



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ARAGÓN

**PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA RED
DE UNA EMPRESA ABARROTERA EN
MÉXICO.**

**TRABAJO DE TITULACIÓN
EN LA MODALIDAD DESARROLLO
DE CASO PRÁCTICO**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO EN COMPUTACIÓN
P R E S E N T A:
JESÚS HIRAM GARCÍA VELÁZQUEZ



FES Aragón

MÉXICO

ASESOR:
ING. JOSÉ MANUEL QUINTERO CERVANTES

2009



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

DEDICATORIAS

A Dios:

Por ser el creador, el principio, el fin y la razón de mi existencia.

A mis padres Jesús y Magdalena:

Por darme la vida, lo mejor de ustedes y por ser mis maestros. Los amo.

A mis hermanos Enrique y Gabriel:

Por ser mis más grandes amigos y compañeros de aprendizaje. Porque cuento y cuentan conmigo siempre.

A mis abuelos, Tere, Antonio y Emelia:

Porque esto es parte de su gran legado y esfuerzo. Dios los bendiga.

A mis Tíos y primos:

Por estar juntos en el camino. Por darme su apoyo y consejo. Por ser parte de mi familia.

A mis amigos:

Por su amistad en los buenos y malos momentos. Por las experiencias que nunca olvidaremos. Por todo su apoyo.

A mis maestros:

Por su guía, por compartir su conocimiento, por despertar el ingenio y la curiosidad en temas como éste.

Jesús Hiram García Velázquez

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	VI
RESUMEN	VII
1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 Modelo OSI.....	1
1.1.1 Descripción.....	1
1.1.2 Función de las capas del modelo.....	2
1.2 Redes de cómputo.....	5
1.2.1 Computadoras.....	5
1.2.2 Hardware de la computadora.....	5
1.2.3 Definición de red de cómputo.....	5
1.2.4 Clasificación de redes de cómputo.....	6
1.3 Conectividad en redes de cómputo.....	7
1.3.1 Cableado estructurado.....	7
1.3.2 Dispositivos de conectividad.....	11
1.4 Redes de área local.....	12
1.4.1 Elementos de una red de área local.....	12
1.4.2 Topologías.....	13
1.4.3 Señalización en LANs.....	14
1.4.4 Medios de transmisión.....	14
1.4.5 Métodos de acceso.....	16
1.4.6 Estándares en LANs.....	16
1.5 TCP/IP (Transmission Control Protocol e Internet Protocol).....	22
1.5.1 Antecedentes.....	22
1.5.2 Arquitectura.....	22
1.5.3 Protocolos de comunicación en TCP/IP.....	23
1.5.4 Enrutamiento.....	25
1.5.5 Asignación de direcciones.....	25
1.6 Otros conceptos importantes.....	28
1.6.1 Ancho de Banda.....	28
1.6.2 Frame Relay.....	29
1.6.3 MPLS (Multiprotocol Label Switching).....	29
1.6.4 H323.....	30
2. SITUACIÓN DE LA EMPRESA	33
2.1 ¿Quién es Abarrotes S?.....	33
2.1.1 Misión y visión.....	33
2.1.2 Breve historia de Abarrotes S.....	33
2.2 Organización de la Empresa.....	34
2.2.1 Organigrama de Abarrotes S.....	34
2.2.2 El Corporativo.....	35
2.3 La solución de comunicaciones de Abarrotes S.....	35
2.3.1 Necesidades de comunicación de Abarrotes S.....	35

2.3.2 Infraestructura WAN	37
2.3.3 Esquemas de infraestructura para las dos líneas de negocio.....	39
2.3.4 Plan de negocio con los socios tecnológicos.....	39
2.3.5 La infraestructura LAN corporativa.....	40
2.4 Planteamiento de la problemática.....	44
3. PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA RED.....	46
3.1 Definición del proyecto de expansión.....	46
3.1.1 Objetivos del proyecto.....	46
3.1.2 Presupuesto.....	47
3.1.3 Beneficios y ventajas que traerá el proyecto.....	47
3.1.4 Organización de los participantes del proyecto.....	48
3.2 Diagramas de implementación del proyecto.....	49
3.3 Recolección de datos.....	50
3.3.1 Descripción del edificio y las oficinas donde se extenderá la red.....	50
3.3.2 Tecnología disponible en la Empresa.....	56
3.3.3 Propuesta de alternativas de interconexión entre el Edificio Corporativo y Torre A.....	57
3.3.4 Recopilación de variables críticas.....	59
3.3.5 Solución seleccionada por el Equipo de TI.....	60
3.3.6 Requerimientos para la remodelación y cableado de las oficinas.....	62
3.4 Selección de proveedores.....	64
3.4.1 Proveedor para la remodelación y cableado de la oficinas.....	64
3.4.2 Proveedor para la interconexión entre el Edificio Corporativo y Torre A.....	65
3.5 Acondicionamiento de las oficinas en Torre A.....	68
3.5.1 Cableado eléctrico.....	68
3.5.2 Cableado de voz y datos.....	69
3.6 Configuración de la telefonía para las oficinas de Torre A.....	73
3.6.1 Configuración del conmutador.....	73
3.7 Configuración del equipo de telecomunicaciones necesario para la interconexión de los edificios.....	77
3.7.1 Pruebas de conectividad entre el Edificio Corporativo y Torre A.....	80
3.8 Rediseño de la propuesta de solución del Equipo de TI y Tecnología Z.....	81
3.9 Resultados.....	83
3.10 Errores y contratiempos.....	84
3.11 Vigencia y Horizonte de los planes.....	85
3.12 Bitácora del proyecto.....	86
CONCLUSIONES.....	VIII
GLOSARIO.....	IX
REFERENCIA.....	XVII

INDICE DE FIGURAS Y TABLAS

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO

Figura 1.1. Diagrama de las capas del Modelo de referencia OSI.....	2
Tabla 1.1. Capas del Modelo OSI.....	2
Figura 1.2. Esquema de cable UTP.....	8
Tabla 1.2. Características de TIA/EIA-568-B.....	9
Tabla 1.3 Asignación de los pines del conector RJ4.....	10
Figura 1.3 Asignación de los pines en el plug RJ45.....	10
Tabla 1.4 Características generales de medios de transmisión guiados.....	15
Tabla 1.5 Espectro electromagnético de frecuencias.....	15
Figura 1.4. Topología Ad-hoc e infraestructura en redes Wireless.....	18
Figura 1.5. Capas de 802.11.....	20
Figura 1.6 Comparación entre el Modelo OSI y el protocolo TCP/IP.....	22
Figura 1.7. Comunicación entre protocolos de comunicación y niveles de servicio.....	23
Tabla 1.6. Bits de red y de host para la clase A.....	26
Tabla 1.7. Bits de red y de host para la clase B.....	26
Tabla 1.8. Bits de red y de host para la clase C.....	26
Tabla 1.9. Segmentos de Direcciones Privadas.....	28

CAPÍTULO 2. SITUACIÓN DE LA EMPRESA

Figura 2.1. Organigrama general de Abarrotes S.....	35
Figura 2.2. Solución de telecomunicaciones de Abarrotes S.....	37
Figura 2.3. Infraestructura LAN Corporativa.....	41
Figura 2.4. Conexión entre Edificio Corporativo y Edificio C.....	45

CAPÍTULO 3. PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA RED

Figura 3.1. Diagrama de flujo de la implementación del proyecto.....	49
Figura 3.2. Diagrama de Gant de la implementación del proyecto.....	50
Figura 3.3. Vista aérea de Torre A.....	50
Figura 3.4. Distancia entre ambos edificios.....	51
Figura 3.5. Vista exterior de Torre A.....	51
Figura 3.6. Plano del primer piso de Torre A.....	52
Figura 3.7. Plano del sexto piso de Torre A.....	53
Figura 3.8. Apariencia general de los contactos de corriente.....	53
Figura 3.9. Apariencia general del área de trabajo del primer piso.....	53
Figura 3.10. Panorama inicial del área de trabajo del sexto piso.....	54
Figura 3.11. Vista de uno de los privados del primer piso hacia el edificio Corporativo.....	54
Figura 3.12. Panorama de las paredes del primer piso.....	54
Figura 3.13. Panorama inicial de las paredes del sexto piso.....	54
Figura 3.14. Aspecto inicial del clóset de telecomunicaciones del primer piso.....	55
Figura 3.15. Vista escalerilla arriba del plafón del clóset de primer piso.....	55
Figura 3.16. Vista arriba de los plafones del clóset de primer piso.....	55
Figura 3.17. Vista arriba de los plafones del clóset de sexto piso.....	55
Figura 3.18. Aspecto inicial del clóset de telecomunicaciones del sexto piso.....	55
Figura 3.19. Alternativa A: Uso de antenas direccionales con Wireless.....	58
Figura 3.20. Enlace de fibra óptica multimodo.....	59
Figura 3.21. Solución para la extensión de la red propuesta por el equipo de TI.....	61
Figura 3.22. Distribución del primer piso de Torre A, diseñada por el equipo administrativo.....	62
Figura 3.23. Distribución del sexto piso de Torre A, diseñada por el equipo administrativo.....	63
Figura 3.24. Patrón de radiación y especificaciones del AP Cisco Aironet 1310.....	66
Figura 3.25. Diseño de solución de interconexión de edificios propuesta por Tecnología Z.....	67
Figura 3.26. Tablero eléctrico del primer piso.....	68
Figura 3.27. Tablero eléctrico del sexto piso.....	68
Figura 3.28. Escalerilla para cableado de sexto piso.....	69
Figura 3.29. Cable raiser de 25 pares.....	69
Figura 3.30. Trayectoria del cableado UTP 5e para datos por medio de la escalerilla.....	69
Figura 3.31. Fijación de los racks en los clósets.....	69
Figura 3.32. Cableado de datos en patch panel montado en el rack.....	70

Figura 3.33. Vista del sexto piso, una vez terminados los trabajos de remodelación y cableado horizontal.....	70
Figura 3.34. Ingreso del cableado de datos a la escalerilla del plafón.....	70
Figura 3.35. Cableado de voz en la regleta montada en el rack.....	70
Figura 3.36. Apariencia los contactos de corriente normal (blanco) y regulada (rojo).....	71
Figura 3.37. Mobiliario de oficina para la colocación de los lugares de trabajo.....	71
Figura 3.38. Lugares tipo “caballeriza”.....	71
Figura 3.39. Faceplate de un lugar de trabajo.....	71
Figura 3.40. SourcePro Net UPS (regulador y no break) de Tripp-Lite.....	72
Figura 3.41. Colocación de tarjetas del conmutador.....	73
Figura 3.42. Vista de las tarjetas que integran el conmutador.....	73
Figura 3.43. Ejemplo de pantalla del software del conmutador (PBX).....	76
Figura 3.44. Teléfono Avaya 6408+ y teléfono Avaya 6416+.....	76
Figura 3.45. Concentrador de servicios de Telmex.....	77
Figura 3.46. Colocación de cable coaxial de acometida.....	77
Figura 3.47. Conexión física y lógica que relaciona 4 subinterfaces con 4 VLANs en el router.....	79
Figura 3.48. AP Cisco Aironet 1310.....	80
Figura 3.49. Antena del AP Cisco Aironet 1310.....	80
Figura 3.50. Gráficas de paquetes enviados en verde y recibidos en azul.....	81
Figura 3.51. Solución alternativa a la propuesta de comunicación original.....	82
Figura 3.52. Personal del Corporativo laborando en las nuevas oficinas del sexto piso de Torre.....	83
Figura 3.53. Recepción de las oficinas del sexto piso de Torre A.....	83
Figura 3.54. Personal del Corporativo en labores cotidianas en las oficinas de primer piso de Torre.....	84
Figura 3.55. Personal del Corporativo en labores cotidianas en las oficinas de primer piso de Torre.....	84

INTRODUCCIÓN

La mayoría de las organizaciones buscan tener información de su negocio, de buena calidad con alto nivel de disponibilidad, para poder tomar decisiones y determinar su futuro con acciones que las mantendrán en un nivel productivo y competitivo. El logro de este objetivo depende fundamentalmente de su infraestructura de telecomunicaciones, tanto hardware como software.

La globalización, la competencia agresiva y la necesidad de perdurar llevan a las empresas a trabajar buscando una mayor eficiencia. Estos tiempos nos traen nuevos desafíos, como lograr tener una infraestructura de telecomunicaciones estable y a la vez rentable, que permita contar con los recursos que la empresa requiere para su crecimiento.

Una infraestructura de telecomunicaciones contempla la red de voz y de datos. En un inicio se contaba con redes de voz y de datos independientes una de la otra, pero la tendencia actual es su convergencia en una sola infraestructura que integre ambos servicios, por representar una mejora en la calidad y reducción de costos de implantación y cableado.

El presente trabajo documenta el proyecto de expansión de la red de voz y datos de una empresa dedicada al negocio de la distribución de abarrotes a nivel nacional. Por confidencialidad llamaremos a la empresa “Abarrotes S”.

La necesidad de expandir la red es una respuesta lógica al crecimiento y proyección de la Empresa. Con el proyecto se busca la redistribución de la LAN corporativa, para mejorar su administración, calidad en sus comunicaciones, ubicación estratégica y geográfica.

Entiéndase como “Proyecto de expansión de la red”, un proyecto integral, que implica la participación de diversas áreas. El trabajo está enfocado en la parte destinada a la solución de telecomunicaciones pero parte de su objetivo es mostrar a grandes rasgos lo que implica el desarrollo completo.

RESUMEN

El objetivo que tuve presente desde la gestación hasta la conclusión de este trabajo fue documentar mi participación como Ingeniero en Computación dentro de un proyecto integral de redes de cómputo en la vida real, donde pude planear, aportar y aprender, para dejar un testimonio organizado para los estudiantes, egresados y público en general con dudas, como yo las tuve:

¿Qué implica hacer un proyecto de esta naturaleza en una empresa como ésta?, ¿quién o quiénes se encargan de hacer cada parte del proyecto?, ¿cuáles son las limitantes o problemas para desarrollar la solución?, ¿qué alcance tiene un Ingeniero en Computación en un proyecto de esta magnitud?, ¿qué aspectos adicionales a la ingeniería se tomaron en cuenta?, ¿cómo se relaciona la carrera con otros campos de estudio?, ¿cómo es en la realidad el desarrollo de un proyecto de expansión de un red de esta magnitud?; como recién egresado, ¿cuál es mi papel, alcance y en qué áreas laborales puedo estar vinculado?, son muchas las preguntas que recopila este trabajo, el objetivo es entonces dar un panorama amplio al lector del desarrollo expansivo de la red en una Empresa Abarrotera, pero siendo más profundo, en la parte de telecomunicaciones.

1 MARCO TEÓRICO

El capítulo está dedicado a resumir los conceptos básicos necesarios para sustentar la lectura del trabajo en los capítulos que siguen.

Este capítulo no profundiza en los puntos, su objetivo es formar un antecedente en el lector, si él desea puede investigar más en otra referencia.

1.1 Modelo OSI

El modelo OSI es una referencia importante en interconexión de dispositivos, para lograr escalabilidad e interoperabilidad en sistemas de telecomunicaciones.

1.1.1 Descripción.

El modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI) es el modelo de red descriptivo creado por ISO y lanzado en 1984.

Es un conjunto completo de estándares funcionales que especifican interfaces, servicios y formatos para lograr conexión de sistemas abiertos (interoperabilidad). El modelo OSI se compone por 7 niveles o capas, cada una con una función específica. La principal aportación del modelo OSI radica en la separación de las tareas que son necesarias para comunicar sistemas independientes.

El modelo no es una arquitectura de red por sí mismo, sino que indica la funcionalidad de cada parte de la arquitectura. Es un marco de trabajo para el desarrollo de protocolos y estándares para la comunicación entre capas semejantes ubicadas en equipos separados.

En este modelo, solo las capas equivalentes en nodos remotos se pueden comunicar. El protocolo de cada capa solo se interesa por la información de su capa, entrega la información a la capa superior o inferior según sea el caso y esta capa de igual forma se interesa solo por la información de su capa.

En el equipo emisor, la información que se desea transmitir baja por la capa más alta (7) hacia la más baja (1). Cada capa agrega su propio encabezado a la información y los pasa a la capa inferior de tal forma que esta capa lo ve como una cápsula, a la cual de igual forma le agrega su propio encabezado y pasa esta nueva cápsula al nivel inferior.

En el equipo receptor, la información llega encapsulada al nivel más bajo (1), este nivel lee y retira el encabezado que su misma capa puso en el equipo emisor y sube lo que queda encapsulado al nivel superior hasta llegar de nuevo la información original al usuario.

En la Figura 1.1 observamos un diagrama que ejemplifica el modelo OSI.

Capas del modelo OSI

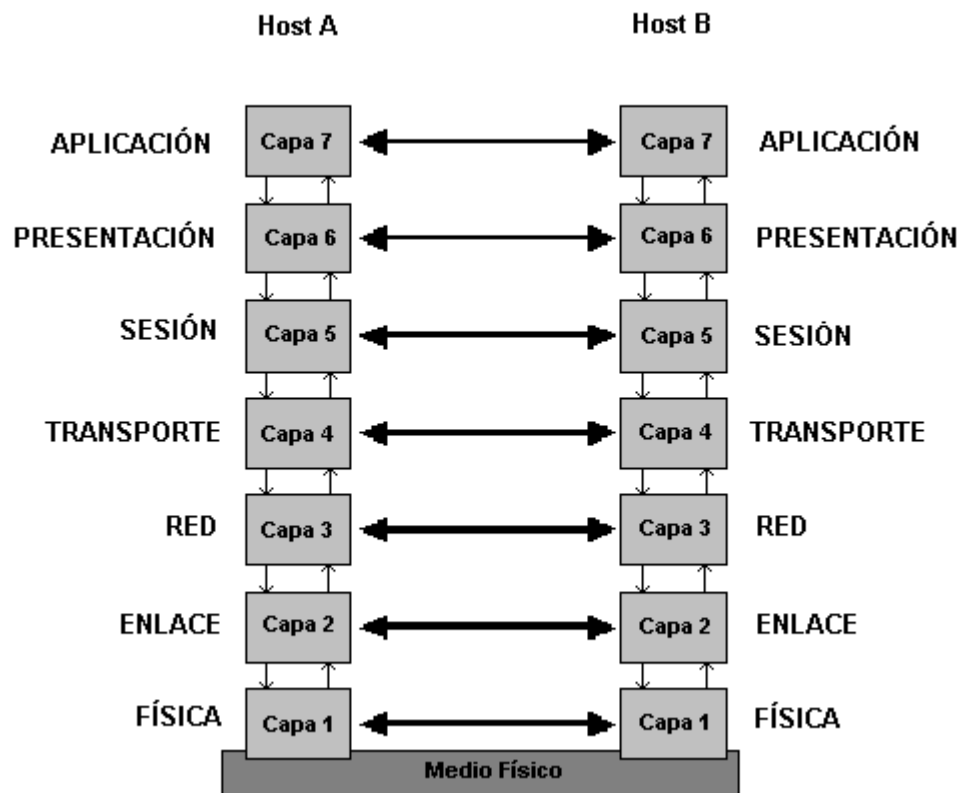


Figura. 1.1. Diagrama de las capas del Modelo de referencia OSI.

La siguiente tabla, Tabla 1.1, define las capas del modelo y su función principal.

CAPA O NIVEL	NOMBRE	FUNCIÓN
7	Aplicación	Datos normalizados
6	Presentación	Interpretación y formato de datos
5	Sesión	Diálogos de control
4	Transporte	Integridad de los mensajes
3	Red	Enrutamiento de los mensajes
2	Enlace	Acceso al medio y detección de errores
1	Física	Conexión de equipos

Tabla 1.1. Capas del Modelo OSI.

1.1.2 Función de las capas del modelo.

Cada capa o nivel tiene un trabajo asignado según el modelo y trabajan en conjunto para obtener un resultado. A continuación se describe el funcionamiento de cada capa de manera general.

Capa física.

El nivel físico es el encargado, primordialmente, de la transmisión de los bits de datos (0 y 1) a través de los circuitos de comunicaciones. El propósito principal de este nivel es definir reglas para garantizar que cuando la computadora emisora transmite el bit “1”, la computadora receptora verifique que un “1” fue recibido y no un “0”. Es el nivel de comunicación física de circuitos.

Capa de enlace.

Es el nivel de datos en donde los bits tienen algún significado en la red. Este nivel toma los paquetes que recibe de la capa de red y los prepara en la forma correcta (tramas) para ser transmitidos por el nivel físico. De igual forma recibe bits de la capa física y tiene que ponerlos en forma de tramas. Además verifica que la información que está recibiendo no contiene errores, que viene en orden, que no hacen falta paquetes, etc. Para entregarlos a la capa superior (red) sin problemas.

Dentro de sus funciones incluye notificar al emisor si alguna trama se recibe en mal estado (basura); si alguna de las tramas no se recibieron y se necesitan que sean reenviadas (retransmisión), si una trama está duplicada o si la trama llegó sin problemas. Resumiendo, es responsable de la integridad de la recepción y envío de la información, así como marcar el comienzo de la transmisión de la trama y donde termina, garantizar que la computadora transmisora y la receptora estén sincronizadas en reloj y que emplean el mismo sistema de codificación y decodificación.

Capa de red.

Este nivel es el responsable del direccionamiento de mensajes y de la conversión de direcciones y nombres lógicos a físicos. También determina la ruta del mensaje desde la computadora emisora hasta la computadora receptora, dependiendo de las condiciones de la red.

Dentro de las funciones de direccionamiento de mensajes, está el evaluar la mejor ruta que debe seguir el paquete, dependiendo del tránsito de la red, el nivel de servicios, etc.

Los problemas de tránsito que controla tienen que ver con el direccionamiento (*routing*), intercambio (*switching*) y congestión de paquetes en la red. Así mismo, maneja pequeños paquetes de datos juntos para la transmisión a través de la red, así como la reestructuración de tramas de datos. En la computadora receptora se reensamblan los paquetes en su estructura de datos original (trama).

A la información de la capa superior de transporte se le agregan componentes apropiados para su direccionamiento en la red y para manejar un cierto nivel en el control de errores. La información se presenta según el método de comunicaciones para acceder a la red.

El diseño de este nivel debe considerar además:

- Los servicios deben ser independientes de la tecnología empleada en la red de datos.
- El nivel de transporte debe ser indiferente al número, tipo y topologías de las redes.

Capa de transporte.

Este nivel es llamado ocasionalmente el nivel de *host to host* o el nivel *end to end*, debido a que en él se establecen, mantienen y terminan las conexiones lógicas para la transferencia de información entre usuarios.

El nivel de transporte se relaciona con las direcciones de la red, el establecimiento de circuitos virtuales y los procedimientos de entrada y salida a la red. Solo después de alcanzar el nivel superior sesión se abordarán los beneficios que son visibles al usuario final.

Este nivel puede incluir las especificaciones de los mensajes de *broadcast*, los tipos de datagramas, los servicios de los correos electrónicos, las prioridades de los mensajes, la recolección de la información y su administración, seguridad, tiempos de respuesta, estrategias de recuperación en casos de falla y segmentación de la información cuando el tamaño es mayor al máximo del paquete según el protocolo.

Al recibir información del nivel de red, el nivel de transporte verifica que la información esté en el orden adecuado y revisa si existe información duplicada o extraviada. Si la información recibida está en desorden, la capa de transporte corrige el problema y transfiere la información al nivel de sesión donde se dará el siguiente proceso.

