaciones.

La interconexión entre el cuarto principal y los closets de planta baja es por medio de fibra óptica con enlaces a 1Gbps. De la planta alta a la planta baja es por medio de un enlace de fibra óptica multimodo a 1Gbps.

Tabla 6. Tipo de fibra óptica por edificio.

Edificio	Tipo	Diámetro
A	Multimodo	52 μm
B	Monomodo	9 μm
C	Multimodo	52 μm
D	Monomodo	9 μm

La canalización entre el CT y el área de trabajo, se utilizó cablofil, tubería y canaleta. El cable instalado es CAT 6 marca Siemon, en los edificios A, B y C, en el edificio D es CAT 6A marca Belden. Muestro algunas fotos del cableado y canalizaciones.



Foto 7. Canalizaciones nuevas

El edificio C está compuesto por dos cuerpos, separados por un jardín, para hacer llegar el cableado de un cuerpo a otro fue necesario meter cable y canalización especial, ya que buena parte de la trayectoria es a la intemperie.



Foto 8. Canalización edificio C.

El cable UTP es para exteriores, tiene cubierta de gel que los protege de la humedad y la cubierta es más rígida que la de un UTP normal.

Al momento de empezar a planear la instalación de un nuevo sistema de cableado estructurado hay que considerar el crecimiento a futuro, lo ideal es que este cubra las necesidades de los usuarios durante la vida útil del edificio. Por ejemplo, en el edificio A y B, fue necesario dejar muy holgada la canalización, puesto que en el proyecto solo se consideró actualizar el cableado de datos. Asimismo, al definir el número de nodos de red por área se contabilizó el crecimiento que pudiera tener.

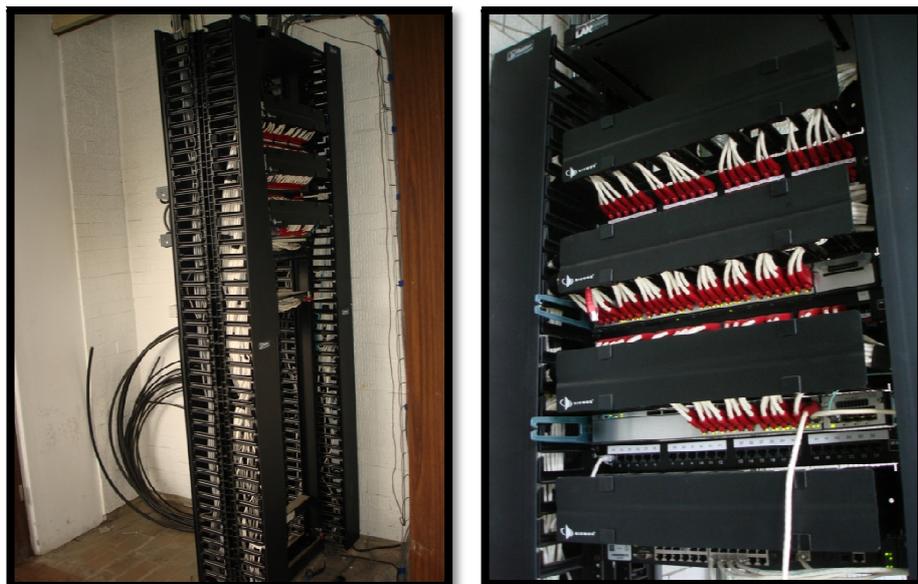
Tabla 7. Nodos de voz y datos por edificio.

Edificio	Datos	Voz
A	129	-
B	250	-
C	37	17
D	84	44

Para asegurar el funcionamiento de los nodos de red, se les corrió pruebas de desempeño, los resultados fueron integrados a una memoria técnica, en la que además se incluye, descripción del proyecto, planos con las trayectorias de la canalización, ubicación de los nodos, y una relación de nodos con puertos del switch.

El cableado estructurado ayudó a mejorar la administración, al estar todo etiquetado, facilitó la configuración de los switches y la migración de los usuarios.

A continuación se muestran fotos de los CT ya organizados.



Fotos 9. Edificio A



Fotos 10. Edificio B



Foto 11. Edificio C



Fotos 12. Edificio D

En el Anexo 3 muestro los planos de uno de los edificios, donde se ve las canalizaciones y el sembrado de nodos.

4.1.2 Equipo de interconexión

Como equipo activo se utilizaron switches de capa 2 de 24 y 48 puertos 10/100/1000BaseT, conectados en stack. Por cada stack se instaló un módulo de puertos en fibra, con SFP (Small Form-Factor Pluggable) 1000BaseLX ó SX.

Tabla 8. Equipo de interconexión nuevo.

Edificio	Planta	Equipo
Cuarto principal		1 Switch capa 3 con 24 puertos en SFP y dos puertos en 10GB 1 UTM con 4 puertos en SFP y 4 puertos 10/100/1000BaseT
A	Baja	1 Switch de 24 puertos 10/100/1000BaseT con dos puertos 1000BaseSX 1 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT
	Alta	1 Switch de 24 puertos 10/100/1000BaseT con un puerto 1000BaseSX 1 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT
B	Baja	1 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT con un puerto 1000BaseLX y uno 1000BaseSX 2 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT
	Alta	1 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT con un puerto 1000BaseSX 2 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT
C		1 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT con un puerto 1000BaseSX
D	Baja	1 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT con un puerto 1000BaseLX y uno 1000BaseSX
	Alta	1 Switch de 48 puertos 10/100/1000BaseT con un SFP 1000BaseSX

4.1.3 Topología Física y Lógica

Al diseñar una red LAN la mejor topología física es la de estrella extendida, así también de manera lógica el considerar un modelo jerárquico, nos ayudará a que la red sea más entendible, por tanto más administrable, fácil de crecer y dar mantenimiento.