Capa de sesión.

Este nivel permite que dos aplicaciones en diferentes computadoras establezcan, usen y terminen la conexión llamada sesión. El nivel de sesión maneja el diálogo que se requiere en la comunicación de dos dispositivos. Establece reglas para iniciar, mantener, y terminar la comunicación entre dispositivos y brinda el servicio de recuperación de errores; en decir, si la comunicación falla y ésta es detectada, el nivel de sesión puede retransmitir la información para completar el proceso en la comunicación.

Para entender este nivel podemos hacer una analogía con un sistema telefónico. Cuando se levanta el teléfono, espera el tono y marca un número, en ese momento se está creando una conexión física. Al momento de hablar con una persona al otro lado de la línea, se encuentra en una sesión persona a persona. En otras palabras, la sesión es el diálogo de las personas que se transporta por el circuito de la conexión telefónica.

El nivel de sesión es el responsable de iniciar, mantener y terminar cada sesión lógica entre usuarios finales. Sus funciones la podemos resumir en los siguientes puntos:

- Establecimiento de la conexión a petición del usuario.
- Liberación de la conexión cuando la transferencia termina.
- Intercambio de la conexión de datos en ambos sentidos.
- Sincronización y mantenimiento de la sesión para proporcionar un intercambio ordenado de los datos entre las entidades de presentación.

Capa de presentación.

Este nivel define el formato en la que información será intercambiada entre aplicaciones, así como la sintaxis usada entre las mismas. Se traduce la información recibida de la capa de Aplicación a otro formato intermedio reconocido. En la computadora receptora, la información es traducida del formato intermedio al usado en el nivel de aplicación de dicha computadora y es, a su vez, responsable de la obtención y liberación de la conexión de sesión cuando existan varias alternativas disponibles.

El nivel de Presentación maneja varios servicios como administración de la seguridad de la red, encriptación y desencriptación, brinda reglas para la transferencia de información y comprime datos para reducir el número de bits que se van a transmitir.

Capa de aplicación.

Al ser el nivel más alto de referencia, es el medio por el cual los procesos de aplicación acceden al entorno OSI. Este nivel no interactúa con uno más alto que no sea el usuario final.

Proporciona los procedimientos precisos que permiten a los usuarios ejecutar comandos relativos a sus propias aplicaciones. Estos procesos de aplicación son la fuente y el destino de los datos intercambiados.

Se distinguen principalmente 3 tipos de procesos de aplicación:

- Procesos propios del sistema.
- Procesos de gestión.
- Procesos de aplicación del usuario.

1.2 Redes de cómputo

En este punto se describe en primera instancia una computadora de manera general y en seguida una red de computadoras.

1.2.1 Computadoras.

Una computadora, es un equipo electrónico que procesa e intercambia información codificada en forma binaria, a través de dispositivos periféricos de entrada y salida que le permiten comunicarse con el usuario. En una computadora pueden identificarse dos unidades funcionales: *software* y *hardware*. El *software* lo forman todas las instrucciones necesarias para que el sistema de cómputo procese la información; a la secuencia de estas sentencias se le llama programa. El *hardware* está constituido por los componentes electrónicos y electromecánicos que forman la parte tangible del sistema.

1.2.2 Hardware de la computadora.

El *hardware* se divide en tres partes principales: la unidad central de procesamiento (CPU), la unidad de memoria y los dispositivos de entrada y salida.

La CPU (*Central Processing Unit*) es el microcircuito al cual entran las instrucciones de código binario, son procesadas y salen para dar a conocer los resultados al usuario. Es la encargada de desarrollar las actividades fundamentales de la computadora, interpretar las instrucciones y coordinar su ejecución. Está constituida por la unidad aritmética lógica (ALU, *Aritmetic Logic Unit*), registros y unidad de control, mismos que se comunican por una interconexión interna (bus).

La memoria RAM tiene la capacidad de escritura y lectura de forma aleatoria, es de tipo volátil, pues la información almacenada en ella se pierde en el momento que se desconecta la corriente eléctrica. Su propósito fundamental es almacenar un dato o instrucción del procesador.

Los dispositivos de entrada y salida son periféricos como el monitor, lector de discos, teclado, ratón, impresora, etc.

1.2.3 Definición de red de cómputo.

Una red de cómputo es un grupo de computadoras y terminales en general, interconectados a través de uno o varios medios de transmisión con el fin de compartir recursos y permitir la comunicación.

Los elementos básicos de una red de cómputo son las computadoras o terminales, los medios de transmisión y los dispositivos de interconexión.

1.2.4 Clasificación de redes de cómputo.

Las redes de computadoras se pueden clasificar por muchos aspectos. Las podemos clasificar por:

Su tipo de enlace	{	Punto a Punto (<i>Point to Point</i>)
		Multipunto
Área geográfica	{	PAN (<i>Personal Area Network</i>)
		LAN (<i>Local Area Network</i>)
		MAN (<i>Metropolitan Area Network</i>)
		WAN (<i>Wide Area Network</i>)
Topología	{	Bus
		Anillo
		Estrella
		Maya
Uso	{	Internet
		Intranet
Sistema Operativo	{	Windows
		Novell
		Linux
Relaciones	{	Cliente/Servidor
		Igual a igual (<i>peer to peer</i>)

La forma más común de encontrar una clasificación de redes en un libro, es por su extensión geográfica, a continuación se describen los tipos.

Redes de área local (LAN, Local Area Network).

Una LAN provee comunicación de alta velocidad (Mbps a Gbps) y corta distancia (de unos metros a pocos kilómetros) entre dispositivos como PCs, para permitir a los usuarios intercambiar archivos, mensajes y compartir el uso de dispositivos como impresoras, plotters, servidores, etc. Por lo general una LAN tiene como extensión una oficina, un edificio o un área de distancia corta.

Redes de área metropolitana (WAN, Metropolitan Area Network).

Este tipo de redes se encuentran clasificadas en tamaño entre las LANs y las WANs. Tienen una cobertura que comprende desde unos kilómetros hasta cientos de kilómetros. Las MANs tienen una velocidad de Kbps a Gbps y por lo general se usan como un núcleo (*backbone*) que interconecta varias

LANs distribuidas o puede proveer acceso a una red metropolitana o a una red pública de cobertura amplia.

Redes de área amplia (WAN, Wide Area Network).

Las redes que comunican a un amplio grupo de usuarios separados geográficamente por grandes distancias son identificadas como redes de área amplia (WAN). Los dispositivos conectados a estas redes pueden ser terminales, PCs, estaciones de trabajo, minicomputadoras o incluso LANs. Las principales tecnologías desarrolladas para este tipo de redes son *Frame Relay*, ATM y MPLS.

1.3 Conectividad en redes de cómputo.

Los dispositivos de interconexión forman parte importante en la red, pues proporcionan conectividad para el intercambio de datos y extensión de servicios de cómputo hacia usuarios remotos.

1.3.1 Cableado estructurado.

El cableado no es un dispositivo único, el concepto de cableado estructurado incluye dispositivos de conectividad y la interconexión de una o más LANs dentro de un edificio.

Hace algunos años se usaban sistemas de cableado propietario que no eran compatibles con otros sistemas. Posteriormente, la Asociación de la Industria de las Telecomunicaciones en conjunto con la Alianza de Industrias Electrónicas (TIA/EIA, *Telecommunications Industry Association / Electronic Industry Alliance*) establecieron lo que hoy se conoce como la norma 568 para cableado de edificios comerciales, relacionada directamente con el concepto de sistema de cableado estructurado.

El cableado estructurado es el sistema de cableado que cumple con normas y estándares que permiten hacerlo independiente del fabricante y la aplicación (telefonía, datos o video). En general ofrece algunas ventajas, como:

- Ser una solución abierta, es decir, se pueden utilizar productos de distintos fabricantes dentro del sistema de cableado y cualquier aplicación correrá en él.
- Tener gran flexibilidad cuando se actualice el sistema o se hagan movimientos.
- Capacidad para ejecutar distintas aplicaciones sobre la misma planta de medios de transmisión.

Medios físicos.

La red de cómputo está formada de tres componentes principales:

1. DCE. Equipo de Comunicación de Datos.
2. Sistema de cableado.
3. DTE. Equipo Terminal de Datos.

Los componentes básicos del sistema de cableado son los medios físicos de enlace que transportan datos desde un DCE hacia un DTE y principalmente pueden ser de cobre o fibra óptica. Existen sistemas diferentes según el tipo de cable, por ejemplo:

-
- **Cable de cobre en par trenzado.** Es un medio de transmisión barato y fácil de instalar, características que lo hacen muy versátil para muchas aplicaciones. Este tipo de cable está estrechamente relacionado con el concepto de cableado estructurado. Por sus características existen 3 tipos principales:

UTP (*Unshielded Twisted Pair*). Cable formado de 4 pares trenzados sin blindaje, usado en comunicaciones, definido en la norma americana TIA/EIA 568-B. La Figura 1.2 muestra la distribución de los pares de cable trenzado UTP.

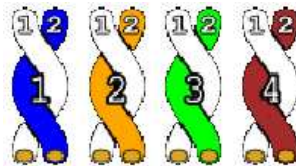


Figura 1.2. Esquema de los 4 pares de cable UTP, trenzado para reducir interferencia.

FTP o FUTP. Se trata de cable UTP con una pantalla protectora global. Esta característica lo hace de precio intermedio entre el UTP y el STP.

STP (*Shielded Twisted Pair*). Par trenzado blindado o apantallado, se trata de 4 pares de cables de cobre cada uno aislado dentro de una cubierta que lo hace inmune al ruido del medio ambiente.

Este tipo de cables (UTP/STP) están subdivididos por categorías según sus capacidades y su uso, a continuación mencionaré los más usados en la actualidad:

- Categoría 3: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Usado para redes *Ethernet* de 10 Mbps y diseñado para soportar frecuencias de hasta 16 MHz.
- Categoría 5: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Muy usado en redes *Ethernet*, *Fast Ethernet* de 100 Mbps y *Gigabit Ethernet* de 1000 Mbps. Está diseñado para transmitir frecuencias de hasta 100 MHz.
- Categoría 5e: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Frecuentemente usado en redes *Fast Ethernet* (100 Mbps) y *Gigabit Ethernet* (1000 Mbps). Diseñado para transmitir frecuencias de hasta 100 MHz.
- Categoría 6: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Usado en redes *Gigabit Ethernet*. Diseñado para transmitir frecuencias de hasta 250 MHz en cada par.
- Categoría 6a: actualmente definido en TIA/EIA-568-B. Diseñado para redes *10 Gigabit Ethernet* de 10,000 Mbps. Diseñado para transmitir frecuencias de hasta 500 MHz.

- **Fibra óptica.** Es un medio de transmisión que consiste en un filamento de vidrio o plástico muy delgado a través del cual viaja información en forma de energía luminosa; es decir, la información es convertida de un formato digital a luz para ser transmitida, esto permite manejar un ancho de banda muy alto. Es inmune al ruido por inducción y no requiere lazos de tierra, pero tiene como desventaja que es difícil de instalar, requiere muchos cuidados, herramientas especializadas y su costo es más alto que el cable de par trenzado. La luz es emitida por un láser o por un LED. Existen principalmente 2 tipos de fibra, según sus modos, que son las trayectorias de la luz en el filamento:
 - **Multimodo.** Puede tener más de mil modos de propagación de la luz en su filamento. Se usa comúnmente en distancias cortas. Su distancia máxima es de 2 km y usan diodos láser de baja intensidad.
 - **Monomodo.** Es una fibra donde la luz sólo se propaga de un modo. A diferencia de las fibras multimodo, las fibras monomodo permiten alcanzar distancias grandes de hasta 100 km mediante un láser de alta intensidad, y transmitir tasas altas de información del orden de decenas de varias decenas de Gbps.

Normas de cableado estructurado.

Las especificaciones para los cables y conectores que se emplean para soportar implementaciones de Ethernet derivan de los cuerpos de normalización de la Asociación de la Industria de la Telecomunicaciones y la Asociación de Industrias Eléctricas (TIA/EIA). Las normas TIA/EIA-568-B se publicaron en 2001 y sustituyen a los estándares 568-A. En ellas se especifican las características del cableado de telecomunicaciones para edificios comerciales: tipo de cable, conector, topología, longitud máxima, etc. La siguiente Tabla 1.2 se refiere a estas características.

ESTÁNDAR	MEDIO	LONGITUD MÁXIMA DEL SEGMENTO	TOPOLOGÍA	CONECTOR
10Base-T	UTP cat 3, 5	100 m	Estrella	ISO 8877 (RJ45)
100Base-TX	UTP cat 3, 5,	100 m	Estrella	ISO 8877 (RJ45)
100Base-FX	Fibra multimodo 62.5/125	400 m	Estrella	MIC, ST, SC
1000Base-CX	STP	25 m	Estrella	ISO 8877 (RJ45)
1000Base-T	UTP cat 5	100 m	Estrella	ISO 8877 (RJ45)
1000Base-SX	Fibra multimodo 62.5/50	275 m	Estrella	SC
1000Base-LX	Fibra multimodo 62.5/50	440 m	Estrella	SC

Tabla 1.2. Características de estándares especificados en las normas TIA/EIA-568-B.

Quizá la característica más conocida de las normas de cableado estructurado es la asignación de pines en los cables de 8 hilos y 100 ohms (cable de par trenzado). Esta asignación es conocida como T568A y T568B. En la siguiente Tabla 1.3 observamos esta asignación.

PIN	COLOR DEL CABLE EN T568A	COLOR DEL CABLE EN T568B
1	Blanco/verde	Blanco/naranja
2	Verde	Naranja
3	Blanco/naranja	Blanco/verde
4	Azul	Azul
5	Blanco/azul	Blanco/azul
6	Naranja	Verde
7	Blanco/café	Blanco/café
8	Café	Café

Tabla 1.3 Asignación de los pines del conector RJ45 al cable UTP cat5 según la norma T5668A y T568B de la TIA/EIA.

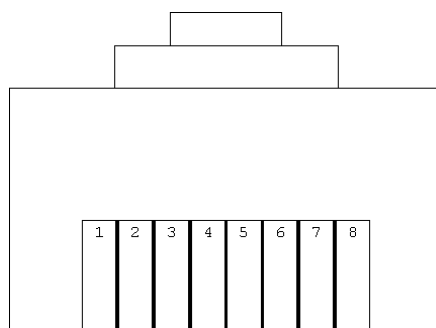


Figura 1.3 Asignación de los pines en el plug RJ45.

En la Figura 1.3 se muestra el orden de asignación de los pines del *plug* RJ45. El conector o *plug* RJ45 es el componente macho que termina el extremo del cable de par trenzado. El *jack* es el conector hembra que tienen las tarjetas de red, los nodos de red y algunos cables que sirven de extensión.

TIA/EIA-568-B establece una arquitectura jerárquica de sistemas de cableado o "marcos de distribución", como: sistema de cableado vertical, sistema de cableado horizontal, salida de área de trabajo, cuarto o espacio de telecomunicaciones (IDF, *Intermediate Distribution Frame*), cuarto o espacio de equipo (MDF, *Main Distribution Frame*) y cuarto o espacio de entrada de servicios.

Dentro de la norma de cableado estructurado 568-B, se definen 4 pruebas básicas para corroborar la instalación del cableado:

- Continuidad. La primer y más básica prueba es registrar que el cable tenga la continuidad necesaria para que las señales lleguen de un extremo a otro y que los conectores estén correctamente enchufados. Esta prueba se realiza con un equipo "*pentascanner*" que detecta si hay alguna diferencia de impedancia que se traduce como discontinuidad.

-
-
- Distancia. Por medio de un dispositivo analizador “*pentascanner*” se mide la distancia del cable. Para determinar dicha distancia, el dispositivo se basa en el tiempo que tarda una señal en recorrer el cable y regresar. La máxima distancia permitida para cables horizontales de par trenzado en el estándar 100Base-TX, es de 100 m, repartidos de la siguiente forma:
 - 90 m del panel de parcheo (*patch panel*) al nodo del lugar de trabajo (*jack* montado en el *face plate*).
 - 10 m del nodo al equipo terminal.

 - NEXT. (*Near End Crosstalk*). Un analizador de cable mide una NEXT aplicando un análisis de señales a un par de cables y midiendo la amplitud de las señales de diafonía recibidas por otros pares del cable. Este valor se expresa en decibeles (dB). Se calcula como la diferencia de amplitud entre el análisis de las señales y la señal de diafonía medidas en el mismo extremo del cable. El número de decibeles que muestra el analizador es negativo y cuanto mayor sea el número (valor absoluto), menor será la NEXT del par de hilos, es decir menor será el ruido. El NEXT generalmente se presenta por malas conexiones, demasiado destorcido en el cable, por la presencia de cordones de parcheo de baja categoría o mala calidad del cable.

 - FEXT (*Far End Crosstalk*). Es la diafonía, debido a la atenuación, que se produce lejos del transmisor y causa menor ruido en un cable que la NEXT. El ruido que causa la FEXT regresa al origen, pero se atenúa mientras retorna, por lo tanto no es un gran problema como el NEXT. Esta prueba es una variante de la anterior y se efectúa a cables a partir de Categoría 5e.

1.3.2 Dispositivos de conectividad.

Estos dispositivos permiten que conectividad dentro de una LAN y entre distintas LANs.

Repetidor (repeater).

Este dispositivo electrónico regenera una señal en ambos sentidos de transmisión, es muy rápido y se usa para extender longitudes físicas cuando dos segmentos se acercan a sus distancias físicas máximas. El área donde se extiende una señal por efectos de cableado y/o repetidores se llama dominio. Un dispositivo repetidor de múltiples puertos se conoce como *hub*. Estos dispositivos solo trabajan en el nivel físico de señales del modelo de referencia OSI.

Existen dos tipos de dominio, de colisión y de *broadcast*. El primero se refiere a la extensión donde se puede presentar una colisión por la transmisión simultánea de dos terminales. El segundo se refiere a la extensión donde se puede esparcir una llamada de *broadcast*, que es una llamada a todos los equipos de la red local.

Dos equipos DTEs conectados por medio de un *hub* o repetidor comparten el mismo dominio de colisión y *broadcast*.

Puente (bridge).

Es un dispositivo electrónico que trabaja en nivel físico y de enlace del modelo de referencia OSI. Este dispositivo evalúa si la señal que pasa por él tiene destino del otro lado que una por medio de direcciones físicas. Este dispositivo se usa para dividir una red dentro de dominios de colisión pequeños o áreas pequeñas, con lo que se reduce la carga de tránsito por la separación de dominios de colisión y se incrementa el rendimiento. Un *switch* es un puente con muchos puertos físicos, tiene la

capacidad de decidir el puerto al cual va dirigido un paquete, basándose en la dirección física (dirección MAC) de la tarjeta de red, esta característica lo hace más eficiente que un *hub*.

Enrutador (router).

Es un dispositivo electrónico que se encarga de encaminar paquetes de datos por diferentes redes de computadoras. Se emplea para intercambiar información de diferentes redes por medio de direcciones lógicas (direcciones IP) y protocolos de ruteo. Este dispositivo funciona en la capa o nivel de red del modelo de referencia OSI, es por ello que sólo intercambia información lógica aunque también tiene acceso a información física. Puede realizar las acciones del puente y el repetidor, pero es más lento en su procesamiento.

Compuerta (gateway).

Es un elemento electrónico que puede convertir protocolos y por ello se usa para conectar redes que manejan protocolos diferentes. Un Gateway puede hacer las acciones de los dispositivos anteriores pero también es el dispositivo más lento.

1.4 Redes de área local.

Las redes LAN son un caso particular de las redes de cómputo, dada su amplia utilización y tecnologías mencionaremos algunos casos históricos y actuales.

Una red LAN (*Local Area Network*) es un conjunto de computadoras conectados entre sí por un medio físico y lógico, con la finalidad de optimizar sus recursos y representar un sistema de cómputo único limitado por una cobertura geográfica definida por el usuario, generalmente su espacio de trabajo o edificio. Estas características dan a los usuarios de una LAN ventajas sobre lo que pudiera desarrollar un usuario, entre las principales se puede mencionar: posibilidad de conectar equipos de diferentes tecnologías, acceso a bases de datos en red, procesamiento distribuido, cola de impresión, administración y control centralizado, etc.

1.4.1 Elementos de una red de área local.

Entre los elementos principales que conforman una LAN, en cuanto a hardware y software se refiere, podemos mencionar: el servidor, estaciones de trabajo (*workstations*), sistema operativo de red, protocolos de comunicación, tarjetas de interface de red y dispositivos de interface de red (NIC, *Network Interface Card*).

- El servidor es un elemento principal de procesamiento, contiene el sistema operativo de red y se encarga de administrar todos los procesos dentro de ella, controla también el acceso a los recursos comunes como impresoras y unidades de almacenamiento.
- Las estaciones de trabajo, en ocasiones llamadas nodos, pueden ser las computadoras personales o cualquier terminal conectada a la red. De esta manera trabaja con sus propios programas o aprovecha las aplicaciones disponibles en el servidor.
- El sistema operativo de red es el programa que permite el control de la red y reside en el servidor. Algunos ejemplos de sistema operativo de red son: NetWare, Windows Server, Appletalk, etc.

-
-
- Los protocolos de comunicación son un conjunto de normas que regulan la transmisión y recepción de datos dentro de la red. El Modelo OSI, que se describe con anterioridad, es la base para entender dichos protocolos.
 - La tarjeta de interface de red (NIC) proporciona la conectividad de la terminal o usuario de la red física, ya que maneja los protocolos de comunicación de cada topología específica.

1.4.2 Topologías

Antes de describir las distintas topologías utilizadas en las LANs, es preciso identificar que una red presenta dos tipos de topologías: física y lógica. Dependiendo del método de acceso al medio utilizado, el funcionamiento lógico de la red corresponderá a determinada topología pudiendo ser distinta a la topología de interconexión física.

La topología física se refiere a la forma de conectar físicamente a las estaciones de trabajo dentro de una red. Cada topología, independientemente de la forma o apariencia geométrica que pueda tener, cuenta con características propias que definen el material a utilizar como medio de transmisión, distancia máxima entre estaciones, grado de dificultad para realizar el cableado, así como para su mantenimiento.

Topología de bus.

En esta tecnología las estaciones de trabajo o terminales se conectan a un medio de transmisión común consistente en una línea de cable (bus) que corre de un extremo a otro de la red. Basta que una estación se conecte al bus para integrarse a la red.

Las estaciones de trabajo compiten por el acceso al medio, lo cual es una clara desventaja ya que solo una estación puede transmitir a la vez sin que existan colisiones. Esta tecnología era utilizada principalmente en redes con la tecnología *Ethernet* original.

Topología de anillo.

En la topología de anillo cada estación de trabajo se integra al medio de comunicación hasta formar un circuito. Si una estación falla puede interrumpir el funcionamiento de toda la red.

Puesto que la información viaja dentro del anillo en un solo sentido no hay riesgo de colisiones, pero sólo puede transmitir un equipo a la vez. Esta es la topología utilizada en redes *Token Ring*.

Topología de estrella.

La base de esta tecnología es un dispositivo concentrador de red que se conecta hacia el procesador central. Su instalación es sencilla pues solo se requiere que cada estación de trabajo se conecte al concentrador central de red, la desventaja es que se requiere de más cable que otras topologías.

Si una estación falla no interfiere en el funcionamiento del resto de la red, sin embargo el número de usuarios de la red está limitado por la capacidad del concentrador utilizado.