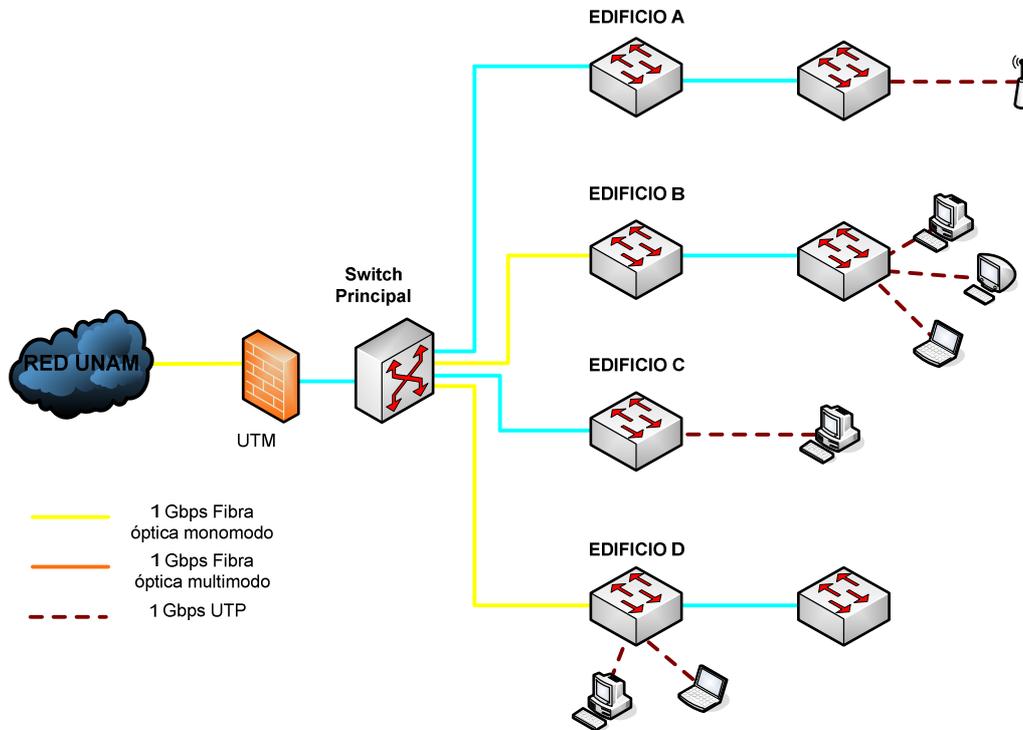


Figura 24. Topología física de la red.

Las funciones de la capa de core y distribución las hace el switch principal, mientras que las de acceso los switches en cada uno de los CT.

Ahora bien, para segmentar el tráfico de red, se crearon VLAN's por departamento y a cada VLAN se le asignó un direccionamiento privado.

Tabla 9. VLAN's y direccionamiento.

VLAN ID	VLAN	Direccionamiento
10	Administrativos	10.0.10.0/24
11	Orgánica	10.0.11.0/24
12	Inorgánica	10.0.12.0/24
13	Productos Naturales	10.0.13.0/24
14	Biomacromoléculas	10.0.14.0/24
15	Fisicoquímica	10.0.15.0/24
16	Laboratorios	10.0.16.0/24
17	Cómputo	10.0.17.0/24
101	RIU	192.168.101.0/24
100	Segmento Público	192.168.100.0/24

Las VLAN's configuradas agregaron más seguridad a la red, segmentando el dominio de broadcast.

4.1.4 Seguridad en la red.

Los nuevos switches tienen varias funcionalidades que permiten proteger la red a nivel de acceso. Para ello es necesario configurar lo siguiente:

- IP de administración a cada stack de switches.
- Usuario y contraseña para acceder por consola y de manera remota a los switches.
- Contraseña de super usuario.
- Acceso remoto solo a través de ssh y únicamente para el segmento de red de cómputo.
- Deshabilitar el acceso por web y otros servicios que no se estén utilizando.
- Deshabilitar los puertos no usados.
- Permitir una dirección MAC por puerto, y bloquear cualquier dispositivo con una dirección MAC que el switch no reconozca.
- VLAN's por puerto.
- Envío de logs a un servidor.

En el Anexo 1 muestro una configuración ejemplo de lo que se configuró en los switches de acceso.

En el switch principal también se pueden configurar ciertos parámetros para mantener el equipo más confiable de ataques o acceso a la red sin autorización.

- IP de administración.
- Usuario y contraseña para acceder por consola y de manera remota.
- Acceso remoto solo a través de ssh y únicamente para el segmento de red de cómputo.
- Deshabilitar los puertos no usados.
- VLAN's por puerto y 802.1q.
- Ruteo por rutas estáticas.
- NAT dinámico para los segmentos privados.
- Listas de acceso.
- Envío de logs a un servidor.

El seguir usando NAT evita que las máquinas sean visibles desde el exterior. En el Anexo 2 muestro una configuración ejemplo del switch principal.

Finalmente, en el perímetro de la red se instaló un UTM, con funcionalidades de firewall, antivirus, filtrado de contenido web, control de aplicaciones, sistema de prevención de intrusos y servidor de VPN.