Topología de árbol jerárquico.

Está formada por segmentos de red o subredes, las cuales dependen de un concentrador específico. Cada estación de trabajo compete por el acceso al medio a la red con otras estaciones dentro de su segmento y después con otros segmentos.

1.4.3 Señalización en LANs.

Se define como el espectro de frecuencias utilizado en el medio de transmisión. Básicamente se estudian dos tipos: banda base (*baseband*) y banda ancha (*broadband*).

En la señalización banda base solamente se transmite una señal sobre el medio a un mismo tiempo. A diferencia de la señalización banda ancha, banda base utiliza codificación digital para la transformación de datos. Dos de los métodos comunes de codificación en este tipo de señalización son el Unipolar con retorno a cero y el Manchester.

Con la señalización banda ancha el medio se divide en frecuencias para formar dos o más canales para la transmisión. Esta señalización emplea la tecnología analógica en donde un módem establece una frecuencia portadora sobre el medio de transmisión, para ser modificada por algún método de modulación, el más usado es FSK (*Frequency Shift Keying*), en el cual se generan dos frecuencias, una para representar un “0” y otra para “1” binarios.

El método de codificación Unipolar se basa en la representación de un “1” binario por el nivel de voltaje positivo y un “0” por la ausencia de voltaje. El mayor inconveniente radica en que no se sabe donde inicia y donde termina un bit, para evitar esto se necesita usar circuitos de sincronización lo cual resulta muy caro.

En el método de codificación Manchester se produce una transición en la mitad de cada bit, siendo de voltaje positivo (+V) a voltaje negativo (-V) si el bit es un “0” binario y al contrario si es un “1”.

1.4.4 Medios de transmisión.

El medio de transmisión es el elemento que conecta físicamente las estaciones de trabajo, los servidores y los recursos de red. Se pueden clasificar en medios guiados y no guiados.

Medios de transmisión guiados.

Son aquellos que están constituidos de un cable que se encarga de transmitir las señales de un extremo a otro. Sus principales características son el conductor usado, la velocidad de transmisión, distancias máximas, factor de incidencia del medio y facilidad de instalación.

Entre los diferentes medios de comunicación guiados utilizados en LANs se pueden mencionar:

- El cable de par trenzado. UTP, FTP o STP con sus categorías. (Ver punto 1.3.1).
- El cable coaxial. Consiste en un conductor central de cobre cubierto de un dieléctrico, una malla de alambre y forro aislante. Es más caro que el cable UTP pero permite un ancho de banda más amplio de frecuencias para la transmisión de datos, normalmente se utilizan 2 tipos de cable coaxial: de 50 ohms para redes con señalización banda base y 75 ohms para señalización banda ancha.

Este cable no se considera para los estándares más recientes de cableado estructurado, como el 568-B.

- La fibra óptica. (Ver punto 1.3.1).

La siguiente Tabla 1.4 resume las características más importantes de los medios de transmisión guiados.

Medio de transmisión	de Velocidad de transferencia	de Longitud máxima del cable
Par trenzado	10 a 100 Mbps	100 metros
Cable coaxial	10 a 100 Mbps	500 metros
Fibra óptica	Varios Gbps	Varios Kilómetros

Tabla 1.4 Características generales de medios de transmisión guiados.

Medios de transmisión no guiados.

Son los medios que no transmiten las señales a través de cables, sino que las señales se extienden libremente por el medio. Los ejemplos más comunes son el espectro electromagnético en el aire y el vacío.

La transmisión se lleva a cabo por medio de una antena emisora y una receptora de ondas electromagnéticas. Estas transmisiones pueden ser de forma direccional y omnidireccional

En la direccional, la antena transmisora emite la energía electromagnética concentrándola en un haz, por lo que las antenas emisora y receptora deben estar alineadas.

En la omnidireccional, la radiación se hace de manera dispersa, emitiendo en todas direcciones pudiendo la señal ser recibida por varias antenas. Generalmente, cuanto mayor es la frecuencia de la señal transmitida es más factible confinar la energía en un haz direccional.

Según el rango de frecuencias de trabajo, las transmisiones no guiadas se pueden clasificar en tres tipos: radio, microondas e infrarrojos. La Tabla 1.5 muestra las frecuencias del espectro electromagnético más utilizadas para transmisión. Su uso depende de la aplicación particular, ya que cada medio tiene características propias de costo, facilidad de instalación, ancho de banda y velocidades de transmisión.

Banda de frecuencias	Tipo de frecuencia	Aplicación
30 – 300 KHz	LF (<i>Low Frequency</i>)	Navegación
300 – 3000 KHz	MF (<i>Medium Frequency</i>)	Señal de radio AM
3 – 30 MHz	HF (<i>High Frequency</i>)	Radio de onda corta
30 – 300 MHz	VHF (<i>Very High Frequency</i>)	Señal de radio FM
840 MHz	UHF (<i>Ultra High Frequency</i>)	Celular
902 – 928 MHz	UHF (<i>Ultra High Frequency</i>)	Banda libre sin licencia
1 - 3 GHz	SHF (<i>Super High Frequency</i>)	Microondas
2.4 – 2.4835 GHz	SHF (<i>Super High Frequency</i>)	Banda libre sin licencia
5 GHz	SHF (<i>Super High Frequency</i>)	Banda libre sin licencia
300 GHz – 120 THz	EHF (<i>Extremely High Frequency</i>)	Infrarrojo

Tabla 1.5 Espectro electromagnético de frecuencias.

1.4.5 Métodos de acceso.

Los métodos de acceso se refieren a las reglas que deben seguir los equipos terminales para acceder al medio y transmitir su información en forma ordenada, evitando así colisiones con la consecuente pérdida de datos. Permiten también el direccionamiento de la comunicación entre estaciones. A continuación mencionaremos los métodos de acceso más utilizados en redes LAN *Ethernet*.

Acceso múltiple con sensibilidad de portadora, con detección de colisiones (CSMA/CD). Es un método en el que la estación de trabajo verifica el medio antes de hacer una transmisión; si el medio está ocupado espera un tiempo determinado antes de volver a verificar, cuando detecta que ningún equipo está usando el medio comienza su envío. Es posible que dos estaciones transmitan al mismo tiempo por hacer la detección simultánea, por lo tanto habrá una colisión. Cuando esto ocurre, los equipos dejan de transmitir, el que detecte primero la colisión genera una señal llamada “*jam*” que es transmitida a toda la red, por lo que todos los equipos se enteran de la colisión y ninguno transmite. Los equipos que quieren transmitir inician una rutina llamada “*back off*” que genera un número aleatorio que es el tiempo de espera antes de volver a intentar transmitir. La rutina *back off* está programada para variar su rango de números aleatorios según las colisiones detectadas.

Acceso múltiple con sensibilidad de Portadora Evitando Colisiones (CSMA/CA), es una variante de CSMA/CD en la cual la característica principal es evitar las colisiones y no sólo detectarlas.

1.4.6 Estándares en LANs.

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) emite los estándares que definen las características, topología y medios de transmisión, de los modelos más utilizados en las LANs dentro de su proyecto 802. Mencionaremos estándares muy usados en México como las evoluciones de 802.3 (*Ethernet*) y 802.11 (*Wireless*).

Fast Ethernet

100BaseT. Es una red convencional Ethernet pero con mayor velocidad, pues opera a 100 Mbps en lugar de 10 Mbps. Está basada en el protocolo de acceso al medio CSMA/CD y puede usar el cableado de su antecesora, por ello se le considera su evolución natural. Está descrita en el estándar 802.3u de la IEEE y fue aprobada en junio de 1995. *Fast Ethernet* ofrece algunas ventajas como:

- Alto rendimiento. Habilidad para manejar demandas de múltiples usuarios LAN y tránsito pico creado por aplicaciones de ancho de banda intensivo.
- Tecnología basada en estándares. Es rentable, robusta, compatible y económica por estar basada en su antecesor 10Base T.
- Muy usada actualmente en el mercado. Por las características anteriores es de migración sencilla y actualmente la usan muchos usuarios en el mundo.

Fast Ethernet puede utilizar como medio de transmisión cable UTP (*Unshielded Twisted Pair*), STP (*Shielded Twisted Pair*) y Fibra Óptica (100 base FX). Generalmente usa topología de estrella.

Otra característica importante de *Fast Ethernet* es la auto negociación, que consiste en sensibilidad automática de la velocidad de la red. Esta opción permite a equipos y tarjetas de red trabajar a velocidades de 10 Mbps (10BaseT) y 100 Mbps (100BaseT) según se necesite.

Gigabit Ethernet

Es una aplicación estándar de la versión 802.3 ab y 802.3z de *Ethernet* que logra una velocidad de transmisión de 1 Gbps, o dicho de otra forma, 1000 Mbps.

Gigabit *Ethernet* surge como resultado de la investigación de Xerox Corporation a principios de los años 70, respondiendo a la presión de la tecnología ATM por conquistar el mercado LAN y como una extensión natural de Ethernet de 10 y 100 Mbps.

Puede transmitir en modo semi-dúplex y dúplex, en el primero conserva casi íntegro el método de acceso CSMA/CD.

Se puede transmitir en diferentes medios físicos, como: fibra óptica multimodo con una longitud máxima de 500 m; fibra óptica monomodo con una longitud máxima de 2 Km; y cableado UTP categoría 5, con una longitud de 100 m.

Su principal atractivo reside en el hecho de la velocidad alcanzada en un estándar convencional como *Ethernet*.

10 Gigabit Ethernet

Es el estándar más reciente y rápido de Ethernet, definido por el estándar 802.3ae con una velocidad nominal 10 Gbps.

Wireless

Es el tipo de comunicación inalámbrica que utiliza la propagación de ondas electromagnéticas. Para que se lleve a cabo esta comunicación se requiere de dispositivos emisores, receptores y el medio de propagación en este caso el vacío o el aire.

La tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica, de uso libre para transmitir la señal entre dispositivos.

La norma IEEE 802.11, que define a *Wireless*, fue diseñada para sustituir a las capas físicas y MAC de la norma 802.3 (*Ethernet*). Se puede decir que lo único que diferencia una red *Wireless* de una red Ethernet es en cómo las terminales acceden a la red. De aquí que una red local inalámbrica 802.11 es totalmente compatible con todos los servicios de las redes locales (LAN) con 802.3 (*Ethernet*).

Wireless también es conocida con el término Wi-Fi. La WECA (*Wireless Ethernet Compatibility Alliance*) le nombró así de tal manera que fuera fácil de identificar y recordar. Pero en sí, Wi-Fi es sólo un sello o marca que usa la WECA para reconocer equipos que han sido probados y certificados bajo el estándar 802.11.

El estándar original de este protocolo que data de 1997, era el IEEE 802.11, trabaja con velocidades de 1 hasta 2 Mbps, en la banda de frecuencia de 2.4 GHz.

Algunos hornos microondas pueden emitir radiaciones en el espectro de 2.45 GHz. Es por esto que las redes y teléfonos inalámbricos que utilizan el espectro de 2.4 GHz. pueden verse afectados por la proximidad de este tipo de hornos, y resentir interferencias en las comunicaciones.

Es un estándar muy socorrido en hospitales, escuelas, restaurantes, hospitales, aeropuertos, hogares y en cualquier sitio donde el cableado puede significar un problema.

Topologías en 802.11

Este estándar usa como elementos principales las tarjetas inalámbricas de los equipos terminales, el punto de acceso inalámbrico y antenas de transmisión de la señal. Dentro de una red inalámbrica se pueden establecer dos topologías de conexión física:

- *Ad-hoc*. Consiste en la conexión y comunicación directa entre equipos terminales por medio de las tarjetas de red inalámbrica de cada uno.
- *Infraestructura*. Consiste en la conexión y comunicación entre equipos terminales y el resto de la red LAN, por medio de dispositivos centrales de acceso llamados Puntos de Acceso (APs, *Access Point*). Un AP tiene las funciones de un HUB o repetidor pero con la característica de usar como medio de transmisión el aire. Existen APs que pueden también realizar las acciones de un *switch* o puente, pero esto depende del modelo y fabricante del dispositivo.

Dentro de esta topología de conexión, un AP se puede utilizar de dos formas diferentes: como un punto de extensión de acceso a terminales o como una antena direccional para conexiones punto a punto con otro AP. La Figura 1.4 muestra los dos tipos de topologías inalámbricas.



Figura 1.4. Arriba, topología *Ad-hoc*. Abajo, topología *infraestructura* en redes *Wireless*.

Itinerancia.

Se refiere a las señales de mensajes de guía (*beacons*), que emiten los APs, regularmente 10 veces por segundo para anunciar su presencia a dispositivos que se encuentran en la zona. Si un dispositivo o equipo se aleja de una señal detectará un AP más potente, si este AP está configurado como antena o puente del primero, el equipo no perderá la conexión.

Capas en 802.11

En el nivel más bajo de 802.11 tenemos la capa física. Los principales elementos de esta capa son:

- Infrarrojos. Dispositivos que emiten señales de luz infrarroja para comunicarse a distancias muy cortas que van de unos cuantos centímetros a pocos metros.
- FHSS (*Frequency Hopping Spread Spectrum*). Sistema de bajo rendimiento por salto de frecuencias, poco utilizado actualmente.
- DSSS (*Direct Sequence Spread Spectrum*). Sistema de espectro de frecuencia por secuencia directa, por su buen rendimiento es más usado hoy en día.
- OFDM (*Orthogonal Frequency Division Multiplexing*). Sistema de alto rendimiento, utiliza la banda de 5 GHz, actualmente sólo regulado en EEUU.

En un nivel superior al físico, tenemos el nivel o capa de enlace, donde sobresalen las subcapas MAC y LLC.

- MAC. Este protocolo utiliza una variante de Ethernet llamada CSMA/CA (*Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance*). Cuando una estación quiere enviar una trama, primero detecta si el medio está libre, si así comienza a transmitir. Si está ocupado espera a que el emisor termine. Después espera un tiempo aleatorio y transmite. Al terminar su transmisión espera que el receptor le envíe una confirmación (Ack), si no es así después de un tiempo preestablecido, considera que se perdió la información transmitida y repite el proceso.
- LLC (*Logical Link Control*). El protocolo de control de enlace lógico define la forma en que los datos son transferidos sobre el medio físico, proporcionando servicio a las capas superiores. LCC es la responsable del control de enlace lógico, maneja el control de errores, control del flujo, entramado y direccionamiento de la subcapa MAC. A continuación, la Figura 1.5 muestra las capas de 802.11:

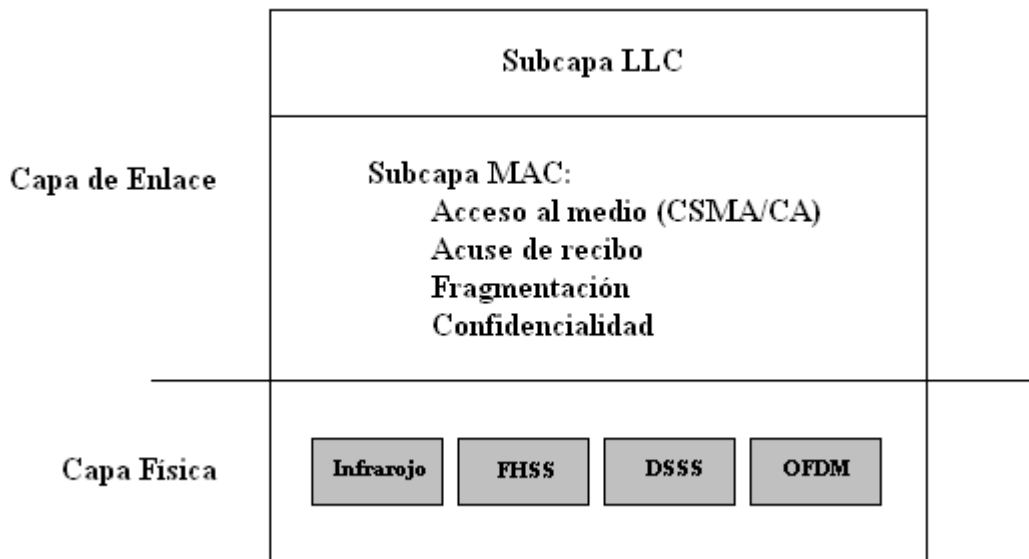


Figura 1.5. Capas de 802.11.

Mecanismos de Seguridad en 802.11

- Autenticación abierta (OSA, *Open System Authentication*). Es el protocolo de identificación por defecto definido para 802.11. Todos los clientes que inician de autenticación ante un AP son registrados en la red. Se puede decir que no hay seguridad.
- Listas de control de acceso (ACL, *Access Control List*). Este mecanismo de seguridad es soportado por la mayoría de los productos comerciales. Utiliza como mecanismo de autenticación la dirección MAC de cada estación cliente, permitiendo conectarse a la red a aquellas direcciones MAC que están en la lista de acceso del AP previamente configuradas.
- Autenticación de llave compartida (SKA, *Shared Key Authentication*). Este método de seguridad utiliza 4 pasos para realizar una conexión a la red:
 - El cliente envía una petición de autenticación de llave compartida al AP.
 - El AP responde con un texto de desafío de llave compartida.
 - El cliente envía un texto cifrado de llave compartida.
 - Si la llave compartida es correcta se realiza una conexión exitosa.
- Control de acceso a la red cerrada (CNAC, *Closed Network Access Control*). Este mecanismo consiste en controlar el acceso a la red inalámbrica ocultando el anuncio del nombre de dicha red (SSID, *Service Set Identifier*), y permitir el acceso sólo a los clientes que conozcan el nombre.
- Protocolo equivalente al cableado (WEP, *Wired Equivalent Privacy*). Es un sistema de cifrado estándar para 802.11 soportado por la mayoría de fabricantes de soluciones inalámbricas. Se implementa en la capa MAC y cifra los datos a través de ondas de radio y el algoritmo de encriptación RC4.

-
-
- Acceso Protegido de Wi-Fi (WPA, *Wi-Fi Protected Access*). Se basa en corregir las deficiencias del sistema previo WEP, donde los investigadores han encontrado varias debilidades en el algoritmo. WPA fue diseñado para utilizar un servidor de autenticación (RADIUS, *Remote Authentication Dial-in User Service*) que distribuye claves a los usuario a través del protocolo 802.1x.
 - 802.1x/EAP (*Extensible Authentication Protocol*) es un método de seguridad basado en un marco de trabajo para proporcionar autenticación centralizada y distribución dinámica de claves. EAP permite clientes inalámbricos que soportan diferentes tipos de autenticación para comunicar con distintos servidores, como RADIUS.

Evoluciones de 802.11.

802.11b

Es la evolución de su antecesor 802.11 (*Wireless* original). El estándar fue ratificado en 1999, para transmitir a una velocidad máxima de 11 Mbps usando DSSS. Funciona en la banda de 2.4 GHz y utiliza el método de acceso CSMA/CA. La velocidad real está entre 5.9 Mbps y 7.1 Mbps. A los equipos que cumplen con este estándar se les nombra con el sello de Wi-Fi.

Los equipos bajo este estándar son compatibles con equipos del estándar 802.11 original de 1 y 2 Mbps.

802.11g

Este estándar es la evolución de 802.11b y fue ratificado en 2003. Al igual que su antecesor opera en la banda de 2.4 GHz pero a una velocidad de transferencia teórica de 54 Mbps. El hecho que el estándar es compatible con 802.11b lo hace muy popular en el mercado. Usa DSSS y OFDM.

802.11a

Es una evolución del estándar 802.11, que fue creado en 1997 y lanzado al mercado en 1999 por la IEEE, para transmisiones inalámbricas con una velocidad de 54 Mbps en la banda de 5 GHz. Utiliza 52 subportadoras OFDM que lo hace un estándar accesible para redes locales inalámbricas con una velocidad real de hasta 20 Mbps. 802.11a proporciona 12 canales que no traslapan entre sí, 8 para red inalámbrica y 4 para conexiones punto a punto. No puede interconectarse con equipos del estándar 802.11b por usar diferentes bandas de frecuencia.

802.11n

La más reciente de las versiones de 802.11, se implantó apenas en 2008. Su nombre original es 802.11Tgn, su velocidad real puede alcanzar los 600 Mbps y su velocidad teórica superar dicha cantidad. Por su velocidad, más de diez veces mayor que 802.11a y 802.11g y cuarenta veces mayor que 802.11b, se espera que el alcance de las redes inalámbricas sea mayor. Usa la tecnología MIMO (*Multiple Input – Multiple Output*) que permite hacer uso de varios canales a la vez para enviar y recibir datos por diferentes antenas.

Puede operar en las frecuencias de 2.4 y 5 GHz y esto lo hace compatible con los equipos 802.11b, 802.11g y 802.11a, lo cual es una gran ventaja porque la banda de 5 GHz no está tan saturada como las de 2.4 GHz.

1.5 TCP/IP (*Transmission Control Protocol e Internet Protocol*).

TCP/IP es un conjunto muy completo de diversos protocolos especializados cada uno en un servicio. Las siglas se forman a partir del nombre de dos protocolos que realizan las funciones principales de TCP/IP (*Transmission Control Protocol e Internet Protocol*).

1.5.1 Antecedentes.

Puede ser que TCP/IP sea uno de los protocolos más antiguos usados en telecomunicaciones. Fue desarrollado por el departamento de proyectos avanzados de la defensa de Estados Unidos (DARPA, *Defense's Advanced Research Project Agency*) con el fin de hacer homogéneas las tecnologías de redes de cómputo. El protocolo inició su desarrollo en 1969 y se usó en la primera red “switchheada¹” del mundo, Arpanet, antecedente de Internet.

TCP/IP es el protocolo de Internet y diversas redes más pequeñas, por eso se ha convertido en una forma imprescindible de tecnología para redes de computadoras.

1.5.2 Arquitectura.

Una parte de la fuerza que ha hecho de TCP/IP un protocolo tan popular está dada por la habilidad para permitir que dispositivos de diversos fabricantes interoperen entre sí. Para esto el *hardware* y el *software* deben ser compatibles. El software del protocolo está definido por 4 niveles constituidos sobre el *hardware* de la red que opera. A continuación, en la Figura 1.6, vemos las 4 capas montadas sobre el *hardware* y su comparación con el Modelo de referencia OSI.

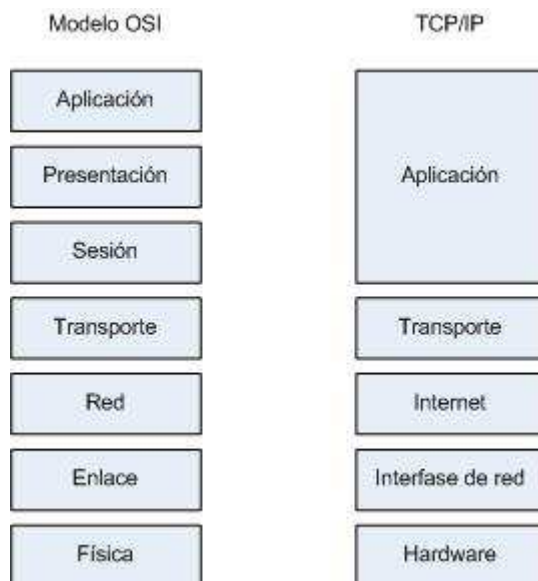


Figura 1.6 Comparación entre el Modelo OSI y el protocolo TCP/IP.