Dentro de los parámetros configurados en el UTM están:

- Permitir que solo ciertas máquinas sean vistas desde el exterior por ciertos puertos.
- Filtrado de contenido web, no se permite entrar a páginas con contenido violento, sexo explícito, armas, etc.
- Filtrado de aplicaciones, no se permite páginas para chatear, mensajeros instantáneos, programas de descarga como P2P.
- Análisis de archivos adjuntos en correos.
- Filtrado de puertos hacia el exterior, se tienen abiertos los puertos comunes como http, https, snmp, etc.

4.1.5 Monitoreo de la Red

El monitoreo de la red es fundamental para asegurar el funcionamiento de la misma, además de que nos ayuda a optimizarla, ya que no proporciona información del uso de ancho de banda y de otros recursos de la red. Se implementaron dos herramientas: Cacti y Nagios, ambos son software libre.

Cacti ayuda a ver el consumo de ancho de banda por usuario, en caso de algún problema de saturación se puede detectar fácilmente que usuarios está consumiendo el recurso. También monitorea el uso de memoria y cpu de los equipos de interconexión, así se sabe si algo extraño está ocurriendo en la red.



Figura 25. Monitoreo con Cacti.

Nagios por su parte manda alertas cuando hay un comportamiento anómalo en la red, por ejemplo: la caída de un switch o un puerto, aumento en el número de sesiones en el firewall, alto consumo de ancho de banda en un puerto, porcentaje de utilización de un disco duro, etc. De forma automática llegan las alertas al correo, o a la PC, dando tiempo de revisar cual es el origen del problema antes de que el servicio se caiga.

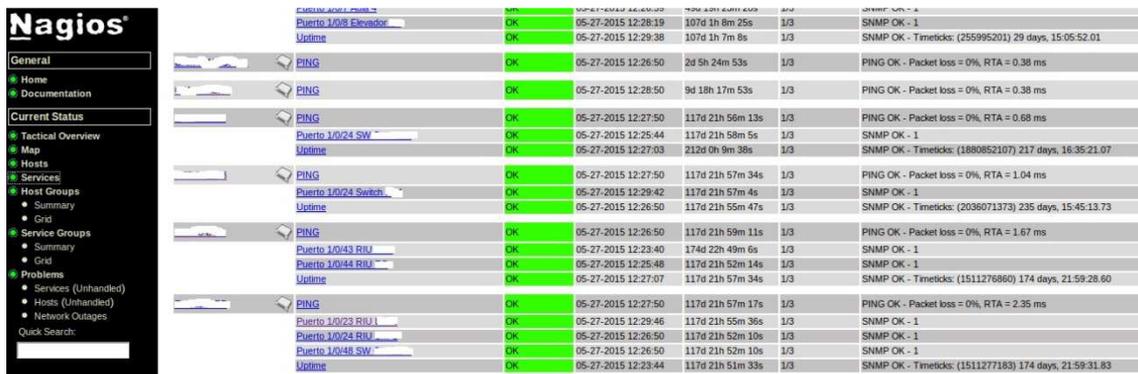


Figura 26. Monitoreo con Nagios.

4.1.6 Construcción del Edificio D

El edificio D surgió como un proyecto de aulas y cubículos para el instituto. El proyecto contemplaba la instalación de 129 servicios de voz y datos, con cable UTP categoría 6A y equipo activo a 1Gbps.

La red interna del instituto estaba a 100Mbps, al igual que la conexión a RedUNAM, y los equipos de red no soportaban conexiones a 1Gbps. Para no acrecentar los problemas de la red, se busco el recurso para que dentro del proyecto se contemplará la compra de un nuevo switch principal y un equipo de seguridad.

La compra de los equipos y cableado estructurado se adquirió mediante un proceso licitatorio, en donde previamente junto con la Dirección General de Obras y Conservación (DGOyC), se elaboró unas bases técnicas con los requerimientos del instituto. El proyecto de voy datos para el edificio D tuvo un costo aproximado de \$3,500,000.00.

Conclusiones

La red de datos del Instituto de Química es más robusta y segura, esto se ha visto reflejado en el número de incidentes de seguridad, los cuales se han reducido considerablemente.

Al estar documentada la red, es mucho más sencilla la administración. Un cambio de ubicación o conectar un nuevo usuario se lleva unos minutos, en caso de una conexión no autorizada el switch niega el servicio.

La comunicación interna es mucho más rápida, esto ha permitido implementar muchos servicios que dependen de la red, como son la reservación de aulas, entrega del informe anual, entrega de resultados del laboratorio de espectrometría de masas, cámaras de videovigilancia IP, el número de videoconferencias se ha incrementado, se han instalado más puntos de acceso de la RIU.

El switch principal está preparado para recibir enlaces de hasta 10 GB, pero también tienen la capacidad de recibir más enlaces, como el recientemente construido Laboratorio de Espectrometría de Masas, el cual se conectó a la red por medio de un enlace en fibra óptica y próximamente el Laboratorio Nacional de Resonancia Magnética Nuclear.

Lecciones aprendidas

Durante el desarrollo del proyecto, se presentaron diversas situaciones de las que pude aprender, las que más me dejaron huella son:

Trato hacia los proveedores.