TCP/IP hace que la comunicación entre dos aplicaciones por Internet, parezca simple gracias a las funciones conjuntas de las 5 capas que se comunican entre sí. Teniendo en cuenta que Internet es una red compleja por su ambiente integrado de varias redes físicas.

¹ “Switchheada” es un término inglés castellanizado y se refiere a una red basada en conmutación de paquetes.

TCP/IP es muy flexible y permite la transferencia de grandes volúmenes de información a través de redes no confiables, garantizando que será recibida sin errores en su destino.

TCP es el protocolo de la capa de transporte y se encarga de formar segmentos para enviar la información de un emisor a un receptor y acceder a alguna aplicación. Estos segmentos son encapsulados por el protocolo IP de la capa de Internet y se conocen como datagramas IP o paquetes. Los datagramas IP permiten que los segmentos TCP que fueron creados a partir de alguna aplicación, sean transmitidos en la LAN o WAN.

Las redes TCP/IP permiten que la información sea enviada de un sistema a otro a otro sin la necesidad que el *hardware* ni el *software* sean del mismo fabricante. Arquitectura se refiere a una serie de roles que determinan el diseño y operación. La arquitectura de TCP/IP está diseñada para que niveles similares en un host transmisor y un host receptor, se comuniquen por medio de protocolos de comunicación y niveles consecutivos se provean un servicio. La Figura 1.7 ejemplifica esta característica.

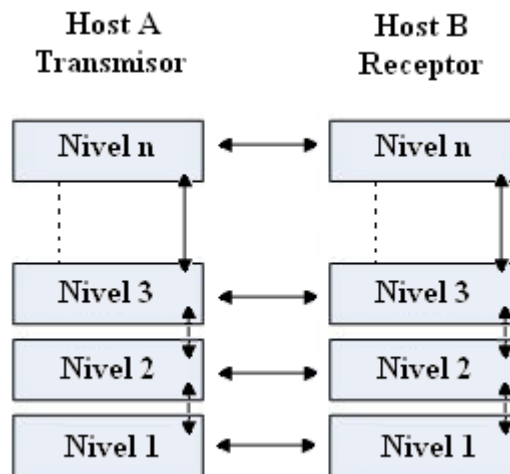


Figura 1.7. Comunicación entre protocolos de comunicación (flechas horizontales) y niveles de servicio (flechas verticales).

1.5.3 Protocolos de comunicación en TCP/IP.

Un protocolo de comunicación sirve para definir el formato de la unidad de datos que será intercambiada por dos niveles complementarios en *hosts* diferentes y los roles que determinan cómo será intercambiada. Los protocolos se pueden clasificar en:

- a) Protocolos orientados a conexión. Son aquellos que implementan un proceso parecido a un servicio telefónico, llamado *handshake*, que consta de 3 pasos:
 1. Establecer conexión (tono de llamada).
 2. Transferencia de datos (comunicarse).
 3. Deshabilitar conexión (colgar).

-
-
- b) Protocolos orientados a no conexión. Son aquellos protocolos que trabajan de manera similar a un servicio postal. No se necesita establecer conexión lógica entre el transmisor y el receptor. Se dice que este tipo de protocolos no son confiables.

En TCP/IP tenemos protocolos y estándares escalados, según la capa en la que trabajan:

Capa de Enlace:

- Estándares como 802.11, 802.3, etc. Engloban señalización, acceso al medio, etc.
- LLC (*Logical Link Control*).

Capa de Internet:

- ARP (*Address Resolution Protocol*). Se encarga de encontrar direcciones Físicas (direcciones MAC) a partir de una dirección IP.
- RARP (*Reverse Address Resolution Protocol*). Hace el proceso inverso de ARP, encuentra direcciones IP a partir de una dirección MAC.
- IP (*Internet Protocol*). Es un protocolo orientado a no conexión, que se encarga de encontrar la mejor ruta para alcanzar un destino.
- ICMP (*Internet Control Message Protocol*). Se encarga del control y aviso de errores que le ocurren al protocolo IP.

Capa de Transporte:

- UDP (*User Datagram Protocol*). Es el protocolo que permite el envío de datagramas a través de la red sin establecer una conexión. No tiene control de flujo ni confirmación, por lo cual no es un protocolo seguro. Se usa en aplicaciones como DNS y DHCP.
- TCP (*Transmission Control Protocol*). Es usado en Internet por aplicaciones que establecen una conexión lógica entre el transmisor y receptor. El protocolo garantiza la entrega de los datos en su destino en el mismo orden que fueron enviados y sin errores.

Capa de Aplicación:

- DNS (*Domain Name System*). Se encarga de resolver nombres de dominio a direcciones IP.
- FTP (*File Transfer Protocol*). Es el protocolo de transferencia de archivos basado en la arquitectura cliente-servidor. Usa el puerto reservado 21.
- POP (*Post Office Protocol*). Se encarga de la recepción de correo electrónico. Usa el puerto reservado 110.
- SMTP (*Simple Mail Transfer Protocol*). Se encarga del envío de correo electrónico. Usa el puerto reservado 25.

-
-
- HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*). Es el protocolo de transferencia de hipertexto, se encarga de definir la sintaxis y semántica que utilizan programas en la web. Sigue el esquema petición-repuesta entre un cliente y un servidor. Usa el puerto reservado 80.
 - TELNET (*Telecommunication Network*). Es el protocolo de red que sirve para tener acceso a un equipo y poder manipularlo como si estuviéramos sentados delante de él, pero se hace por medio de la red. Generalmente usa el puerto reservado 23.
 - WWW (*World Wide Web*). Red mundial global, es un sistema de hipertexto enlazada y accesible a través de Internet para visualizar páginas web que pueden contener texto, imágenes, video, multimedia, etc.

1.5.4 Enrutamiento.

Es el proceso por el cual dos estaciones que se encuentran en la red TCP/IP, usan la mejor ruta para comunicarse.

El *router* es el encargado de este proceso y para ello se auxilia de una tabla con los números de redes y subredes que conoce. Esta tabla también se conoce como tabla de ruteo o enrutamiento y registra cuales conexiones pueden ser usadas para alcanzar una red destino.

Un *router* trabaja con los números de red y subred de una dirección IP destino combinados con mediciones de desempeño conocidas como métricas, como son: distancia, retraso de tránsito, promedio de errores y costo.

Protocolos de enrutamiento o ruteo:

- RIP (*Routing Information Protocol*).
- OSPF (*Open Shortest Path First*).
- BGP (*Border Gateway Protocol*).
- IGRP (*Interior Gateway Routing Protocol*).
- ISIS (*Integrated Intermediate System to Intermediate System*).

1.5.5 Asignación de direcciones.

El protocolo IP se encarga de dirigir la información que se transmite entre dos nodos de la red. Para ello IP proporciona los mecanismos, pero no garantiza que los datos lleguen seguros. Esta segunda tarea la efectúa TCP, además de revisar el orden correcto. El protocolo IP se encarga de formar a partir de la información paquetes que puede enviar a través de la red.

Para enviar los paquetes a un destino concreto, IP asigna direcciones a cada computadora de la red. Esta dirección tiene un tamaño de 4 bytes, o sea 32 bits, acomodados en 4 octetos. Ejemplo: 132.248.190.164 (equipo dentro de la red de la UNAM).

Clases de direcciones IP.

Para clasificar las redes de distintos tamaños, las direcciones IP están divididas por rangos denominados clases. A esto se le conoce como direccionamiento con clase, donde cada dirección IP de 32 bits (4 bytes u octetos) se divide en una parte para definir la red y otra para definir al *host* o equipo. Hay 5 clases de direcciones IP:

- **Direcciones de clase A.** Se diseñaron para redes extremadamente grandes. El primer bit de una dirección de clase A siempre es 0. El número más bajo que se puede formar es el decimal 0 (binario 00000000) y el más alto es el decimal 127 (binario 01111111). Sin embargo 0 y 127 están reservados y no pueden utilizarse como direcciones de red. Toda dirección con valor inicial entre 1 y 126 es de clase A.

Esta clase de direcciones tienen una máscara de subred 255.0.0.0, que indica que el primer byte (8 bits) define la red y los tres octetos restantes se utilizan para el host. La Tabla 1.6 ejemplifica este caso.

Red	Host	Host	Host
8 bits	24 bits		

Tabla 1.6. Bits de red y de host para la clase A.

- **Direcciones clase B.** Se diseñaron para redes de tamaño mediano a grande. Los dos primeros bits del primer octeto son siempre 10 binario y el resto puede ser cualquier combinación binaria. El número más pequeño que puede formarse es el 128 decimal (binario 10000000) y el más grande es el decimal 191 (binario 10111111). Cualquier dirección entre este rango es de clase B.

Esta clase de direcciones tienen una máscara de subred 255.255.0.0, que indica que utilizan dos bytes (16 bits) para definir la red y los dos octetos restantes se utilizan para el host. La Tabla 1.7 ejemplifica este caso.

Red	Red	Host	Host
16 bits		16 bits	

Tabla 1.7. Bits de red y de host para la clase B.

- **Direcciones clase C.** Son la clase más utilizada porque fue pensada para muchas redes pequeñas. Este grupo de direcciones comienza en el decimal 192 (binario 11000000) y termina con decimal 223 (binario 11011111). Se identifican siempre por iniciar con el binario 110.

Esta clase de direcciones tienen una máscara de subred 255.255.255.0, que indica que utilizan tres bytes (24 bits) para definir la red y el octeto restantes se utiliza para el host. La Tabla 1.8 ejemplifica este caso.

Red	Red	Red	Host
24 bits			8 bits

Tabla 1.8. Bits de red y de host para la clase C.

- **Direcciones clase D.** Se crearon para la difusión (*multicast*), una dirección de difusión es una dirección de red única que engloba a un grupo de receptores. Los primeros 4 bits siempre son 1110 binario, es decir 224 en decimal y el rango de direcciones oscila entre este valor y el 239 en decimal.

-
-
- **Direcciones clase E.** El grupo de Ingeniería de Internet (IETF) ha reservado el rango formado por la dirección decimal 240 (11110000 binario) y 255 (11111111 binario) para su propia investigación.

Ciertas direcciones están reservadas y no pueden asignarse a los dispositivos de una red. A continuación se describen.

Direcciones reservadas para la parte de red.

Las direcciones que en el primer byte de red usen 0, están reservadas para asignar una ruta por default. Ejemplo: 0.0.0.0

Las direcciones que en el primer byte de red usen 127 serán definidas para la comprobación de bucles de prueba. Es decir, máquinas locales que se envían paquetes a ellas mismas para comprobar la pila del protocolo TCP/IP. Ejemplo: 127.0.0.1.

Direcciones reservadas para la parte de host.

Dentro de las cinco clases de direcciones, los bytes 0 en el lugar del *host* están reservados para el nombramiento de toda la red. Por ejemplo, la dirección clase C, 198.150.11.0 representa a todas las direcciones comprendidas entre el segmento 198.150.11.1 y 198.150.11.254. La dirección 172.16.0.0 representa todas las direcciones de clase B comprendidas entre la 172.16.1.1 y 172.16.254.254.

La última dirección posible en los bytes de host, es decir el decimal 255 (binario 11111111) está reservada para la señal de difusión (*broadcast*). Esta señal se utiliza para difundir paquetes a todos los dispositivos que forman parte de la misma red.

Direcciones públicas y privadas.

La estabilidad de Internet depende de que las direcciones usadas sean únicas en todo el mundo.

Las direcciones IP públicas son únicas en todo el mundo, no hay dos máquinas conectadas a una red pública que tengan la misma dirección IP, porque estas direcciones públicas son globales y normalizadas. Las direcciones IP públicas se obtienen de un proveedor de servicios de Internet (ISP). Debido al crecimiento, este tipo de direcciones han comenzado a agotarse, por lo que se han desarrollado nuevos esquemas de direccionamiento, como IPv6.

Otra solución al problema de la escasez de direcciones públicas es el uso de direcciones privadas. Los *hosts* de Internet requieren de una dirección IP global única, sin embargo las redes privadas que no estén conectadas directamente a Internet pueden utilizar cualquier dirección válida con tal de que sea la única con esa dirección en su red privada. El RFC 1918 aparta tres bloques de direcciones IP, una de clase A, B y C para uso privado, la siguiente Tabla 1.9 describe lo anterior.

Clase de Dirección IP	Red de Direcciones Privadas
Clase A	10.0.0.0
Clase B	172.16.0.0
Clase C	192.168.1.0

Tabla 1.9. Segmentos de Direcciones Privadas de cada clase.

1.6 Otros conceptos importantes.

Los siguientes son conceptos importantes para familiarizarse más con el lenguaje de redes.

1.6.1 Ancho de Banda.

Existen dos tipos de ancho de banda, el analógico y el digital.

El ancho de banda analógico se mide según la cantidad de espectro electromagnético que está ocupado una señal. La unidad para el ancho de banda analógico es el Hertz o Hercio (Hz), que equivale a un ciclo por segundo. Estas unidades son las usadas para describir el ancho de banda de los teléfonos inalámbricos (900 MHz a 2.4 GHz) o de las redes inalámbricas como 802.11b (2.4 GHz).

El ancho de banda digital se define como la cantidad de información que puede fluir a través de la red en un periodo de tiempo. Es decir, es el número máximo de bits que teóricamente pueden pasar a través de un espacio en una cantidad de tiempo específica. La unidad básica del ancho de banda es el bit por segundo (bps) y sus múltiplos.

El ancho de banda es finito, independientemente del medio utilizado y está limitado por la capacidad de la red para transportar información. El ancho de banda está limitado tanto por las leyes de la física, como por las tecnologías empleadas para colocar la información en el medio. Por ejemplo, las propiedades físicas de los cables telefónicos de par trenzado y la tecnología del módem limitan la tasa de transferencia de los módems convencionales a 56 Kbps.

El ancho de banda no es libre, es posible comprar equipamiento para una red LAN que proporcione ancho de banda teóricamente ilimitado durante mucho tiempo. Para las redes WAN casi siempre es necesario comprar ancho de banda a un proveedor de servicios, lo cual es una limitante a la hora de tomar decisiones apropiadas con la administración de la red.

Una analogía que puede ayudar a describir y entender el término de ancho de banda, es compararlo con la anchura de una tubería de agua. Estas tuberías tienen diferentes diámetros y esta característica define la capacidad de transportar agua. En esta analogía el agua es como la información y el diámetro de la tubería como el ancho de banda.

Aunque los términos ancho de banda y velocidad de transmisión se utilizan a menudo de forma indistinta, no son exactamente lo mismo. Por ejemplo dos conexiones de diferente ancho de banda pueden transportar datos a la misma velocidad si las condiciones determinan que la conexión con mayor ancho no está usando su máxima capacidad y en la de menor ancho de banda sí.

La tasa de transferencia o rendimiento se refiere al ancho de banda real medido en un momento, empleando rutas concretas, mientras se transmite un conjunto específico de datos. Por muchas razones

la tasa de transferencia es frecuentemente menor que el máximo ancho de banda digital posible, debido a factores como: dispositivos de interconexión, tipo de datos a transmitir, topología de red, número de usuarios en la red, PC del usuario, servidor, etc. La fórmula para obtener la tasa de transferencia es $T = S / BW$ (tiempo de transferencia = tamaño del fichero / ancho de banda).

1.6.2 Frame Relay.

Es un estándar internacional para redes de datos, públicas y privadas, que se basa en la retransmisión de tramas. Está orientado a conmutación de paquetes y múltiples conexiones lógicas sobre un solo enlace físico.

El estándar *Frame Relay* se define en la recomendación I.122 de la CCITT (*Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique*, 1998) y se utiliza para un servicio de transmisión de voz y datos de alta velocidad que permite la interconexión de redes LAN separadas geográficamente a bajo costo.

Su velocidad y rendimiento es el resultado los múltiples circuitos virtuales que comparten un puerto de una sola línea. Los servicios de *Frame Relay* son confiables y de alto rendimiento. *Frame Relay* es recomendable para necesidades de conexión de mediana o alta velocidad de datos entre múltiples localidades distantes.

Frame Relay trabaja en los 2 primeros niveles del modelo OSI. Al no intervenir en la capa de red (nivel 3), todos los protocolos que funcionen en ese nivel o mayor son transferidos en la red de manera transparente.

Frame Relay opera bajo el supuesto que las conexiones son confiables y transporta únicamente datos. Elimina gran parte del control y detección de errores de otros protocolos, por lo que requiere menos procesamiento.

En una red *Frame Relay* se transfieren datos entre dos equipos, un DTE y un DCE o entre dos DTEs. La red recibe las tramas del equipo transmisor y verifica su estructura, longitud y el CRC (*Cycle Redundancy Check*). Si la información es aceptable, la red envía la trama a su destino, identificado por un campo de información en la trama. La red es también responsable de mantener el orden de las tramas y asegurar que no sean duplicadas.

1.6.3 MPLS (*Multiprotocol Label Switching*).

MPLS significa conmutación multi-protocolar por medio de etiquetas.

Es un método de transporte de datos estándar definido en el RFC 3031 y creado por la IETF (*Internet Engineering Task Force*). Opera entre la capa de enlace y la capa de red del modelo OSI. Fue diseñado para unificar el servicio de transporte de datos para las redes basadas en conmutación de circuitos y las basadas en conmutación de paquetes. Puede ser utilizado para transportar paquetes de voz y paquetes de datos.

Con MPLS se forma una red privada IP que combina la flexibilidad de las comunicaciones punto a punto de Internet y la fiabilidad, calidad y seguridad de los servicios *Frame Relay* o ATM.

MPLS ofrece niveles de rendimiento diferenciados y priorización del tránsito, así como aplicaciones de voz y multimedia en una misma red.

Para poder crear circuitos virtuales se pensó en la utilización de etiquetas añadidas a los paquetes. Estas etiquetas definen el circuito virtual por toda la red. Inicialmente se plantearon dos métodos diferentes de etiquetamiento, uno en capa 2 y el otro en capa 3.

Estos circuitos virtuales están asociados con una QoS (*Quality of Service*, Calidad de Servicio) determinada.

La opción de capa 2 es más interesante, porque es independiente de la capa de red o capa 3 y además permite una conmutación más rápida, debido a que la cabecera de capa 2 está antes de capa 3.

El administrador de una red MPLS puede establecer caminos para transportar Redes Privadas Virtuales tipo IP (IP VPN) mediante etiquetas (LSP). En muchos aspectos las redes MPLS se parecen a las redes *Frame Relay*, con la diferencia de que la red MPLS es independiente del transporte en capa 2 (en el modelo OSI).

En el contexto de las redes privadas virtuales, los *routers* que funcionan como ingreso o regreso a la red son llamados “*routers* de frontera”, los dispositivos que sirven solo de tránsito son llamados “*routers* de proveedor”.

1.6.4 H323.

Los estándares H323 proveen un sustento para comunicaciones de audio y video a través de redes basadas en el protocolo IP, incluida la red de Internet. H323 es un conjunto completo de recomendaciones respaldadas por la ITU (*International Telecommunications Union*) que establecen estándares para la comunicación de multimedia sobre redes LAN, en tiempo real. Gracias a H323 es posible que un sólo estándar permita:

- Interoperabilidad de aplicaciones con hardware y software distintos sobre IP.
- Interoperabilidad con RDSI (Red Digital de Servicios Integrados, en inglés ISDN) y RTB (Red Telefónica Básica).

H.323 define una serie de entidades con funcionalidades en una red:

Gatekeeper:

Dentro de su zona LAN actúa de monitor de la red, proporcionando los servicios de resolución de direcciones (por ejemplo, asignación de la dirección IP a su alias, ya sea número telefónico o nombre) y de conceder permisos de llamadas.

MCU (*Multipoint Control Unit*):

Son los sistemas encargados del control de las conferencias múltiples, proporciona todos los servicios para establecer comunicaciones multipunto.

Terminal:

Son los dispositivos que se pueden conectar directamente vía IP y soportan H.323.

Gateway:

Son los sistemas encargados de permitir que los equipos H.323 puedan operar con otras redes, H.323 predefine un número de dispositivos, los actualmente definidos son:

- *H.320* (interconexión con terminales de videoconferencia RDSI).
- *H.324* (terminales de videoconferencia sobre telefonía) y dispositivos RTB.

Proxy:

Son los sistemas que actúan como intermediarios entre diversas entidades, tal y como lo hacen los proxies en las redes IP.

H.323 incluye intranets. Las siguientes son las recomendaciones que pertenecen a este estándar:

- H.323 documentos que describen la operación de sistemas H.323.
- H.225.0 especifica mensajes para control de llamada, incluyendo señalización, registro y admisiones, además de encapsulación y sincronización de flujos multimedia.
- H.245 especifica mensajes para abrir y cerrar canales para flujo multimedia además de indicaciones y solicitudes.
- H.450.X es una serie de recomendaciones suplementarias de servicio, define procedimientos de señalización usados para proveer servicios similares a los servicios de telefonía avanzados.
- H.235 Define los trabajos de implementación para integrar seguridad autenticación y encriptación en sistemas H.323.
- H.263 especifica un nuevo códec de vídeo sobre red telefónica pública (PSTN), es una mejora de H.261.
 - G.711 códec de audio a 3.1 Khz a 48, 56 y 64 Kbps (telefonía normal).
 - G.722 códec de audio a 7 Khz a 48, 56 y 64 Kbps.
 - G728 códec de audio a 3.1 Khz a 16 Kbps.
 - G723 códec de audio en modos 5.3 y 6.3 Kbps
 - G.729 códec de audio a 8kbps

RAS es la recomendación para el establecimiento y el mantenimiento de conexiones H.323, que hace uso de tránsito sobre TCP y UDP bajo un proceso denominado RAS (*Register, Admission and Status*).

Dicho proceso utiliza los siguientes estándares para su operación:

- H.225: Canal de registro, admisión y estado, se usa para transportar mensajes que usa el gatekeeper para el descubrimiento y registro de puntos finales su estado y su control.
- H.225 (*Call Signaling*): H.225.0 v2 es un estándar que cubre servicios de videotelefonía de banda angosta, definidos en la serie de recomendaciones H.200 / AV.120, este especifica el

manejo necesario para todas aquellas situaciones donde la ruta de transmisión incluye una o más redes basadas en paquetes, cada una de las cuales se configura para suministrar calidad de servicio no garantizada que usa metodologías similares a la N-ISDN Q.931.

- H.245 (*Multimedia Communication Control*): H.245 Es una línea de transmisión de señales no telefónicas. Incluye capacidad de transmisión y recepción así como el modo de preferencia desde el punto receptor, se especifican procedimientos de señalización de canal lógica, señalización de control y acuse de indicaciones para asegurar una comunicación de datos y audiovisual confiable

Los mensajes H.245 están en sintaxis ASN.1 que consiste en un intercambio de mensajes de tipo “*Multimedia System Control Message*”, los mensajes pueden ser definidos como una petición, una respuesta, un comando o una indicación.

Ahora se cuenta con un marco teórico que permitirá tener las bases para entender mucha terminología de los próximos capítulos de este trabajo. Nótese que además se cuenta con un glosario básico necesario en la parte final del trabajo. Con estos puntos se espera hacer lo más comprensible posible el desarrollo del caso práctico “Expansión de la red de una empresa abarrotera en México”. En el Capítulo 2, “Situación de la Empresa”, se planteará un antecedente y problemática, y en el Capítulo 3, “Proyecto de Expansión de la red”, se desarrolla la solución integral que se llevó a cabo.

2 SITUACIÓN DE LA EMPRESA.

Para seguir la política de la Empresa, que exige mantenerla en el anonimato, usaremos el nombre genérico: “Abarrotes S”, para referirnos a ella durante el desarrollo del trabajo.

En este capítulo se describe a grandes rasgos a Abarrotes S, ¿quién es? y ¿a qué se dedica?. Mencionaré datos importantes de su historia y algunas cifras que ayudan a comprender su dimensión y crecimiento. Junto con la descripción de su solución de comunicaciones, sentarán el inicio, que es comprender el planteamiento del problema y la propuesta de solución desarrollada en el Capítulo 3 de este trabajo.

2.1 ¿Quién es Abarrotes S?.

Es un grupo líder en la distribución de abarrotes y productos complementarios en México. Cuenta con una historia de más de 60 años operando en el mercado nacional. A través de su extensa red de centros de distribución, mostradores y tiendas de autoservicio especializado, ubicados a lo largo del territorio nacional. Atiende a un amplio mercado conformado principalmente por clientes mayoristas, medio mayoristas y detallistas que participan en el canal tradicional.

2.1.1 Misión y visión¹.

Misión.

Ser un grupo empresarial institucionalmente organizado, que asegure su unidad, permanencia, crecimiento y trascendencia; que trabaje con calidad para lograr empresas productivas con sentido humano y exitosas en el cumplimiento de sus objetivos económicos y sociales; que desarrolle y consolide empresas competitivas a nivel internacional, líderes en la fabricación y comercialización de productos de consumo generalizado.

Ser el distribuidor y comercializador más eficiente y rentable de abarrotes y productos de consumo masivo para México y área de influencia, preservando los valores de la organización. Ser la mejor opción de compra de despensa en cuanto a proximidad en la cobertura de necesidades de abarrotes y otros productos básicos para el hogar.

Visión.

Ser una empresa de clase mundial en la comercialización, distribución, servicios de logística y mercadeo de abarrotes y productos complementarios.

2.1.2 Breve historia de Abarrotes S.

Fueron 5 hermanos originarios de Michoacán los que iniciaron en 1940 sus operaciones como socios, en una tienda de semillas y abarrotes. Este fue el inicio de lo que hoy es un importante grupo empresarial que se dedica a la distribución y en general al negocio de los abarrotes con proyección en todo el país.

En la década de los 60's crecen los negocios y se sientan las bases para que en los 90's se abran tres centros de distribución y dos plantas de chocolates, una en la Ciudad de México y otra en Guadalajara.

¹ Tomados de la página oficial de Abarrotes S.

En los 80's se forma la Estructura Corporativa y se integran las empresas que forman hoy en día al Grupo, consolidando su fuerza.

A principios de los 90's se incorpora al grupo un nuevo formato de negocio de autoservicio.

En 1996 el grupo consolida su posición empresarial cotizando en la Bolsa Mexicana de Valores.

En el 2004 se crea un nuevo formato de negocio de comercialización de confitería en el canal de mayoreo. En este mismo año se desarrolla la línea de marcas propias contando con una amplia variedad de productos.

En el 2005 el grupo decide incursionar en un nuevo formato de negocio con canal de menudeo y trato directo con el usuario final.

2.2 Organización de la Empresa.

Actualmente el grupo cuenta con más de 4,566 colaboradores a nivel nacional. Da servicio a alrededor de 180 mil puntos de venta en la República. Cubre más de 600 rutas comerciales abarcando las 50 ciudades más importantes del país. Tiene capacidad de distribuir diariamente más de 7,000 toneladas de producto en caja cerrada. Exporta a varios países de Latinoamérica y América del Norte.²

2.2.1 Organigrama de Abarrotes S.

La organización de la Empresa inicia con el elemento más importante en la jerarquía, el consejo de dueños y accionistas. Le preside en importancia el Corporativo, formado por la dirección general, dirección corporativa de tiendas de autoservicio y dirección corporativa de sucursales mayoristas.

Debajo de la dirección general existen direcciones corporativas de área, como: la dirección de tecnologías de la información, dirección de recursos humanos, dirección jurídica, dirección de finanzas, dirección de auditoría interna y dirección de operaciones corporativa. Estas direcciones son comunes tanto a la dirección corporativa de tiendas de autoservicio como a la dirección corporativa de sucursales mayoristas. Debajo de cada una de estas direcciones hay gerencias y coordinaciones.

La dirección corporativa de tiendas de autoservicio administra alrededor de 135 tiendas distribuidas en la República Mexicana. Por lo general estas tiendas se localizan en poblados pequeños donde no hay grandes centros comerciales ni central de abastos, pues su perfil es llevar productos de canasta básica directo al usuario final.

La dirección corporativa de sucursales mayoristas está dividida en dos grandes zonas: dirección regional norte y dirección regional sur.

A grandes rasgos el organigrama de la Empresa se muestra en la siguiente Figura 2.1.

² Datos tomados de la página de Abarrotes S, año 2007.

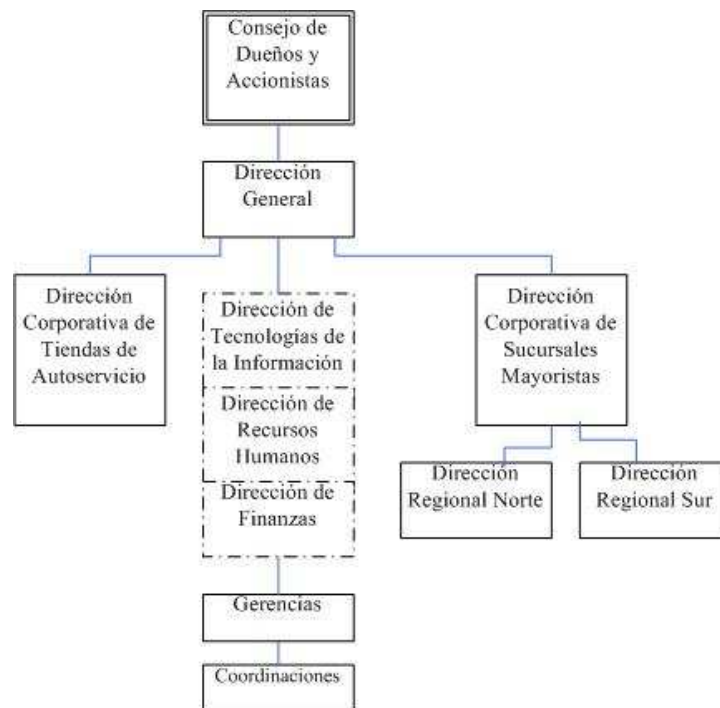


Figura 2.1. Organigrama general de Abarrotes S.

2.2.2 El Corporativo.

El Corporativo es la estructura de la Empresa que se encarga de centralizar la información de las sucursales mayoristas y tiendas de autoservicio, para procesarla y con ello tomar decisiones junto con el consejo de dueños y accionistas.

La estructura corporativa fue fundada a principios de los 80's y desde entonces ha evolucionado según las necesidades del grupo. Actualmente en el Corporativo laboran casi 300 personas.

El edificio del Corporativo.

Físicamente el Corporativo se localiza en un edificio propio de la Empresa ubicado al sur de la Ciudad de México. El edificio tiene, entre otras características, cuatro pisos, planta baja, sótano y *mezanine*. Está acondicionado para dar lugar de trabajo a 150 personas aproximadamente. El edificio es relativamente nuevo, tiene aproximadamente 15 años de haber sido inaugurado.

Tanto los cuatro pisos como la planta baja cuentan con cableado eléctrico, de voz y datos, en operación.

2.3 La solución de comunicaciones de Abarrotes S.

Describiré de manera general la red de datos y voz como una solución completa de comunicaciones.

2.3.1 Necesidades de comunicación de Abarrotes S.

La Empresa tiene necesidades de comunicación para aplicaciones de voz y de datos. Las aplicaciones primordiales son:

-
-
- SIC (Sistema Integral de Comercialización), es la aplicación central propietaria de la Empresa. Consiste en la herramienta para operar las ventas, incluye catálogos, listas de precios, inventarios, etc.
 - Tesorería centralizada, es el software que da sustento al manejo de capital de la empresa. De aquí se obtiene información básica de tesorería como cuentas por pagar y cobrar.
 - SOC (Sistema de Órdenes de Compra), es el software propietario de logística de la operación de la Empresa. En conjunto con los otros sistemas sirven para centralizar la información, manejarla y tomar decisiones.
 - SAP (*Systeme Anwendungen und Produkte*), es una solución ERP (*Enterprise Resource Planning*). Un ERP es un conjunto de aplicaciones de software para soluciones integradas de negocios. En Abarrotes S es la una importante solución en el área contable.
 - Correo electrónico, es una herramienta muy flexible, sencilla y poderosa para comunicación de la empresa.
 - Telefonía, es una aplicación básica de comunicación directa, con servicios digitales como conferencia, desvío de llamada, transferencia, identificador, etc.
 - Acceso a *Internet*. Es importante en especial por los pagos electrónicos, levantamiento de pedidos por medio de terminales de captura (TPs) y en general comunicación y conexión con el mundo.
 - Antivirus Corporativo de Symantec. Administra el servicio de antivirus a clientes conectados a la red de datos.
 - Sistema de nóminas, es la aplicación que centraliza toda la información de Recursos Humanos. De ella dependen todos los movimientos de nóminas.
 - Mensajería Unificada. Se usa en puestos estratégicos por tratarse de un sistema que conjunta en una sola aplicación buzón de voz, servidores de correo y fax.
 - Servidor de dominio de Windows con la herramienta *Active Directory*.

Estas necesidades son resueltas por una solución completa de telecomunicaciones que ofrece la conectividad entre las sucursales, las terminales de captura de pedidos (TP's) y el Corporativo de la Empresa, se ilustra en la Figura 2.2.

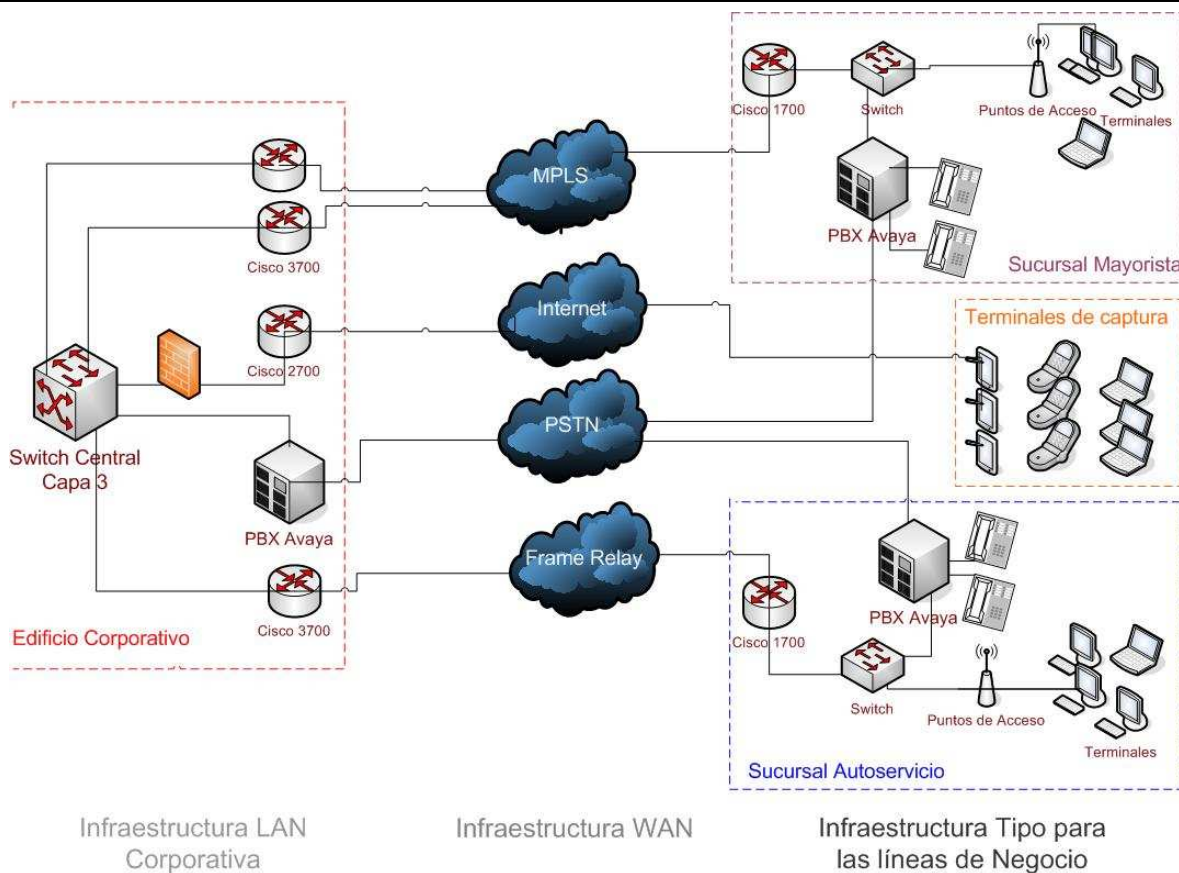


Figura 2.2. Solución de telecomunicaciones de Abarrotes S.

Para entender el funcionamiento de la solución, conviene describirla por las partes principales en que se basa:

- Infraestructura LAN corporativa.
- Infraestructura para las dos líneas de negocio (mayoreo y autoservicio).
- Infraestructura WAN que los interconecta.
- Plan de negocio con los socios tecnológicos (Red Uno, Telmex, Avaya).

2.3.2 Infraestructura WAN.

Es la infraestructura que interconecta las sucursales de la Empresa con la LAN corporativa. Ésta infraestructura WAN está sustentada en dos tecnologías: MPLS y *Frame Relay*.

El núcleo (conocido como *backbone* o *core*) de MPLS, es una infraestructura suministrada por Red Uno. Las sucursales, dependiendo del ancho de banda que requieren, pueden acceder a la nube de MPLS por medio de enlaces de *Frame Relay* de 128 Kbps o PPP de 1 Mbps. En PPP están las sucursales que requieren mayor ancho de banda, en este caso las sucursales mayoristas más grandes, como Puebla, Jalisco y Distrito Federal.

La infraestructura MPLS soporta voz y datos, para ello los equipos cuentan con Calidad de Servicio (QoS).

Red Uno se encarga de recibir los paquetes PPP o *Frame Relay*, por medio del equipo de frontera, convertirlos a MPLS, encaminarlos y entregarlos a su destino en el protocolo adecuado.

El núcleo de *Frame Relay* se usa para comunicar a las tiendas de autoservicio con la LAN Corporativa. Esta parte funciona de manera similar que la de MPLS, se tiene un contrato con Red Uno para que sean ellos los que se encarguen de garantizar el enlace a las sucursales dispersas por el país, Red Uno administra los equipos dentro de la nube y la gente del Corporativo puede tomar decisiones sobre ellos. Los enlaces de *Frame Relay* son de 128 Mbps para cada sucursal.

La red de *Frame Relay* se forma con un equipo *Router* Central (en la LAN Corporativa) y equipos *routers* periféricos (en las sucursales), todos ellos marca Cisco, interconectados por medio de la nube antes mencionada. El enlace está constituido en formato punto-multipunto. Se cuenta con tres enlaces E1 para recibir la información en la LAN Corporativa.

Infraestructura de voz.

La solución WAN de voz, además de hacer uso de las tecnologías antes mencionadas, incluye conmutadores (PBX, *Private Branch Exchange*) Avaya Definity Prologix, la inclusión de troncales sobre protocolo IP a través de tecnología H323 y extensiones 1700 de Telmex.

El conmutador central que se encuentra en Corporativo, actúa como cerebro de la red, de ahí se derivan los recursos necesarios para tener dos canales de comunicación de voz full dúplex por cada sucursal, en total el conmutador recibe y controla 76 conexiones de VoIP.

Cada conmutador está equipado con 3 tarjetas que le permiten trabajar en modalidad de datos.

- 1 Tarjeta *clan* que se usa para establecer y controlar las llamadas de voz sobre IP que llegan o que se realizan desde o hacia el conmutador local.
- 1 Tarjeta *medpro* que se encarga de convertir la señal de voz en paquetes IP.
- 1 Tarjeta *clan* secundaria, que permite hacer la gestión remota del equipo vía protocolo TCP/IP.

El plan general de configuración de la red telefónica permite llamar de una extensión a otra marcando únicamente 4 dígitos sin importar la localización física de la extensión destino. Dentro del plan de marcación de la red están dadas de alta todas las extensiones de los usuarios así como faxes y sistemas de correo de voz.

Cuando se requiere realizar una llamada el usuario que llama, digita los cuatro números de la extensión.

Si la llamada es local al conmutador, la conexión se direcciona a la extensión correspondiente. Si la llamada va a otra localidad dentro del plan de marcación VoIP, la tarjeta *clan* establece la conexión y registro (RAS) con el conmutador remoto. Una vez que las condiciones de llamada están establecidas, la tarjeta *medpro* se encarga de encapsular y enviar el audio a través de la red al conmutador destino. Ente tanto, el conmutador destino, hace el mismo proceso para permitir la recepción de la llamada.

Las condiciones de calidad de servicio para la realización de esta comunicación están soportadas por la red MPLS que proporciona Red Uno.

Esta solución hace eficiente la comunicación entre sucursales y corporativo, bajando costos por larga distancia. Tiene como limitante que cada sucursal solo puede realizar un máximo de dos comunicaciones simultáneas bajo esta modalidad, una tercera llamada no encontrara recursos para llevarse a cabo.

Existe una modalidad, la cual ayuda a minimizar esta carencia, el plan de marcación está programado, en base a una jerarquía basada en los organigramas, que hace posible realizar una marcación alternativa, la cual, al detectar la saturación de recursos VoIP, direcciona la llamada a la recepción de la sucursal destino, pero a través de una llamada bajo plan 1700 provisto por la red pública (PSTN) de Telmex.

2.3.3 Esquemas de infraestructura para las dos líneas de negocio.

La Empresa tiene dos tipos de línea de negocio: La sucursal Mayorista y la tienda de autoservicio. Para cada una se maneja una infraestructura prototipo que se replica en los puntos dispersos por el país.

Infraestructura prototipo para sucursales mayoristas.

Se compone básicamente de un *router* que sirve para conectar la red LAN de la sucursal con la nube de MPLS, por un enlace PPP. Un *switch* o *stack* de *switches* que interconecta los equipos terminales de la red con el *router*. Un conmutador Avaya Definy Prologix que interconecta los teléfonos con el *switch*. Y los equipos terminales: teléfonos, PC's, servidores, impresoras, puntos de acceso (APs), *laptops*, etc.

Infraestructura prototipo para las tiendas de autoservicio.

El esquema es básicamente el mismo que el de la sucursal mayorista, sólo que este tipo de punto de venta es más pequeño, por lo tanto cuenta con menos equipos terminales, un *switch* más pequeño y la mayoría no cuenta con red inalámbrica. Esta infraestructura está conectada por una red de *Frame Relay* a la LAN corporativa.

2.3.4 Plan de negocio con los socios tecnológicos.

Consiste en las alianzas estratégicas con los socios tecnológicos, que ofrecen beneficios a Abarrotes S y complementan la solución de comunicaciones. Los planes de negocio con Telmex, Red Uno y Avaya, se describen a continuación.

El plan de negocio con Telmex.

Consiste en un contrato que proporciona servicios que le da a la Empresa tarifas preferenciales en:

- Larga distancia.
- Contrato de enlaces de *Internet* de alta velocidad (2,048 Kbps).
- Líneas 1 800, para que los vendedores marquen a las sucursales sin que les cueste la llamada y transmitan los pedidos a través de sistemas TP (Terminales Portátiles).
- Líneas 1 700, para que se haga una red mallada y entre todos los números que existen en la empresa se puedan marcar a un precio más bajo.

Plan con Red Uno.

Consiste en el contrato que da beneficios en la renta de enlaces E1, así como el uso de la Infraestructura WAN, MPLS y *Frame Relay* para la conexión con las sucursales. Por medio de un contrato de arrendamiento de “puerto extendido” con los equipos, este consiste en que Red Uno es el dueño de los equipos, su personal se encarga de la configuración y administración, pero la empresa toma decisiones sobre ellos.

Plan con Avaya.

Consiste en el uso de equipo Avaya para la parte de comunicaciones de voz, por medio del contrato de “puerto extendido” con el distribuidor, en este caso Red Uno. Es importante señalar que este proyecto de solución se quedó en una etapa de lo que se pensaba como una solución completa de voz y datos. Por cuestiones de estrategia de la Empresa la solución ha quedado como la describo, aunque en un inicio fue pensada como un proyecto más grande.

2.3.5 La infraestructura LAN Corporativa.

El cableado de la red LAN Corporativa cumple con los estándares de cableado estructurado, TIA/EIA-568-B (Estándar de cableado para edificios comerciales) y TIA/EIA-569-B (Norma de construcción comercial para vías y espacios de telecomunicaciones). Para describirla, me guiaré con los seis principales subsistemas de cableado estructurado: subsistema de cableado vertical, subsistema de cableado horizontal, salida de área de trabajo, cuarto o espacio de telecomunicaciones, cuarto o Espacio de equipo y cuarto o espacio de entrada de servicios.

Cuarto o espacio de equipo.

El cuarto de equipo o *site* guarda equipo principal como *routers*, *firewall* (PIX, *Private Internet Exchange*), servidores SAP, servidores Intel y el *switch* central de capa 3. Este cuarto se encuentra ubicado en la planta baja del edificio. El *site* tiene 25 m² de área aproximada, está equipado con aire acondicionado, iluminación, sensores de fuego, planta de emergencia independiente y salida de emergencia. Aquí se encuentra equipo de *backbone* y distribución de la red de datos. De aquí se derivan las conexiones que comunican a la red de datos de planta baja, sótano y demás pisos del edificio.

Aquí se encuentran tres *routers* Cisco 3700. Uno como frontera de la red LAN y la nube de *Frame Relay*, otro como frontera con la nube de MPLS en la parte de voz y el tercero de igual forma pero para la parte de datos.

Dentro de la LAN Corporativa, la parte de datos está basada en *switches*. El *switch* central es de capa 3, descripción Avaya P882 de altas prestaciones, es el corazón de la red tanto de voz como de datos. Este equipo se encarga de dirigir paquetes por el camino adecuado de acuerdo a su origen, destino, políticas, etc. Controla las VLAN's y permite dar prioridades a usuarios y grupos de trabajo, en el uso de un puerto. El *switch* central tiene entre otras características:

- Capacidad de enrutamiento (capa 3).
- Un *backplane* (bus interno) que trabaja a 360 Gbps.
- Tarjetas para fibra óptica
- Puertos *Gigabit Ethernet*
- Puertos 10/100 Mbps
- Redundancia hacia los *stacks* de cada piso.

La Figura 2.3 ilustra la Infraestructura central de la Empresa, que se comunica con las sucursales a través de las nubes de MPLS y *Frame Relay*.