- Aún cuando yo ya había tenido trato con proveedores, esta vez fue diferente. Por un lado se les debe de tratar con mano firme y por otro se debe de ser cordial, y nunca mezclar temas personales, que pueden afectar las relaciones laborales. La parte más difícil es negociar los precios, por un producto que satisfaga las necesidades y con la calidad requerida. Otra parte importante es conservar la relación cliente-proveedor, aún cuando no se haya concretado alguna compra, esto pasa mucho cuando es complicado conseguir recursos económicos para un proyecto.
- Para hacer cotizaciones es bueno cotizar con más de un proveedor, hacer los recorridos juntos, así todos reciben la misma información y cotizan sobre lo mismo, facilitando la comparación de las cotizaciones.
- Manejar un calendario de actividades, ayuda a llevar un control del avance del proyecto y manejar los retrasos.
- Realizar una bitácora diaria junto con el proveedor, en donde se anoten todos los avances, pendientes y fechas de entrega.

Trato al usuario final.

- Al momento de hacer el levantamiento de nodos de red en las áreas de trabajo es importante que el encargado del área este presente, él es el más adecuado para definir las necesidades presentes y futuras, pero también es importante que quede documentado. Para evitar cualquier mal entendido se firmó sobre plano la ubicación de los servicios.
- Dentro del instituto la Unidad de Cómputo es un prestador de servicio interno, en este caso los clientes son los investigadores, estudiantes, técnicos y administrativos; la mayoría no tiene claro que hay atrás de una conexión a internet. Como proveedores de servicio es importante darle a conocer el usuario las desventajas de continuar con una infraestructura vieja, de esta forma se evita la resistencia al cambio.

Bibliografía

Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del primer año CCNA 1 y 2, 3era. Edición, CISCO Press, 2004.

Lewis Wayne, LAN inalámbrica y conmutada. Guía de estudio de CNNA Exploration. CISCO Press, 2009.

Ernesto Ariganello, Redes Cisco: Guía de estudio para la certificación CCNA 640-802 (Spanish Edition)

Allan Johnson, CCNA routing and switching practice and study guide: Exercises, activities, and scenarios to prepare for the ICND2 (200-101) certification exam, CISCO Press, 2014.

Fraguas Santiago, Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del segundo año, 2a. Edición, CISCO Press, 2003.

Andrew S. Tanenbaum and David J. Wetherall, Computer Networks, Prentice Hall, 5th edition, 2010.

Bruce Hallberg, Fundamentos de redes, 4ta. edición McGraw-Hill, 2007.

Wendell Odom, CISCO Official Cert Guide CCENT/CCNA ICND1 100-101, Pearson Education Inc, 2013.

Edward Tetz, Cisco Networking All-in-One For Dummies, John Wiley and Sons, 2011.

Uyless D. Black, IP Routing Protocols: RIP, OSPF, BGP, PNNI and Cisco Routing Protocols, Prentice-Hall, 2000.

Páginas web consultadas

<http://fundamentosderedes.jimdo.com/3-nivel-f%C3%ADsico/medios-de-transmisi%C3%B3n-guiados/>

http://es.wikipedia.org/wiki/Modelo_OSI

<http://ldc.usb.ve/~rgonzalez/Cursos/ci5832/CableadoEstructurado.pdf>

<http://unitel-tc.com/normas-sobre-cableado-estructurado/>

http://www.cs.buap.mx/~iolmos/redes/8_Cableado_Estructurado.pdf

<http://es.slideshare.net/luisgarcia0517/cableado-estructurado-6399720>

ANEXO 1

Ejemplo de configuración de un switch de acceso

Por razones de seguridad no plasmó la configuración de un switch del instituto, usando el simulador packet tracer se configurará un switch con los mismos parámetros utilizados en la red del instituto.

Building configuration...

Current configuration : 19512 bytes

```
!  
! Last configuration change at 17:59:50 UTC Fri Jun 22 2012 by miguel  
! NVRAM config last updated at 18:02:34 UTC Fri Jun 29 2012 by miguel  
!  
service timestamps debug datetime msec  
service timestamps log datetime msec  
service password-encryption  
!  
hostname EdificioA  
!  
boot-start-marker  
boot-end-marker  
!  
enable password 7 035176055517001558585A0C4B11  
!  
username miguel password 7 0211234931033A786C4259  
!  
!  
no aaa new-model  
clock timezone UTC -6  
!  
ip subnet-zero  
!  
!  
ip name-server 8.8.8.8  
!  
!  
spanning-tree mode pvst  
spanning-tree etherchannel guard misconfig  
spanning-tree extend system-id  
!  
!  
!  
!  
vlan internal allocation policy ascending  
!  
!
```

```
!  
interface FastEthernet0  
no ip address  
!  
interface GigabitEthernet1/0/1  
description D49  
switchport access vlan 11  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet1/0/2  
description D50  
switchport access vlan 11  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet1/0/3  
description D51-  
switchport access vlan 11  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet1/0/4  
description D52  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet1/0/5  
description D53  
switchport access vlan 10  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet1/0/6  
description D54  
shutdown  
!  
interface GigabitEthernet1/0/7
```

```
description D55
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/8
description D56
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet1/0/9
description D57
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/10
description D58
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet1/0/11
description D59
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet1/0/12
description D60
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet1/0/13
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/14
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/15
shutdown
!
```

```
interface GigabitEthernet1/0/16
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/17
switchport access vlan 13
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/18
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/19
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/20
description D68
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/21
description D69
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/22
description D70
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/23
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/0/24
shutdown
!
interface GigabitEthernet1/1/1
description To switch principal
switchport trunk encapsulation dot1q
switchport mode trunk
!
interface GigabitEthernet1/1/2
!
interface GigabitEthernet1/1/3
!
interface GigabitEthernet1/1/4
!
interface TenGigabitEthernet1/1/1
!
interface TenGigabitEthernet1/1/2
!
interface GigabitEthernet2/0/1
description D1
switchport access vlan 13
```

```
switchport mode access
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/2
description D2
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/3
description D3
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/4
description D4
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/5
description D5
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/6
description D6
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/7
description D7
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/8
description D8
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
```

```
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!  
interface GigabitEthernet2/0/9  
description D9  
switchport access vlan 13  
switchport mode access  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet2/0/10  
description D10  
switchport access vlan 13  
switchport mode access  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
!  
interface GigabitEthernet2/0/11  
description D11  
switchport access vlan 13  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet2/0/12  
description D12  
switchport access vlan 13  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet2/0/13  
description D25  
switchport access vlan 11  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet2/0/14  
description D26  
switchport access vlan 13  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!
```

```
interface GigabitEthernet2/0/15
description D27
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/16
description D28
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/17
description D29
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/18
description D30
switchport access vlan 91
!
interface GigabitEthernet2/0/19
description D31
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/20
description D32
switchport access vlan 16
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/21
switchport access vlan 13
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/22
description D34
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/23
description D35
switchport access vlan 16
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
```

```
interface GigabitEthernet2/0/24
description D36
switchport access vlan 16
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/25
description D13
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/26
description D14
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/27
description D15
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/28
description D16
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/29
description D17
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
```

```
interface GigabitEthernet2/0/30
description D18
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/31
description D19
switchport access vlan 13
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/32
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/33
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/34
description D22
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/35
description D23
switchport access vlan 10
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/36
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/37
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/38
description D38
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
```

```
interface GigabitEthernet2/0/39
description D39
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/40
description D40
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/41
description D41
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/42
description D42
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/43
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/44
shutdown
!
interface GigabitEthernet2/0/45
description D45
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
!
interface GigabitEthernet2/0/46
description D46
switchport access vlan 11
switchport mode access
switchport port-security
switchport port-security violation restrict
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access
```

```
!  
interface GigabitEthernet2/0/47  
description D47  
switchport access vlan 11  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet2/0/48  
description D48  
switchport access vlan 11  
switchport mode access  
switchport port-security  
switchport port-security violation restrict  
switchport port-security mac-address aaaa.aaaa.aaaa vlan access  
!  
interface GigabitEthernet2/1/1  
!  
interface GigabitEthernet2/1/2  
!  
interface GigabitEthernet2/1/3  
!  
interface GigabitEthernet2/1/4  
!  
interface TenGigabitEthernet2/1/1  
!  
interface TenGigabitEthernet2/1/2  
!  
interface Vlan1  
shutdown  
!  
interface Vlan105  
ip address 10.0.200.253 255.255.255.252  
!  
ip default-gateway 10.0.200.254  
ip classless  
ip http server  
ip http secure-server  
!  
ip sla enable reaction-alerts  
kron occurrence RESPALDO at 18:30 20 recurring  
policy-list RESPALDO  
!  
kron policy-list RESPALDO  
cli show run | redirect tftp://10.0.17.9/edificioA.cfg  
!  
logging history size 200  
logging trap debugging
```

```
logging facility local1
logging 192.168.100.15
access-list 10 permit 10.0.17.0 0.0.0.255
access-list 10 permit 192.168.100.15
access-list 10 deny any
access-list 40 permit 192.168.100.15
access-list 40 deny any
snmp-server community casita2 RO 40
snmp-server enable traps syslog
snmp-server host 192.168.100.15 casita2
!
line con 0
 login local
line vty 0 4
 access-class 10 in
 login local
 transport input ssh
line vty 5 15
 access-class 10 in
 login local
 transport input ssh
!
ntp logging
ntp clock-period 36027117
ntp server 192.168.100.24
end
```

ANEXO 2.

Ejemplo de configuración de un switch de core

Usando el simulador packet tracer se configuró un switch de core con los mismos parámetros utilizados en la red del instituto.

Building configuration...