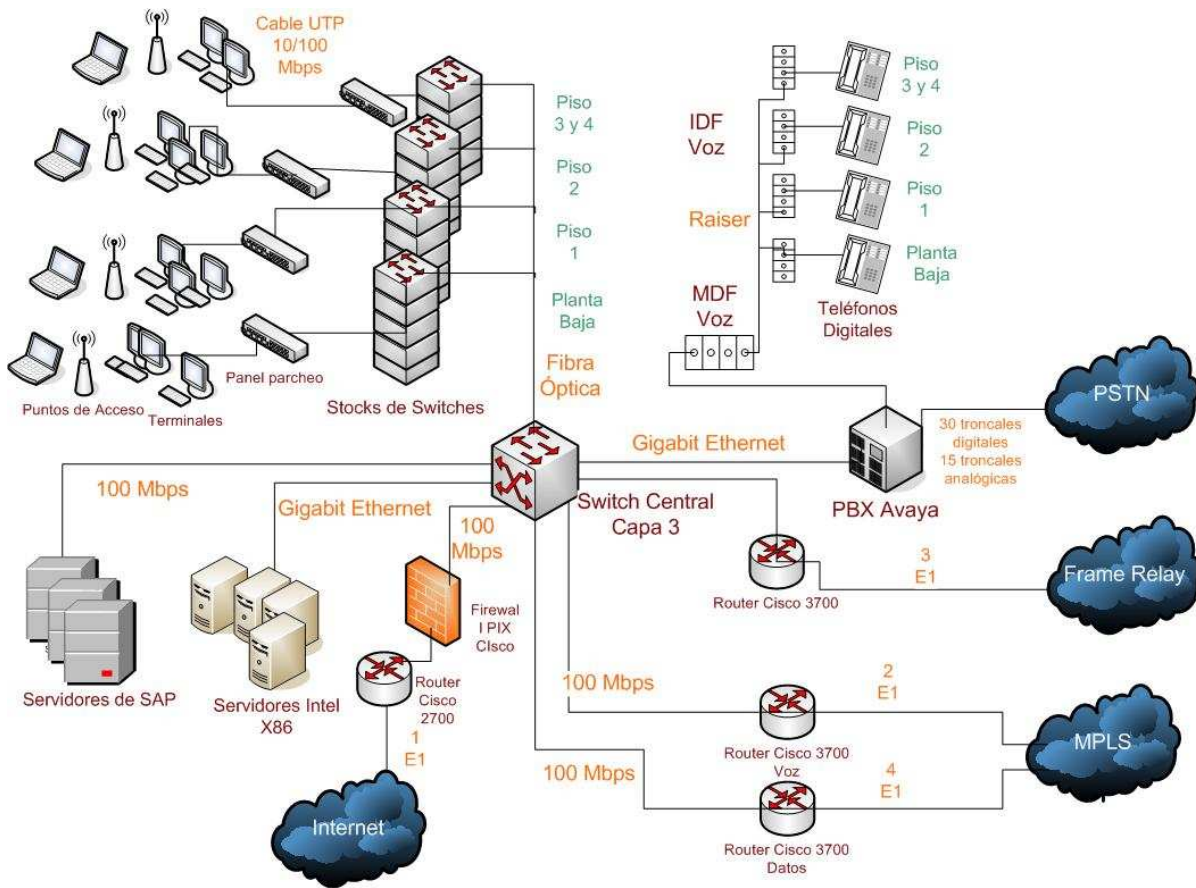


Figura 2.3. Infraestructura LAN Corporativa.

El *switch* central también soporta las conexiones de:

- Los servidores Intel principales para la red corporativa, conectados a los puertos *Gigabit Ethernet*.
- Los servidores IBM de SAP, conectados a puertos de 100 Mbps.
- Los *routers* principales de conexión a la red WAN corporativa, el enlace a *Internet* y otros enlaces para servicios específicos.

Los servidores de operación son: *data warehouse*, SAP, SIC, servidor de respaldos, consola central aplicaciones y bases de datos.

Los servidores de comunicaciones son: servidor de correo, servidor de archivos (*intranet*), servidor proxy, *anti-spam*, antivirus, mensajería unificada y monitoreo.

El cableado vertical.

El Cableado Vertical de la LAN Corporativa usa fibra óptica multimodo 62.25/125³ micras de 6 hilos uso exterior (uso rudo) marca Nortel. Este cable interconecta el equipo de *backbone* del *site* con el *stack* de *switches* de cada piso. Al lugar donde se concentra el equipo de cada piso se le llama IDF de datos o cuarto de telecomunicaciones.

Cuarto o espacio de telecomunicaciones.

En cada piso hay un cuarto de telecomunicaciones, también conocido como clóset de telecomunicaciones o IDF. Este lugar contiene el *stack* de *switches*. El *stack* es el conjunto de *switches* conectados entre sí por medio de cables y tarjetas especiales, configurados de tal forma que lógicamente se ven como un solo equipo con la suma de los puertos físicos de cada uno. Dentro del *stack* hay un *switch* que se encarga de administrar a los demás, es el cerebro del *stack*, mientras que los demás se comportan como “esclavos”. En este caso el *stack* está formado de *switches* Avaya 333PRW de 24 puertos como esclavos, y Avaya 330R de 24 puertos como *switch* principal. El *stack* es el encargado de etiquetar los paquetes en VLAN's. Lógicamente un puerto del *switch* puede estar asociado a una o más VLAN's.

El *stack* cuenta con PoE (*Power over Ethernet*), VoIP ready, redundancia en alimentación de corriente y calidad de servicio (QoS), para voz y datos.

En el caso de primer y segundo piso del edificio Corporativo, el *stack* se compone de cuatro *switches*: tres son Avaya P333PWR y uno Avaya P330R; en tercer y cuarto piso el *stack* se compone de cinco *switches*: cuatro Avaya P333PWR y uno Avaya P330R. El *switch* central controla cada *stack* a través del *switch* principal Avaya P330R.

En cada clóset de telecomunicaciones hay además un concentrador de servicios de voz (IDF de voz). Este concentrador sirve para hacer una conexión intermedia entre las extensiones de los lugares de trabajo de cada piso y el MDF o concentrador principal de servicios de voz de todo el edificio.

El cableado horizontal.

El cableado horizontal de datos también llamado cableado “de planta”, va del panel de parcheo que conecta a los *switches* con los nodos en el área de trabajo de cada piso. Es de puertos “*switcheados*” 10/100 Mbps con cable UTP categoría 5e y conectores RJ45.

La red cuenta con 300 nodos terminales, pero no todos están en operación.

La zona donde encontramos los dispositivos DTE's o terminales de trabajo, como computadoras personales, impresoras o *laptops*, son los escritorios de trabajo distribuidos en los pisos del edificio. Estas áreas se definen en cableado estructurado como áreas de trabajo.

Además hay 4 puntos de acceso (AP, *Access Points*) repartidos uno por piso para el acceso inalámbrico. Trabajan bajo el estándar 802.11b y tienen capacidad aproximada para 50 usuarios cada uno según la especificación del fabricante. Descripción: Avaya AP3 802.11b.

³ El primer número que es 62.25 describe el diámetro del núcleo que es la fibra óptica y el segundo número que es 125 describe el diámetro del revestimiento

Cuarto o espacio de entrada de servicios.

Este cuarto se localiza en el sótano del Edificio Corporativo y en él se recibe la acometida del proveedor de servicios, en este caso Telmex y Red Uno. Los principales servicios que se reciben son:

- Un enlace E1 para la conexión a la nube de *Internet*.
- Tres enlaces E1 para la conexión a la nube *Frame Relay*.
- Dos enlaces E1 para la conexión a la nube MPLS en la parte de datos.
- Cuatro enlaces E1 para la conexión a la nube de MPLS en la parte de voz.
- Un enlace E1 para la conexión a la nube de la PSTN que soporta a las 30 troncales digitales y 15 troncales analógicas.

En este cuarto además se encuentra el MDF que concentra los servicios de voz del edificio y los distribuye a los IDF que hay en cada piso. El MDF sirve para conectar el cableado telefónico de cada piso con las tarjetas del conmutador Avaya. Esta distribución se puede apreciar en la Figura 2.3.

También en este cuarto se encuentra el conmutador central Avaya Definity G3SI Versión 10.

Los planes de marcación programados en el conmutador permiten el uso y salida de las llamadas según políticas de la empresa. Si es una llamada a una extensión de la empresa en otra sucursal la llamada puede salir por la red MPLS o *Frame Relay* según sea el caso. Si la llamada está dirigida a un número particular la llamada saldrá por la red de Telmex. En el Edificio Corporativo hay aproximadamente 180 extensiones digitales en teléfonos Avaya 6408D+M y alrededor de 40 extensiones analógicas.

Administración de la LAN Corporativa.

La administración de la LAN Corporativa está a cargo de la dirección de tecnologías de la información a través de la gerencia de comunicaciones y soporte. Esta área es la responsable de la seguridad, monitoreo, administración, mantenimiento y proyectos especiales en la red.

Asignación de direcciones IP.

Internamente la red corporativa basa su esquema de direccionamiento en rutas estáticas.

La red interna, intranet, hace uso de direcciones privadas de la red 192.0.0.0/8. Por ejemplo, están en uso las redes 192.168.1.0/16, 192.169.1.0/16 y 192.170.1.0/16. Cada subred está subdividida en redes con máscara de subred 255.255.255.0 (/24), donde el número del tercer octeto sirve para distinguir de qué sucursal es una dirección. En el Edificio Corporativo se usan 6 segmentos, uno por cada piso del edificio, uno para las conexiones entre el *switch*, *routers* y servidores, y uno más para los puntos de acceso.

Con esta configuración se puede saber, por medio de la dirección IP, de qué sucursal viene una petición, de qué piso en caso de pertenecer al Corporativo, si se conectó por un punto de acceso o por un *switch*, etc. Lo cual ayuda al mantenimiento, solución y prevención de problemas.

Los dispositivos DTE's: PC's, servidores, impresoras y *laptops* usan direcciones con máscara de subred 255.255.255.0 (/24) asignadas por DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*) en el servidor de Intranet.

Los dispositivos DCE's: *routers*, *switches*, puntos de acceso, etc. Usan direcciones con máscara de red 255.255.255.0 (/24) asignadas de forma estática por el administrador de la red.

VLANs.

Por cuestiones de administración de la red, se explota una característica de los *switches* que permite hacer VLAN's. Las principales son la VLAN 1 que es para paquetes de administración, la VLAN 2 para datos, la VLAN 3 para voz.

Otras como la VLAN 4, distingue a planta baja, VLAN 5 para primer piso, VLAN 6 para segundo piso y así para cada piso del edificio Corporativo. La principal razón de ser de estas VLAN's radica en la confidencialidad entre cada área del Corporativo e identificación del tránsito de la información.

Organización del dominio de la red.

Para organizar a los usuarios, grupos y recursos de la red a nivel nacional, el administrador hace uso del servicio de *Active Directory* de Windows, para estructurarlos en forma jerárquica⁴, dentro de un dominio llamado abarrotes.com.mx.

La herramienta de *Active Directory* está configurada en el servidor de respaldos con sistema operativo Windows 2003 Server y permite tener acceso a recursos compartidos como impresoras, servidor de archivos, servidor de respaldos y elementos que se deseen compartir en la red. Además de organizar a los cerca de 1,200 usuarios en grupos o unidades organizacionales.

Esta herramienta permite dar seguridad a los recursos compartidos públicos, por grupo o personales, pues autentifica a un usuario al dominio, mediante un nombre y contraseña, y le asigna sus respectivos privilegios de lectura, escritura y ejecución.

2.4 Planteamiento de la problemática.

El problema comienza porque la dirección corporativa de tiendas de autoservicio se encuentra localizada físicamente en una oficina rentada a 5 Km aproximadamente de distancia del edificio Corporativo. Para fines prácticos al edificio donde se localiza esta dirección vamos a llamarle edificio C.

Esta dirección fue ubicada así por las condiciones en que ha ido creciendo la empresa, esta línea de negocio por ser reciente no fue planeada y así fue como la alternativa fue el edificio C.

Para conectar esta dirección corporativa ubicada en el Edificio C con el Edificio Corporativo se cuenta con un enlace de *Frame Relay* a 512 Kbps rentado con Red Uno.

Esta separación ha traído algunas desventajas, la más significativa se refleja en la distancia que hay que recorrer cuando se necesitan hacer juntas, cuando el personal va al comedor en el edificio Corporativo, etc. esto trae consigo pérdida de tiempo, incomodidad y pérdidas económicas para la Empresa por transportación y productividad.

⁴ Apoyada en el organigrama de la Empresa.

En la parte de comunicaciones, el enlace de 512 Kbps presenta problemas de velocidad al comunicar a los cerca de 50 usuarios en el Edificio C con el Edificio Corporativo. Dicho enlace representa un gasto mensual y la administración depende de Red Uno.

Para la solución de voz, cuentan con un conmutador Nortel propiedad del Edificio C por donde se conectan con la PSTN (Telmex), pero no hacen uso de las extensiones telefónicas propias, como en otras sucursales, esto es un gasto que se debe también considerar. La siguiente Figura 2.4 representa esta conexión.

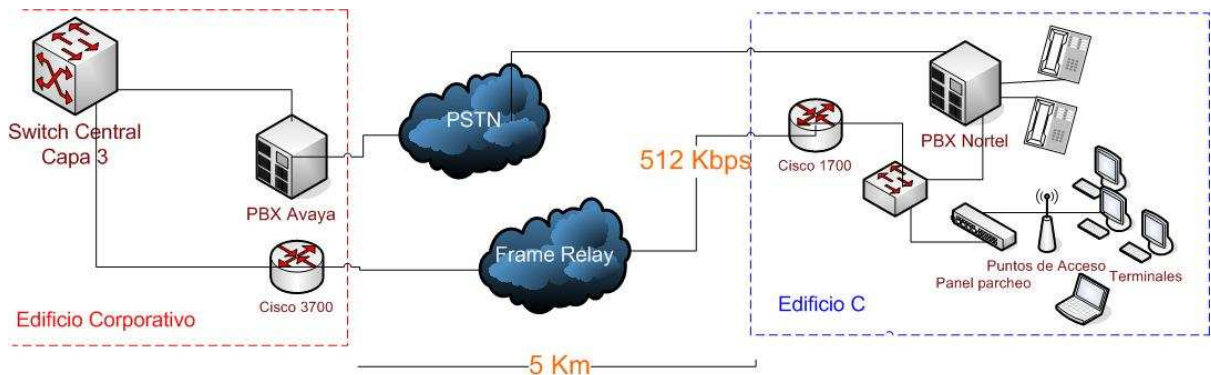


Figura 2.4. Conexión entre Edificio Corporativo y Edificio C

A principios de abril de 2007 surge el interés de cambiar las oficinas de edificio C a un edificio vecino al Corporativo. Para fines prácticos vamos a llamarlo Torre A, a lo largo del trabajo.

La gente de dirección general analiza la oportunidad y deciden rentar una cuarta parte del primer piso y la mitad del sexto piso de Torre A. La idea se hace más rentable por el hecho que existe sobre cupo en el Edificio Corporativo y se pretende redistribuir personal a estas nuevas oficinas. Entonces hablamos de 40 usuarios de edificio C y unos 40 de Edificio Corporativo los que serán reacomodados en el primer y sexto piso de Torre A.

Esta es la problemática de partida para el proyecto, que consiste en conectar ambos edificios involucrados antes del mes de octubre de 2007 usando la mejor solución, ya que para esa fecha se deberá desocupar por completo las oficinas del edificio C y el personal deberá contar con lugar de trabajo para que la empresa no sea afectada en productividad.

Con lo descrito en este capítulo podemos sentar los antecedentes para comprender la problemática de expansión de la red que aqueja a la Empresa, para comenzar a analizar en el capítulo siguiente la solución.

3 PROYECTO DE EXPANSIÓN DE LA RED.

En este capítulo se documenta el proceso que siguió el proyecto, en su parte de telecomunicaciones, en base a las necesidades y antecedentes de la Empresa, planteados en el capítulo anterior, así como las variables importantes a la hora de tomar decisiones para llegar a la solución.

3.1 Definición del proyecto de expansión.

El proyecto de expansión lo defino como el desarrollo de redistribuir y crecer la solución de telecomunicaciones de Abarrotes S hacia las oficinas de Torre A y lo que implica, para obtener beneficios para la Empresa que justifican su inversión. Dicho proyecto es un trabajo integral que requiere la intervención de muchas áreas; aquí me enfocaré a documentar la parte de la solución de telecomunicaciones, pero mencionaré las etapas más importantes que siguió, así como las partes que influyeron para que se obtuviera un resultado en conjunto, la expansión de la red de Abarrotes S.

3.1.1 Objetivos del proyecto.

El proyecto tiene varios objetivos, uno que engloba todo el proyecto y objetivos específicos de la parte de telecomunicaciones.

Objetivo general del proyecto.

El objetivo general consiste en la reubicación geográfica de personal que labora en el Corporativo de Abarrotes S, hacia las nuevas oficinas rentadas en Torre A.

Objetivo particular de la parte de telecomunicaciones.

Establecer la infraestructura necesaria para comunicar las oficinas de la Empresa, ubicadas en Torre A, con la LAN corporativa, formando así la extensión de la solución de telecomunicaciones. Para ello, se pretende usar la tecnología más adecuada de acuerdo a las necesidades y situación de la Empresa.

Objetivos específicos de la parte de telecomunicaciones.

Contar con el cableado horizontal para voz y datos, del clóset de telecomunicaciones de cada piso a los lugares de trabajo.

Configurar el equipo de telecomunicaciones e instalarlo en el clóset para concentrar los servicios de voz y datos de cada piso.

Seleccionar la tecnología adecuada que permita comunicar la infraestructura telecomunicaciones de las oficinas rentadas en Torre A con la solución telecomunicaciones de la Empresa.

Aprovechar los recursos tecnológicos y humanos con que cuenta la empresa para el desarrollo de dicho proyecto. Este punto es importante porque se pretende reducir gastos o incluso evitarlos.

Los objetivos específicos anteriores se deben cumplir como fecha límite mediados de noviembre de 2007. En ese momento se deben desocupar las oficinas rentadas de edificio C y el personal deberá continuar laborando en las nuevas oficinas.

3.1.2 Presupuesto.

La labor implícita de todos los participantes del proyecto, es buscar la mejor opción para la Empresa, minimizar costos y maximizar los beneficios.

Cada dirección estableció límites para la inversión:

La dirección de tecnologías de la información (dirección de TI) autorizó la cantidad aproximada de \$1,500,000.00 MN, para invertir en los servicios de los proveedores en cuanto a cableado (mano de obra y material), adquisición o arrendamiento de la tecnología necesaria (por el tiempo que dure la implementación), así como los honorarios del personal que participe directamente en el proyecto (por el tiempo que dure la implementación).

La dirección de recursos humanos a través de la Gerencia de Compras aprobó un presupuesto aproximado de \$2,000,000.00 MN para la remodelación de ambos pisos, y un presupuesto aproximado a \$3,500,000.00 MN para la adquisición de mobiliario y equipo de oficina, así como para los gastos de mudanza.

3.1.3 Beneficios y ventajas que traerá el proyecto.

El proyecto se considera una inversión por el beneficio que traerá a la Empresa una vez iniciada la operación. Se esperan obtener cambios en diferentes ámbitos, que en conjunto reflejarán un ahorro económico:

- Ahorros para la empresa por concepto de transportación, logística y manejo de personal.
- Por la cercanía, la administración y organización del personal deberá mejorar.
- Mejor distribución y crecimiento futuro del personal que labora en el Corporativo. Este punto se espera que traiga beneficios en productividad y crecimiento de la Empresa.
- Tanto el mobiliario, equipo de oficina y la tecnología que se adquiriera pasará a ser activo fijo de la empresa.
- Beneficios para los usuarios de la red en cuanto a la atención de soporte técnico personal en caso de necesitarlo.
- La cercanía con las nuevas oficinas representa mayor comodidad a los usuarios para trasladarse de un edificio a otro.
- Se pueden recuperar espacios de trabajo perdidos por el sobre cupo del Edificio Corporativo, para planear una mejor distribución física del personal y los servicios.
- Mejoramiento del aspecto físico y el ambiente laboral.
- En las oficinas del Edificio C, el enlace *Frame Relay* es de 512 Kbps de velocidad. Con la expansión de la red se contempla mejorar la velocidad de conexión entre las oficinas.

3.1.4 Organización de los participantes del proyecto.

Los empleados de la empresa que estarán participando directamente son:

Director general. Se requiere su aprobación para cualquier cambio o decisión de importancia, sobre todo económica. Es la punta de la organización del proyecto.

Director de tecnologías de la información. Estará a cargo de las telecomunicaciones en el proyecto. Llevará la administración del proyecto

Director de recursos humanos. Participa de diversas formas en el proyecto, por la parte económica, con compras y pagos. Tendrá también peso administrativo. Junto con el director de tecnologías de la información, reportarán directamente al director general y participarán en las decisiones importantes.

Gerente de telecomunicaciones y soporte. Es el encargado de contactar con los proveedores de equipo y servicios de telecomunicaciones y supervisarlos. Llevará parte de la administración del proyecto. Reportará directamente al director de tecnologías de la información.

Coordinador de telecomunicaciones. Aportará principalmente con su experiencia y dará bases técnicas y teóricas para que los superiores puedan tomar decisiones que convengan a la empresa. Realizará labores de implementación. Reportará directamente al gerente de telecomunicaciones y soporte.

Operativos y ejecutivos. Desempeñaran tareas que en conjunto son importantes para la operación, logística, planeación, implementación, etc. del proyecto. Reportarán al responsable del área a la que estén asignados.

Equipos de trabajo:

- Equipo administrativo, formado por: director general, director de tecnologías de la información, director de recursos humanos y personal operativo de ésta área.
- Equipo de TI, formado por: director de tecnologías de la información, gerente de telecomunicaciones y soporte, coordinador de telecomunicaciones y personal operativo de ésta área. Mi participación en el proyecto se ubica en este equipo, desempeñando tareas de planeación y operación.

El equipo de TI está encargado de la solución de telecomunicaciones del proyecto e interactúa con el otro equipo para sacar adelante la expansión. Cada equipo toma ciertas decisiones y se enfoca a ciertos aspectos y etapas, además se toma en cuenta la jerarquía de la Empresa vista en el organigrama de la Figura 2.1 del capítulo 2.

3.2 Diagramas de implementación del proyecto.

Aquí describiré los pasos para la implementación del proyecto, tal como se realizó por etapas críticas, enfocándome en la parte de telecomunicaciones. El diagrama de flujo de la Figura 3.1 muestra el proceso por bloques y el diagrama de Gant de la Figura 3.2 muestra la relación del avance con el tiempo.

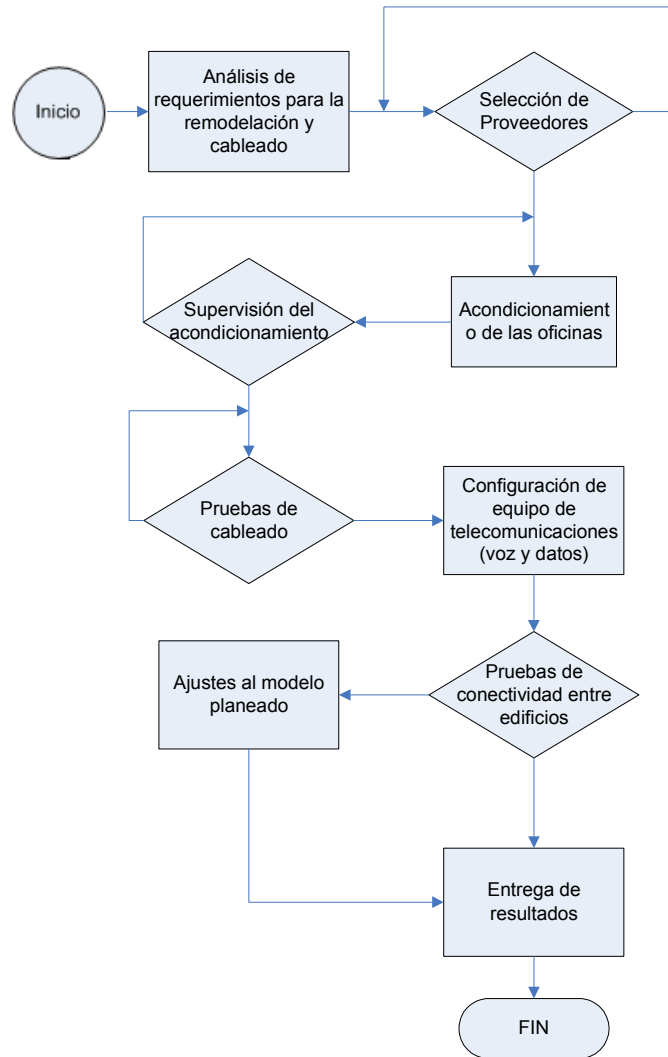


Figura 3.1. Diagrama de flujo de la implementación del proyecto.

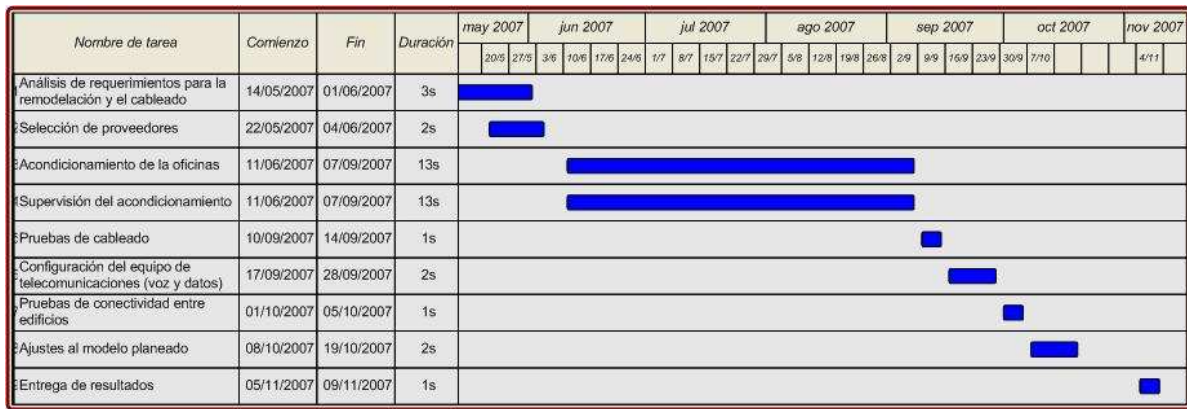


Figura 3.2. Diagrama de Gant de la implementación del proyecto.

3.3 Recolección de datos.

En este punto se pretende describir lo más posible las variables iniciales que intervinieron en la toma de decisiones para la organización y planeación del proyecto, mismas que sustentan la implementación del mismo. Algunas variables importantes en esta etapa inicial fueron: la descripción de las oficinas en Torre A, el equipo de telecomunicaciones, la gente con que se cuenta para el desarrollo del proyecto, entre otras. Mi participación directa comienza aquí como integrante del equipo de TI, recolectando datos, para la planeación.

3.3.1 Descripción del edificio y las oficinas donde se extenderá la red.

Primero describiré la situación física del edificio vecino al edificio Corporativo, donde se rentaron oficinas en un primer y sexto piso. La Figura 3.3 muestra el terreno del edificio y da medidas aproximadas del área que ocupa.



Figura 3.3. Vista aérea de Torre A.

El terreno donde se encuentra el edificio vecino es de forma cuadrangular de unos 50 m por lado, con una superficie de 2,500 m². Hay unos 70 m lineales entre ambas construcciones y línea directa de vista, como lo muestra la Figura 3.4.



Figura 3.4. Distancia entre ambos edificios.

Este edificio está completamente terminado y en operación, tiene menos de 15 años de antigüedad y se usa en términos generales para rentar oficinas. Cuenta con ocho pisos de altura, tres sótanos que sirven de estacionamiento, *mezanine*, tres elevadores, servicios de agua, luz y vigilancia, entre otras cosas. El exterior es principalmente vidrio polarizado, como lo muestra la Figura 3.5, de 8 mm de espesor.

La renta de las oficinas incluye los servicios de vigilancia las 24 horas los 365 días del año, mantenimiento, alumbrado, servicio de sanitarios por piso, elevadores y derecho a diez lugares de estacionamiento para el primer y veinte para el sexto piso.

En un cuarto especial en el sótano 1 se recibe la acometida de servicios de Telmex, aquí es donde se deben conectar las nuevas líneas que se desean dar de alta en el edificio. En este mismo lugar se recibe la acometida eléctrica de 26000 V AC de la subestación de Luz y Fuerza más cercana.

El edificio cuenta con planta de emergencia en caso de falla eléctrica, aunque las oficinas que se rentaron no tienen derecho a este servicio.



Figura 3.5. Vista exterior de Torre A.

El primer piso está dividido en cuatro partes independientes. Se rentó una cuarta parte que son aproximadamente 186 m² (15.57 m x 11.845 m). El sexto piso está dividido en dos partes independientes. Se rentó la mitad del piso que mide aproximadamente 284 m² (16 m x 23.9 m).

La Figura 3.6 y 3.7 muestran la distribución de las oficinas del primer y sexto piso respectivamente al ser recibidas por personal de Abarrotes S. Aunque las oficinas en este punto cuentan con aire acondicionado y espacios para cableado aéreo, sembrado y escalerilla, no cuentan con servicios eléctricos, mobiliario y mucho menos equipo de comunicación.

En el caso del primer piso la oficina se recibió como se muestra en la Figura 3.6. Dos privados, área de trabajo, de recepción y clóset.

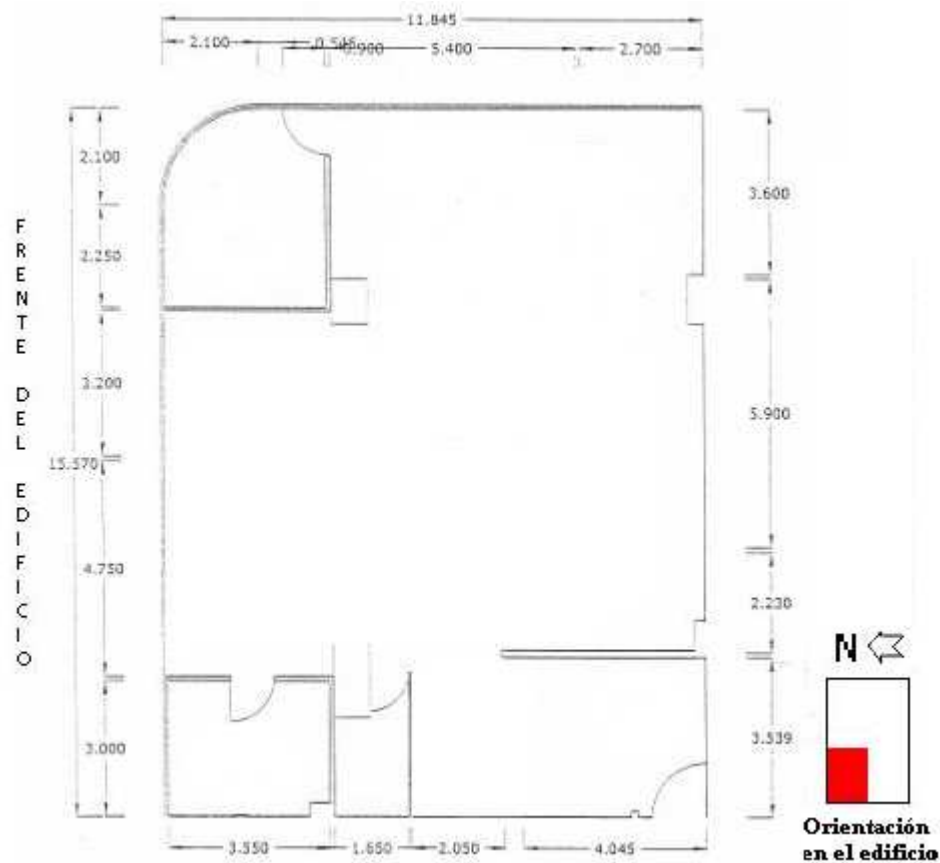


Figura 3.6. Plano del primer piso de Torre A

En el sexto piso, la oficina se recibió con cinco privados, área de recepción, cocineta, closets y sala de trabajo, distribuidos como se muestra en la Figura 3.7.

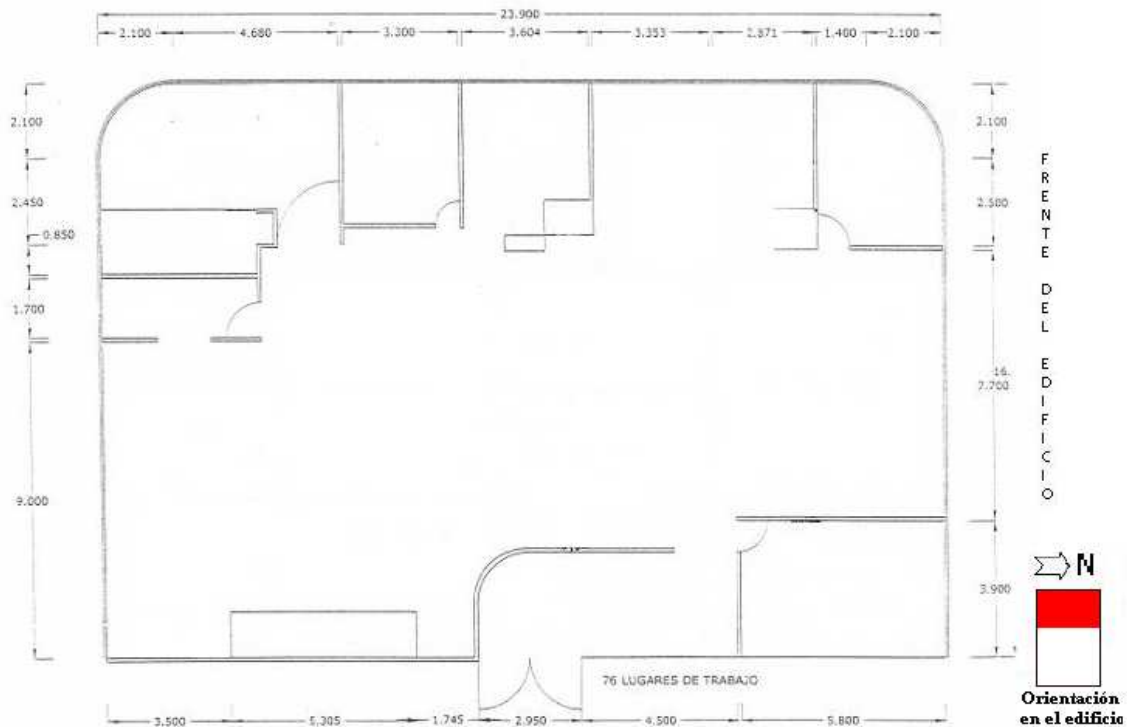


Figura 3.7. Plano del sexto piso de Torre A

En las Figuras 3.8 a la 3.13 se muestra el panorama general del estado inicial de las oficinas.

Vistas del espacio del lugar de trabajo:

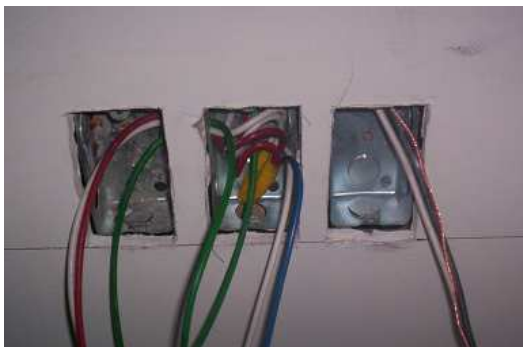


Figura 3.8. Apariencia general de los contactos de corriente.



Figura 3.9. Apariencia general del área de trabajo del primer piso.

El panorama sugiere como primera necesidad el cableado eléctrico y una remodelación general de acuerdo a las necesidades.



Figura 3.10. Panorama inicial del área de trabajo del sexto piso.



Figura 3.11. Vista de uno de los privados del primer piso hacia el edificio Corporativo.

El cableado eléctrico de ambos pisos fue arrancado de las paredes, incluso falta el cableado que debería ir del cuarto de acometida al tablero principal tanto del primero como del sexto piso para distribuir corriente eléctrica. No hay cableado de voz ni datos, pero existen las condiciones adecuadas para tal.



Figura 3.12. Panorama de las paredes del primer piso.

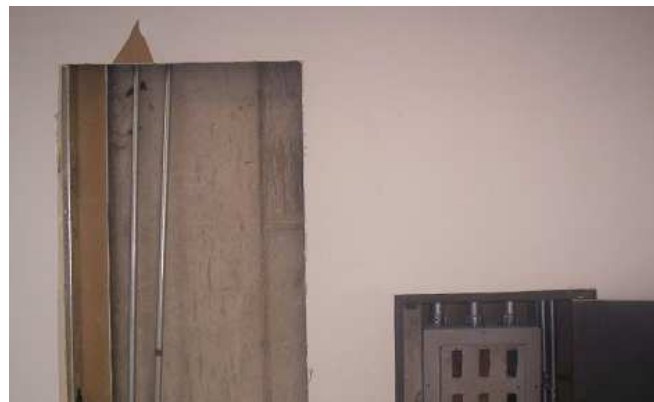


Figura 3.13. Panorama inicial de las paredes del sexto piso.

En la Figura 3.11 se aprecia perfectamente la cercanía y la línea de vista entre ambos edificios.

Las figuras 3.14 a 3.18 muestran la vista de los clósets de telecomunicaciones y de lugares donde se pueden pasar el cableado:



Figura 3.14. Aspecto inicial del clóset de telecomunicaciones del primer piso.



Figura 3.15. Vista escalerilla arriba del plafón del clóset de primer piso.



Figura 3.16. Vista arriba de los plafones del clóset de primer piso.

Los clósets requieren una remodelación completa, cableado eléctrico, de voz y datos, así como la colocación de los *racks*.



Figura 3.17. Vista arriba de los plafones del clóset de sexto piso.



Figura 3.18. Aspecto inicial del clóset de telecomunicaciones del sexto piso.

Los espacios arriba de los plafones y escalerillas son ideales para el paso de cableado de voz y datos, de los clósets a los lugares de trabajo.

En conclusión, el primero y el sexto piso están en condiciones muy similares. El aire acondicionado requiere mantenimiento y es operable; hay diversos medios para pasar el cable, escalerillas, tubos, canales, etc. lo cual facilita esta necesidad.

3.3.2 Tecnología disponible en la Empresa.

En este punto mencionaré la tecnología más destacada con la que cuenta la empresa y por su flexibilidad y escalabilidad se pueden considerar para solucionar el problema de comunicación entre ambos edificios. También enlistaré equipo que pertenece a la Empresa, que no está en operación y que tiene la capacidad de utilizarse en este proyecto, por representar una solución y un ahorro económico. En esta etapa mi participación consiste en evaluar la tecnología y en base a ello y a la recolección de datos, proponer alternativas de solución en el punto siguiente.

Tecnología en operación.

Infraestructura MPLS. La extensión de comunicación con el edificio se puede considerar a partir de esta tecnología como si se tratara de otra sucursal mayorista.

Infraestructura *Frame Relay*. La solución a la extensión puede hacerse pensando en esta tecnología con un modelo similar al que se cuenta en las tiendas de autoservicio.

Infraestructura LAN corporativa. Además de ser una de las dos partes que se quieren comunicar, se puede explotar como parte de la solución, ya que se puede tomar uno de los puertos libres del *switch* central de capa 3 para de aquí extender la red, de forma similar a como están conectados los *stacks* de *switches* de los pisos del Edificio Corporativo (Ver punto 2.3.5, subpunto “Cuarto o espacio de telecomunicaciones” y Figura 2.3).

Equipo disponible en Abarrotes S.

Es equipo que ha adquirido la empresa y por diversas razones está fuera de uso, es operable y puede ser tomado en cuenta.

Routers Cisco 1750. Es un equipo empresarial modular (tres slots de ampliación), soporta listas de control de acceso, traductor de direcciones de red, configurador de puertos (uno 10/100 *Ethernet*, uno serial, uno auxiliar y uno de consola), protocolos de enrutamiento como RIP y EIGRP, software firewall y creación de túneles VPN con encriptación.

Conmutador Avaya Definity Prologix. Es una robusta solución de telecomunicaciones que soporta más de 2000 extensiones (por tarjeta procesadora), soporta WI-FI, VoIP y tecnologías de *call center* como mensajes de voz y contestadora automática

***Switches* Avaya P330R y P333PWR** (Ver características en el punto 2.3.5, subpunto “Cuarto o espacio de telecomunicaciones”).

Teléfonos Avaya 6408D+ y 6416D+. Soportan servicios digitales como conferencia, identificador de llamada, transferencia de llamada, llamada en espera, desvío de llamada, etc. El modelo 6416D+ cuenta con más teclas para funciones programables que el modelo 6408D+.

3.3.3. Propuesta de alternativas de interconexión entre el Edificio Corporativo y Torre A.

Aquí se analizan de manera rápida alternativas de solución para comunicar ambos edificios.

Alternativa A: Uso de antenas direccionales con un estándar de Wireless.

Descripción.

La solución consiste en conectar cada piso del nuevo edificio con la LAN del Corporativo mediante el uso de antenas direccionales con un estándar de *WI-FI*, que puede ser 802.11 n ó 802.11 g. Es natural pensar en tecnología inalámbrica ya que existe línea de vista de corta distancia, las antenas son fáciles de instalar, manejan velocidades de transmisión altas y son autoadministrables.

El estándar 802.11 n trabaja en las frecuencias de 2.4 y 5 GHz con un ancho de banda de hasta 400 MHz y velocidades entre los 300 y los 600 Mbps. Ideal para aplicaciones que requieren gran ancho de banda, es una de las tecnologías *WI-FI* más rápidas y nuevas.

El estándar 802.11 g, que es la evolución de 802.11 b, utiliza la banda de 2.4 GHz (al igual que el estándar 802.11b) pero opera a una velocidad teórica máxima de 54 Mbps, que en promedio es de 22 Mbps de velocidad real de transferencia, similar a la del estándar 802.11a. Es compatible con el estándar b y utiliza las mismas frecuencias.

Estas opciones, al usar el aire como medio de transmisión, requieren configuraciones de seguridad y se ven afectadas por el medio ambiente.

Ventajas:

- Gran ancho de banda y velocidad de transmisión.
- Infraestructura propia y auto administración.
- Se puede dividir el ancho de banda en canales privados.
- El costo de la implantación se hace una sola vez y sólo requiere mantenimiento periódico.
- Fácil de instalar. En caso de no necesitar la comunicación, la tecnología es desmontable y reutilizable.

Desventajas:

- Puede requerir redundancia por la inestabilidad y eso aumenta el precio.
- Pueden afectar interferencias e incidencias de otras señales, así como cambios en el ambiente.
- Susceptible a intrusos sin la seguridad adecuada.
- El costo de la implantación aunque se hace una vez puede ser más alto que el de otras tecnologías debido a que el estándar 802.11 n es novedoso en México.

Implementación.

Se propone, como se muestra en la Figura 3.19, el uso de antenas direccionales WI-FI que soporten calidad de servicio (QoS) para el paso de telefonía por ellas de forma prioritaria. Se emplea una antena en cada piso de la Torre A y una antena de mayor potencia, que atienda a ambas, ubicada en el edificio Corporativo. Las antenas deben ser para uso exterior y deben soportar QoS para que se puedan transmitir la telefonía sin interrupciones notables. Las señales tienen un mejor desempeño si se colocan en el exterior de los edificios ya que el vidrio o concreto atenúan la señal.

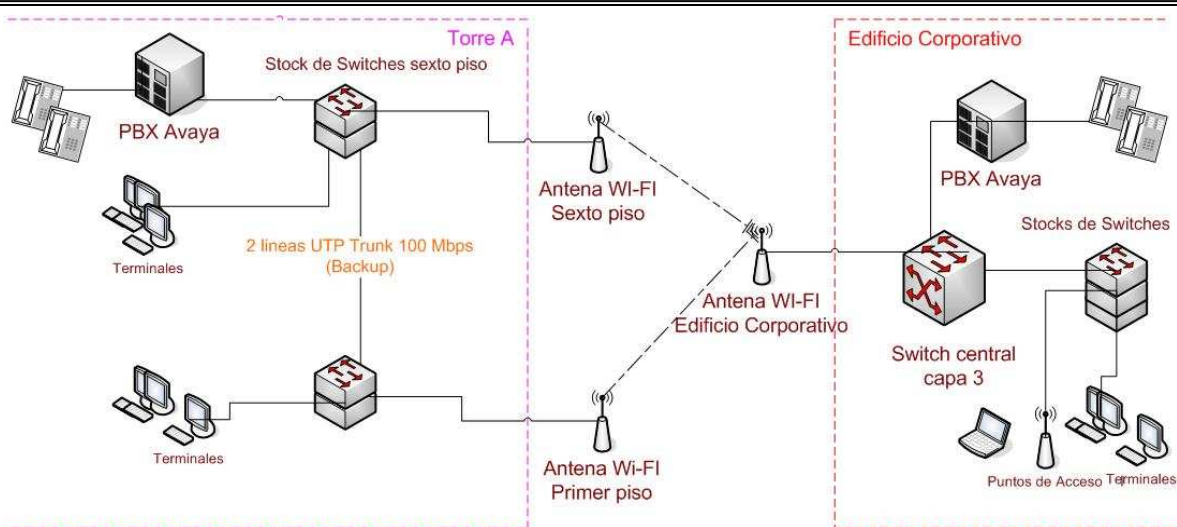


Figura 3.19. Alternativa A: Uso de antenas direccionales con Wireless.

Alternativa B: Enlace de fibra óptica directo entre los edificios.

Descripción.

La solución consiste en conectar cada piso de Torre A con el *site* del edificio del Corporativo mediante un enlace de fibra óptica multimodo. Además de requerir puertos de fibra óptica disponibles en el *switch* central de capa 3 del *site* del Corporativo, se requieren equipos como son *switches* con puertos para fibra en cada piso Torre A, *patch panel* de fibra, fibra óptica multimodo para interiores y de uso rudo para el exterior. Pensé en esta solución como la ideal en cuanto a velocidad de transmisión y seguridad se refiere. Se extendería la red como si fuera un piso más en el edificio Corporativo, sería parte de la misma LAN, no hay que pagar rentas porque el enlace es privado y seguro, pero su inconveniente más grande es el cableado y lo que implica, como permisos, canalización, sembrado, etc.

Ventajas:

- Su ancho de banda es grande, desde 100 MHz hasta 1 GHz.
- No se requiere lazos de tierra.
- Poco volumen y peso.
- Inmunidad a las interferencias electromagnéticas.
- Seguridad y confidencialidad de la información. El enlace es propio y auto administrable.
- El costo de la solución se hace una sola vez y sólo requiere mantenimientos periódicos.