Current configuration

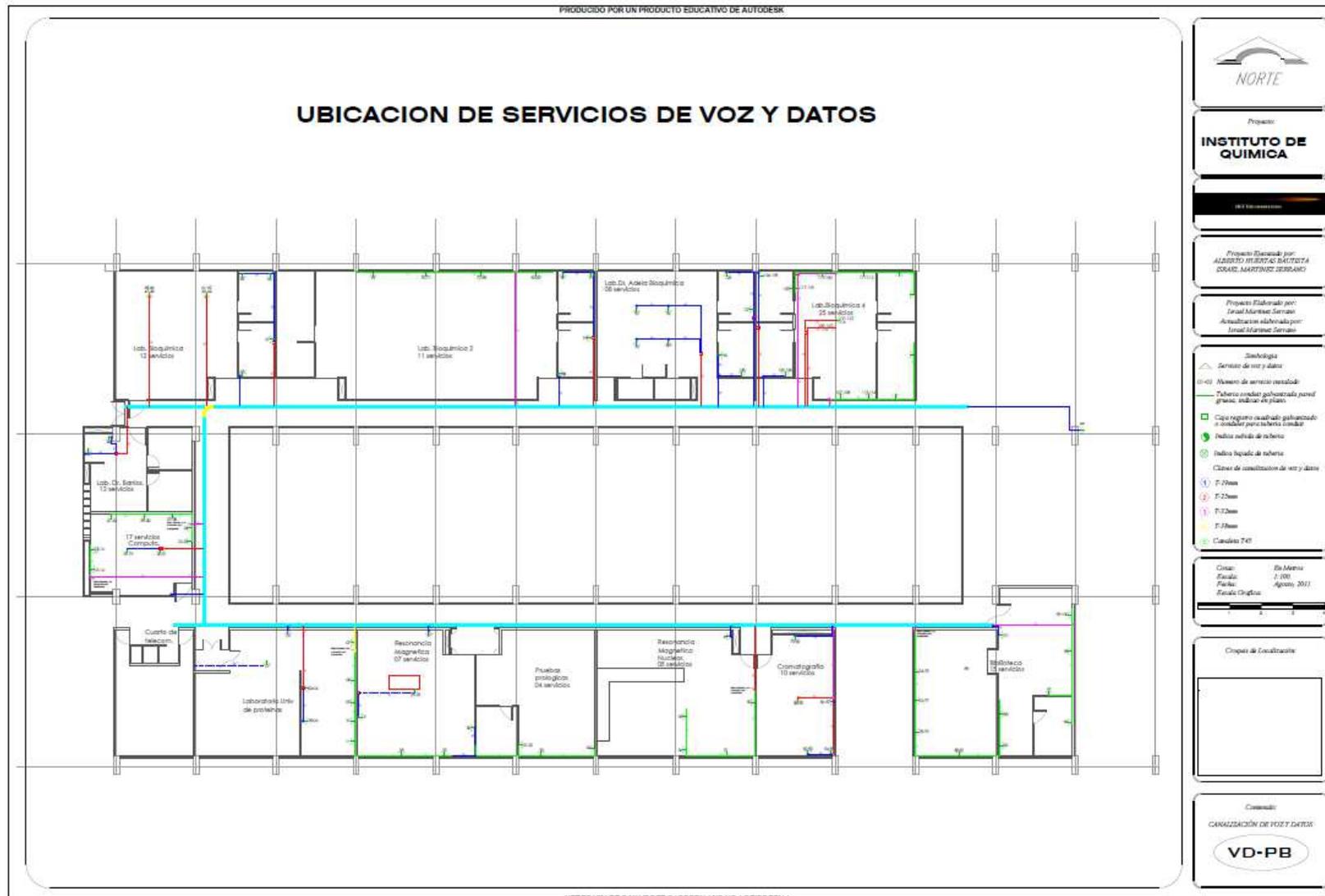
```
!  
! Last configuration change at 18:11:16 UTC Fri Jul 31 2012 by miguel  
! NVRAM config last updated at 17:57:52 UTC Fri Jul 31 2012 by miguel  
!  
service timestamps debug datetime msec localtime  
service timestamps log datetime msec localtime  
service password-encryption  
!  
hostname SwitchCore  
!  
!  
logging userinfo  
enable password 7 01006D4123361B5A35057C1C357F1A  
!  
username miguel password 7 025B11421F1A585C01454706682A  
clock timezone UTC -6  
!  
!  
ip domain-name iquimica.unam.mx  
ip name-server 8.8.8.8  
!  
!  
!  
interface GigabitEthernet1/1  
description UNAM  
switchport  
switchport access vlan 2  
!  
interface GigabitEthernet1/2  
description Edificio A  
switchport  
switchport trunk allowed vlan 15-17,101,100  
switchport mode trunk  
!  
interface GigabitEthernet1/3  
description Edificio B  
switchport
```

```
switchport trunk allowed vlan 10,12,14,101
switchport mode trunk
!
interface TenGigabitEthernet1/4
description Edificio C
switchport
switchport trunk allowed vlan 12,13,101
switchport mode trunk
!
interface TenGigabitEthernet1/5
description Edificio D
switchport
switchport trunk allowed vlan 10,11,14,101
switchport mode trunk
!
interface Vlan1
no ip address
!
interface Vlan2
description RedUNAM
ip address 192.168.102.253 255.255.255.252
ip nat outside
!
interface Vlan10
description ADMINISTRATIVOS
ip address 10.0.10.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Vlan11
description ORGANICA
ip address 10.0.11.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Vlan12
description INORGANICA
ip address 10.0.12.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Vlan13
description PRODUCTOS NATURALES
ip address 10.0.13.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Vlan14
description BIOMACROMOLECULAS
ip address 10.0.14.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
```

```
interface Vlan15
description FISICOQUIMICA
ip address 10.0.15.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Vlan16
description LABORATORIOS
ip address 10.0.16.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Vlan17
description COMPUTO
ip address 10.0.17.254 255.255.255.0
ip nat inside
!
interface Vlan100
description PUBLICO
ip address 192.168.100.254 255.255.255.0
!
interface Vlan101
description RIU
ip address 192.168.101.254 255.255.255.0
!
interface Vlan105
description Edificio_A
ip address 10.0.200.254 255.255.255.252
!
interface Vlan106
description Edificio_B
ip address 10.0.201.254 255.255.255.252
!
interface Vlan107
description Edificio_C
ip address 10.0.202.254 255.255.255.252
!
interface Vlan108
description Edificio_D
ip address 10.0.203.254 255.255.255.252
!
ip nat pool ADMINISTRATIVOS 192.168.100.3 192.168.100.3 netmask 255.255.255.0
ip nat pool LAB-INV 192.168.100.4 192.168.100.4 netmask 255.255.255.0
ip nat pool COMPUTO 192.168.100.5 192.168.100.5 netmask 255.255.255.0
ip nat inside source list 11 pool ADMINISTRATIVOS overload
ip nat inside source list 12 pool LAB-INV overload
ip nat inside source list 13 pool COMPUTO overload
!
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 132.247.164.134
!
```

```
kron occurrence RESPALDO at 18:31 20 recurring
policy-list RESPALDO
!
logging history size 50
logging trap debugging
logging facility local1
logging 192.168.100.15
access-list 10 permit 10.0.17.0 0.0.0.255
access-list 10 permit 192.168.100.15
access-list 10 deny any
access-list 11 permit 10.0.10.0 0.0.0.255
access-list 11 deny any
access-list 12 permit 10.0.11.0 0.0.0.255
access-list 12 permit 10.0.12.0 0.0.0.255
access-list 12 permit 10.0.13.0 0.0.0.255
access-list 12 permit 10.0.14.0 0.0.0.255
access-list 12 permit 10.0.15.0 0.0.0.255
access-list 12 permit 10.0.16.0 0.0.0.255
access-list 12 deny any
access-list 13 permit 10.0.17.0 0.0.0.255
access-list 13 deny any
access-list 40 permit 192.168.100.15
access-list 40 deny any
!
snmp-server community casita2 RO 40
snmp-server enable traps syslog
snmp-server host 192.168.100.15 casita2
!
!
control-plane
!
!
!
line con 0
login local
line vty 0 4
access-class 10 in
login local
transport input ssh
line vty 5 15
access-class 10 in
login local
transport input ssh
!
ntp logging
ntp clock-period 36027117
ntp server 192.168.100.24
end
```

ANEXO 3. Planos del edificio B



ANEXO 4. Cotización ejemplo

Dentro de una cotización se desglosa el material a utilizar, marca, modelo, cantidad, así como el costo. Para la adquisición de los bienes, el instituto requirió separar el costo del material y mano de obra.

SCE 54 NODOS SIEMON CAT 6 PARA EDIFICIO C

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

lunes, de octubre de

Ciudad Universitaria

ATENCION:

Tel:

email:

NW_ERGR_J Quimico_3CE 54 nodos cat6 Edificio C_200813_PROPOSTA_V3

PARTIDA	DESCRIPCION	No. DE PARTE	MARCA	CANTIDAD	COSTOS MATERIALES MN		COSTOS MANO DE OBRA MN	
					COSTO UNITARIO	COSTO ESTIMADO	COSTO UNITARIO	COSTO ESTIMADO
CABLEADO HORIZONTAL								
1	SUMINISTRO E INMERSIÓN DE CABLE UTP 4PARES CATEGORÍA 6	9C8X4E8	SIEMON	1,800.00				
2	SUMINISTRO E INMERSIÓN DE CABLE UTP 4PARES CATEGORÍA 6 PARA EXTERIORES			750.00				
3	SUMINISTRO E INSTALACIÓN Y CONDICIÓN DE PANEL DE PARCHEO 48 PPTOS CAT 6, CON ICONO DE IDENTIFICACIÓN (AZUL VOZ, ROJO-DATOS)	HD6-48	SIEMON	1.00				
4	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE JACK MAX ANG 110 CAT 6 BLANCO GPTA, CON ICONO DE IDENTIFICACIÓN (AZUL-VOZ, ROJO-DATOS)	MX8-02B	SIEMON	54.00				
6	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PLACA MAX DUPLEX O CUADRUPLIX BLANCA BULK	MX-FP-S-0204-02B	SIEMON	54.00				
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ORGANIZADOR SENCILLO HORIZONTAL 19" NEGRO	HWM-2	SIEMON	5.00				
7	ORGANIZADOR HORIZONTAL 2UR NEGRO	AX100795	Belzer	2.00				
8	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BARRA DE CONTACTOS HORIZONTAL PARA MONTAJE EN 19", 23" Ó 29", 8 SALIDAS NEMA 5-15P, PLUG NEMA 5-15R, 125V, 15A, CON SUPRESOR DE PICOS	12805-703	GR	3.00				
9	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BUS BAR O BARRA DE TIERRAS TMSB PARA EL BUS DE TELECOMUNICACIONES (TMSB) CON 12 BARRENO DE 1/4" Y ESPACIO DE 5/8" O 8 DE 3/8" Y ESPACIO 1" (MEDIDAS BARRA 1/4" X 4" X 12") INCLUYE CONEXIÓN A MTGS. EL ELECTRODO DE TIERRA NO ESTA CONSIDERADO EN ESTA PARTIDA	QB482812TP-1	PANDUIT	1.00				
10	INSTALACIÓN DE CORDON DE CORDON PARCHEO 7FT CAT 6 BLANCO GBOTA ROJA, EN CT	MC6-8T-07-803B	SIEMON	54.00				
11	INSTALACIÓN DE CORDON DE CORDON PARCHEO 10 FT CAT 6 BLANCO GBOTA AZUL, EN CT	MC6-10T-07-853B	SIEMON	54.00				
12	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CINTA VELCRO PARA EL ACOMODO Y AGRUPACIÓN DE CABLEADO EN MAZOS DE 12 CABLES	V34-ATM	VELCRO	1.00				
13	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ETIQUETA EN ÁREA DE TRABAJO Y PANEL DE PARCHEO	EAT-PP	DYMO	1.00				
14	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ETIQUETAS EN LAS PUNTAS DEL CABLEADO	EPC-CTWA	PANDUIT	108.00				
15	PRUEBA DE CABLEADO CON DESEMPEÑO PARA CATEGORÍA 6	NM-FDTXC-08	NETTOWAR	54.00				
					MATERIALES SCE		MANO DE OBRA SCE	
CANALIZACIÓN DEL SISTEMA								
16	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA CONDUIT PARED GRISEA DE 19MM INCLUYE: SOPORTERÍA, ACCESORIOS DE FIJACIÓN, ACOPLAMIENTO Y CAMBIOS DE TRAYECTORIA.	TPG-19MM	OMEGA	170.00				
17	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA CONDUIT PARED GRISEA DE 25MM INCLUYE: SOPORTERÍA, ACCESORIOS DE FIJACIÓN, ACOPLAMIENTO Y CAMBIOS DE TRAYECTORIA.	TPG-25MM	OMEGA	180.00				
18	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TUBERÍA CONDUIT PARED GRISEA DE 51MM INCLUYE: SOPORTERÍA, ACCESORIOS DE FIJACIÓN, ACOPLAMIENTO Y CAMBIOS DE TRAYECTORIA.	TPG-51MM	OMEGA	42.00				
19	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CAJA FS TERMINAL DE 19MM	CFS-19MM	ANCLIO	47.00				
20	GABINETE DE 38X38X19MM	AE1380	RITTAL	2.00				
21	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE BANDEJA TIPO MALLA DE 100MM INCLUYE: SOPORTERÍA, ACCESORIOS DE FIJACIÓN, ACOPLAMIENTO Y CAMBIOS DE TRAYECTORIA.		CHAROFIL	48.00				
					MIT CANALIZACIÓN		NO CANALIZACIÓN	
EQUIPO DE COMUNICACIONES								
22	Aruba AP-105 Wireless Access Point, 802.11abgn, 2x2, dual radio, integrated antennas	AP-105	ARUBA	3			\$	\$

SCE 54 NODOS SIEMON CAT 6 PARA EDIFICIO C

CLIENTE: UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Ciudad Universitaria

lunes, de octubre de

ATENCION:
Tel:
email

NW_ERGR_J Guimilia_3CE 54 nodos cat6 Edificio C_200910_PROPUESTA_V8

PARTIDA	DESCRIPCION	No. DE PARTE	MARCA	CANTIDAD	COSTOS MATERIALES MN		COSTOS MANO DE OBRA MN	
					COSTO UNITARIO	COSTO ESTIMADO	COSTO UNITARIO	COSTO ESTIMADO
23	1 Port 802.3af PoE Midspan 10/100/1000 15.4W	PD-3501G-4C	ARUBA	4			\$	\$
24	Aruba 105 Series Access Point Flat Surface Mounting Kit	AP-105MNT	ARUBA	3			\$	\$
25	NBD SUPPORT FOR AP-105 (1 YEAR)	SN1-AP-135	ARUBA	3			\$	\$
26	NEXT-DAY SUPPORT FOR PD-3501G-4C (1 YR)	SN1-PD-3501G-4C	ARUBA	3			\$	\$
27	SUMINISTRO DE SWITCH CAPA 2 DE 48 PUERTOS 10/100/1000 BASE T. Catalyst 3750X 48 Port Data LAN Base, INCLUDE AC Power Cord for Catalyst 3K-X (North America) Y CAT 3750X 10S UNIVERSAL WITH WEB BASE.	WS-C3750X-48T-L	CISCO	1			\$	\$
28	DE SFP, LC connector SX transceiver	GLC-SX-MM	CISCO	2				
29	Catalyst 3K-X 1G Network Module option PID	CRKX-MM-1G	CISCO	1				
28	SUMINISTRO DE SOPORTE ANUAL PARA SWITCH CAPA 2 DE 48 PUERTOS 10/100/1000 BASE T. SMARTNET 8X5XNBD Catalyst 3750X 48 Port Data LAN Base	CON-SNT-3750X4TL	CISCO	1			\$	\$
ENLACE DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO					MATERIALES EQUIPO		MANO DE OBRA EQUIPO	
29	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE FIBRA MULTIMODO 50/125 PARA 10G DE 8 HILOS	012BU4-T418020	CORNING	85.00				
30	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE CONECTOR DE FIBRA ÓPTICA ANERÓBICO LC MM CON FÉRULA CERÁMICA.	95-251-98-SP	CORNING	12.00				
31	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE JUMPER DE FIBRA ÓPTICA MULTIMODO 50/125 10G LC-LC DE 2M	NW-OM3-LC-LC-20AQ	NW	2.00				
32	Distribuidor óptico de 1 UR, capacidad para alojar 2 pares de conectores (12 x 48 fibres), metálico, chasis deslizable, incluye paneles ciegos y brackets para rack de 19" x 23"	ODH-01U	CORNING	1.00				
33	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE PANEL PRECARGADO CON 6 ACOPLADORES DUPLEX LC MULTIMODO.	ODH-CP12-E4	CORNING	2.00				
34	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE FAN OUT KIT PARA CUBRIR 8 HILOS DE FIBRA DE 250mm	FAN-8T25-8	CORNING	2.00				
36	PRUEBA DE ATENUACIÓN Y LONGITUD EN METODO DE PRUEBA B BIDIRECCIONAL, PARA FIBRA ÓPTICA MM DE 50/125 EN SUS DOS VENTANAS DE OPERACIÓN.	NW-PWFO-2MS	FLURE	8.00				
					MATERIALES FIBRA		MANO DE OBRA FIBRA	

Seeing the other side of the business

Atentamente:

Móvil:
email

Costo SCE Material y Mano de Obra	
Costo Canalización Material y Mano de Obra	
Costo Equipo Material y Mano de Obra	
Costo Fibra Material y Mano de Obra	
Sub Total del Sistema	
IVA 18%	
GRAM TOTAL	MN