Desventajas:

- La fibra puede ser frágil y romperse.
- Necesidad de usar transmisores y receptores más caros.
- Los empalmes entre fibras son difíciles de realizar, lo que dificulta las reparaciones en caso de rotura del cable.
- El precio puede ser más caro que otras soluciones, por lo que implica el cableado: permisos, contratación de especialistas, etc.
- Requiere canalización o entubado para su trayectoria si es sembrado o si es vía aérea de postes de luz o teléfono; en ambos casos se requiere de los permisos correspondientes.

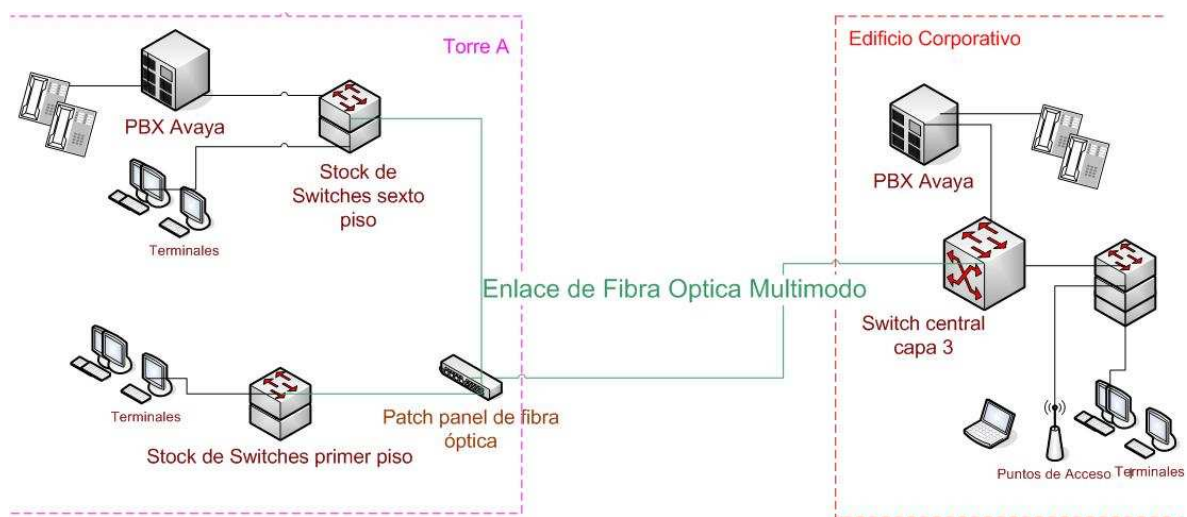


Figura 3.20. Enlace de fibra óptica multimodo.

En la Figura 3.20 se esquematiza el uso de fibra óptica. La fibra podría ir en un canal sembrado entre ambos edificios, aunque esto implica permisos y mayor trabajo y tiempo de instalación. Llegando la fibra a la Torre A puede distribuirse mediante un *patch panel* de fibra a primer y sexto piso, para llegar al *stack* de *switches* correspondiente. Del lado del Edificio Corporativo la fibra se conecta directamente al puerto correspondiente del *switch* central de capa 3, y así se completa la extensión.

3.3.4 Recopilación de Variables Críticas

Aquí se enlistan las variables más significativas para la toma de decisiones que dará paso a la implementación:

- La cercanía entre los edificios y la línea de vista de 70 metros.
- El hecho que las oficinas en Torre A son rentadas y no se sabe cuánto tiempo se requiera la comunicación.
- El tiempo que se tiene para realizar el proyecto, la fecha límite deja menos de 5 meses para dejar la solución operando, para poder hacer la redistribución del personal.
- La situación de la Empresa que la mantiene en constante expansión y crecimiento.
- El presupuesto de \$1,500,000.00 MN para montar la infraestructura necesaria para la extensión de la red.
- Las aplicaciones (mencionadas en el capítulo 2) y la cantidad de usuarios que se van a comunicar con el proyecto. Para una primera etapa se pretende comunicar a 40 usuarios repartidos en ambos pisos, pero se espera la reubicación de 80 en total.
- La tecnología evaluada con anterioridad y las características que la hacen candidata a ser la solución.

-
-
- Las condiciones físicas de los edificios y las oficinas que se van a comunicar.
 - La tecnología y equipo con que cuenta la Empresa.

3.3.5 Solución seleccionada por el Equipo de TI.

Aquí se describe la solución seleccionada por el equipo de TI, después de tomar en cuenta los antecedentes, variables críticas y las alternativas de solución.

La solución seleccionada consiste en el uso de antenas direccionales con la tecnología inalámbrica 802.11 g, para comunicar la LAN Corporativa con las nuevas oficinas en la Torre A.

Justificación.

¿Por qué usar WI-FI?

La cercanía y línea de vista que existe entre los edificios es una razón de gran peso para usar una tecnología inalámbrica.

Su uso no requiere permisos especiales de las autoridades, como el caso de la fibra óptica u otro medio guiado.

Es más fácil de instalar que la fibra óptica u otra tecnología guiada y es portátil. Este punto lo hace más económico que un medio de transmisión guiado.

La inversión en el equipo se hace una sola vez y sólo requiere mantenimiento periódico, esto lo hace costeable. El equipo adquirido es auto administrable y pasa a ser activo fijo de la Empresa.

Las aplicaciones que se requieren comunicar son completamente soportadas por las características de WI-FI.

¿Por qué usar 802.11 g?

El estándar lleva más de 5 años en el mercado y ha demostrado ser una solución solvente. En Abarrotes S han usado con anterioridad este estándar y han resuelto sus necesidades con su desempeño. El hecho de que el estándar 802.11 n sea un estándar más reciente y no se haya probado antes en las telecomunicaciones de la empresa crea incertidumbre para su elección.

Las aplicaciones que se requieren comunicar son bien soportadas por las características de 802.11 g.

Descripción General.

Para implementar esta solución se propone hacer uso de 3 antenas direccionales para exteriores, como se muestra en la Figura 3.21. Las antenas deben soportar QoS para el paso de telefonía por ellas de forma prioritaria. Se emplea una antena en cada piso de la Torre A y una antena de mayor potencia, que atiende a ambas, ubicada en el edificio Corporativo. Este esquema requiere de un *router* apoyando cada antena, debido a las VLAN's que debe soportar según la administración de la LAN Corporativa (ver punto 2.3.5, subpunto Administración de la LAN corporativa) y al *broadcast* que se debe evitar emitir de forma innecesaria. Las antenas deben ser especiales para exteriores porque tienen un mejor desempeño si se colocan afuera de los edificios, ya que el vidrio o concreto atenúa las señales. Esta propuesta de solución contempla dos *routers* que tiene la empresa fuera de operación, me refiero a los Cisco 1750, también contempla los *switches* Avaya P330R y P333PWR (PoE), el conmutador Avaya Definity Prologix y los teléfonos Avaya 6408D+ y 6416D+, para la parte de voz.

El conmutador de Torre A, Avaya Prologix, recibirá una llamada, si está dirigida a una extensión que pertenece al plan de numeración de alguno de los pisos de Torre A, será transferida de forma directa a la extensión destino; de lo contrario la llamada será encapsulada, etiquetada y enviada por una troncal IP hacia la LAN Corporativa donde llegará al *switch* central Avaya P882 para ser direccionada según su destino, hacia una extensión local o por la nube indicada de acuerdo al plan de marcación.

Cuando una llamada viaja por una troncal IP, lo hace en forma de paquetes de voz al igual que los datos. Para hacer una distinción y priorización de ambos tipos de paquetes el conmutador etiqueta dichos paquetes de voz para ser tratados con calidad de servicio (QoS) por los equipos durante su recorrido por la red de datos hasta su destino. Voz y datos compartirán la infraestructura en algunos casos, de forma similar a la Solución de Telecomunicaciones de Abarrotes S, vista en el capítulo anterior.

Se planea comunicar los servicios de voz de Torre A con la LAN Corporativa por medio de 16 troncales IP hacia el edificio Corporativo, se propone que sean esta cantidad por la relación de disponibilidad Erlang, que dice que se sugiere un número mínimo de troncales igual al 33% del total de extensiones para poder garantizar una disponibilidad aceptable del servicio de telefonía. Todas las llamadas desde cualquiera de las sucursales de la Empresa hacia alguna extensión de Torre A entrarían al conmutador Avaya Definity del edificio Corporativo, y éste se encargaría de dirigir las por las troncales IP a Torre A, haciendo transparente para los usuarios la extensión entre ambos edificios. De forma similar la gente de Torre A marcará a extensiones de la red de forma transparente o a números telefónicos de la red pública, tomando troncales del conmutador Avaya Definity. Se pretende añadir un enlace E1 con 20 troncales digitales en el conmutador de la LAN Corporativa para que por probabilidad no se presenten conflictos en el sistema por falta de líneas.

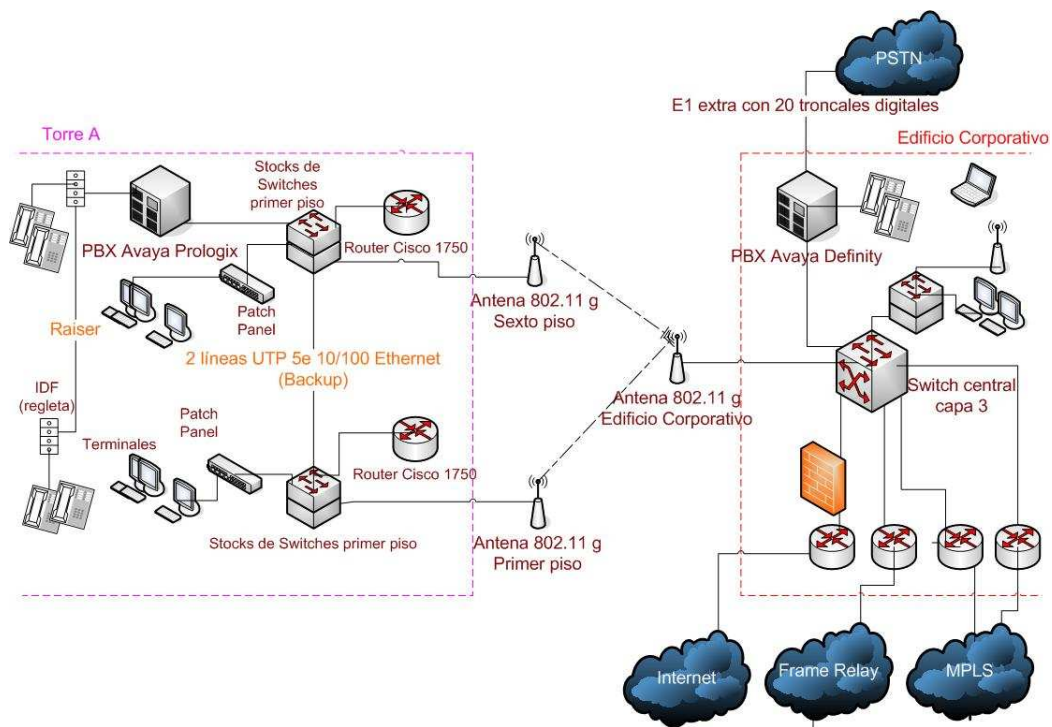


Figura 3.21. Solución para la extensión de la red propuesta por el equipo de TI

Para el cableado horizontal entre el *stack* de *switches* y los lugares de trabajo, se propone cable UTP 5e, pasando por su respectivo *patch panel*. El *stack* de primer piso se propone de un switch P330R y un P333PWR para 50 nodos, mientras que el de sexto piso está formado de un switch P330R y tres P333PWR para 90 nodos.

El conmutador Avaya Definity Prologix se conecta físicamente por una de sus tarjetas al *stack* de *switches* del sexto piso y lógicamente está en la VLAN 3 de voz. Por medio de dos cables *raiser* de 25 pares la tarjeta de extensiones digitales del conmutador se conecta a los teléfonos pasando por la regleta 110 de sexto y primer piso ubicadas en el *rack* del clóset de telecomunicaciones.

Quizá el principal problema de esta propuesta sea que el estándar puede sufrir interferencias por parte de hornos de microondas, teléfonos inalámbricos y otros equipos que utilicen la misma banda de 2.4 GHz lo cual lo puede hacer susceptible a fallas.

3.3.6. Requerimientos para la remodelación y cableado de las oficinas.

El equipo administrativo y de tecnologías de la información, trabajan en conjunto para proponer un diseño en computadora para la remodelación de las oficinas. El primero se enfoca a la distribución y asignación de los lugares de trabajo, el aspecto de los muros, piso, plafón, iluminación, etc. El segundo se encarga del tipo de cable, trayectorias, cantidad de servicios, distribución y servicios de los closets de telecomunicaciones, etc.

Requerimientos básicos para remodelación de las oficinas.

Estos requerimientos fueron seleccionados y evaluados por el equipo administrativo.

En la siguiente Figura 3.22 se muestra el diseño de la distribución de los lugares de trabajo.

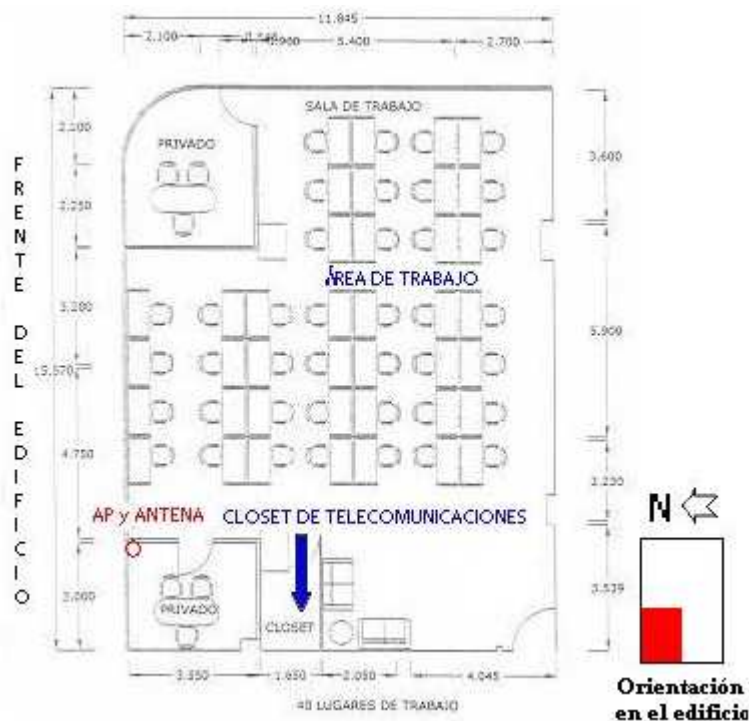


Figura 3.22. Distribución del primer piso de Torre A, diseñada por el equipo administrativo

En el diseño requerido para la remodelación del primer piso, de la Figura 3.22, se observa la distribución de la sala de trabajo con 40 lugares, dos privados para juntas y el clóset de telecomunicaciones. Si comparamos este diseño con los planos iniciales (Figura 3.6 de este capítulo) podemos observar que se contempla derribar una pared ubicada al frente de la entrada.

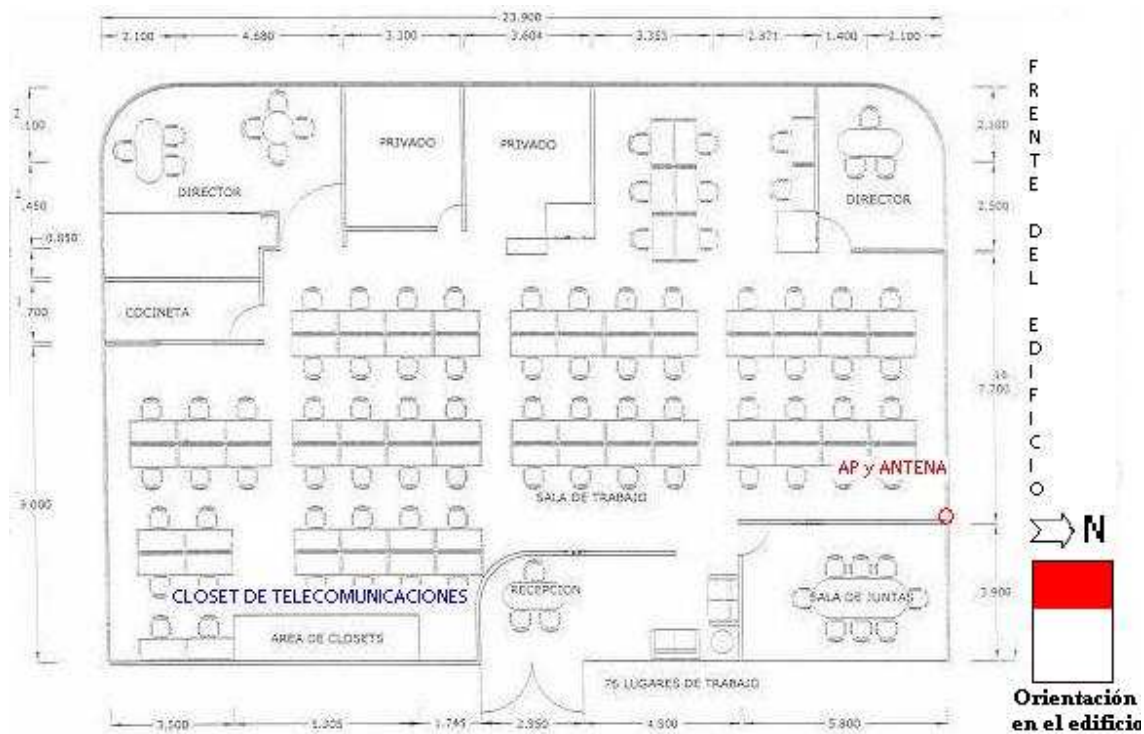


Figura 3.23. Distribución del sexto piso de Torre A, diseñada por el equipo administrativo.

En la Figura 3.23 se aprecia la distribución de sala de juntas, dos privados, dos oficinas de director, recepción, clóset de telecomunicaciones y sala de trabajo para 70 usuarios.

Para las oficinas de ambos pisos se solicita:

- Demolición de una pared en primer piso.
- Restauración de todas las paredes así como terminados.
- Piso de loseta.
- Plafón para el techo.
- Iluminación adecuada tomando en cuenta que hay entrada de luz natural durante el día.
- Escritorios de oficina tipo “caballeriza”.
- Sillones de oficina cómodos.
- Cableado eléctrico de corriente normal a 127 Volts en una fase.
- Cableado eléctrico para corriente regulada (solo el cableado), el regulador no está planeado por lo pronto.
- Mantenimiento al aire acondicionado.

Requerimientos básicos para cableado de voz y datos.

El equipo de TI selecciona estos requerimientos para el cableado de voz, datos y closets de telecomunicaciones de las oficinas basándose en los estándares de cableado estructurado para edificios comerciales (TIA/EIA-568 y 569).

- Acondicionamiento del clóset de sexto piso de Torre A como MDF y del clóset de primer piso como IDF. Iluminación, aire acondicionado, respaldo de corriente eléctrica, sistema de tierra física, etc.
- Cable UTP 5e para el cableado horizontal, entre los closets y las áreas de trabajo. Se elige este cable por ser una categoría 5 mejorada que minimiza la atenuación y las interferencias y puede soportar 100Base-T y 1000Base-T con un ancho de banda de 100 MHz.
- El cableado vertical de Torre A, entre el clóset de sexto y el de primer piso se requiere con cable UTP categoría 5e. Este cable deberá ser colocado de acuerdo a la solución del Equipo de TI planteada en el punto 3.3.5 y Figura 3.21.
- Un panel de parcheo 5e para datos en primer y dos en sexto piso.
- Cable *raiser* de 25 pares para cableado horizontal y vertical de voz.
- Dos *racks* de telecomunicaciones de altura completa para el sexto piso y uno para el primer piso, perfectamente fijados al piso y aterrizados según la norma de la TIA/EIA.
- Remate de cableado de voz en regleta 110 con *cross-conexion* en un *rack* por cada piso.
- *Jacks* RJ45 montados en mamparas o pared, según sea el caso, a 30 cm de suelo. Y distinción por colores entre voz y datos en los *faceplate*.

Se solicitan a la constructora estos requisitos primordiales para arrancar con la remodelación de las oficinas.

3.4 Selección de proveedores.

En esta etapa se contacta con proveedores especializados para dar seguimiento a los requerimientos planteados por el equipo de TI.

3.4.1 Proveedor para la remodelación y cableado de la oficinas.

En el periodo comprendido entre las primeras semanas de mayo de 2007 se invita a una compañía especializada en construcción a participar en la remodelación y cableado en base a los requerimientos del punto anterior. Se elige al proveedor por continuidad de servicios antes prestados a la Empresa, después de comparar precios con otras constructoras.

Por políticas de la Empresa, el nombre real de la compañía constructora, encargada de esta etapa, permanecerá anónimo, pero la llamaremos “Constructora W” durante el desarrollo del trabajo.

Para finales de mayo la dirección de recursos humanos firma el contrato correspondiente con Constructora W y se comienza con el trabajo en junio de 2007.

El contrato contempla acondicionamiento eléctrico, cableado horizontal y vertical de voz y datos, remodelación de las oficinas, colocación de los escritorios y de los clósets de telecomunicaciones. La entrega se establece para finales del mes de septiembre del mismo año.

La propuesta económica de remodelación incluye los siguientes costos aproximados para Abarrotes S:

- | | |
|------------------------------------|-------------------------|
| ▪ Cableado eléctrico | 650 mil pesos. |
| ▪ Cableado de voz y datos | 520 mil pesos. |
| ▪ Remodelación de ambas oficinas | 1 millón 600 mil pesos. |
| ▪ Mobiliario (incluye instalación) | 3 millones de pesos |

3.4.2. Proveedor para la interconexión entre el Edificio Corporativo y Torre A.

Para llevar a cabo la solución de comunicación propuesta por el Equipo de TI entre ambos edificios usando la tecnología WI-FI 802.11 g, planteada en el punto 3.3.5, se contacta a un proveedor *partner* de Cisco de confianza para Abarrotes S, para fines prácticos lo llamaremos “Tecnología Z”, que ofrece una solución inalámbrica de la marca Cisco que cumple con las principales especificaciones requeridas en la propuesta de solución del equipo de TI, como son:

- Soporte de VLAN’s.
- QoS.
- Uso exterior e interior.
- Capacidad de antena omnidireccional.
- Funciona para conexiones punto a punto (modo *bridge*) y AP (*Access Point*).
- Ideal para redes remotas, temporales o móviles.
- Compatibles con otras antenas Cisco de la misma familia.

Propuesta del proveedor para la interconexión.

Tecnología Z propone, basándose en la propuesta de solución planteada en el punto 3.3.5, el siguiente diseño:

- Uso de tres *Access Points* (APs) Cisco Aironet 1310 en modo *bridge* para la comunicación entre Torre A y Edificio Corporativo.
- Configuración de SSID (*Service Set Identifier*) en los tres APs del *bridging* para las cuatro VLANs utilizando la VLAN nativa.
- Configuración de puertos *trunk* en el *stack* de *switches* para pasar las 4 VLANs existentes por los APs.
- Configuración de protocolo de encriptación WEP (*Wired Equivalent Privacy*) para el cifrado de datos en la comunicación del modo *bridge*.
- Configuración de QoS (*Quality of Service*) en los dispositivos para poder dar prioridad a cierto tipo de paquetes y no interrumpir telecomunicaciones prioritarias.
- Los APs de cada piso de Torre A se configuran en diferentes canales de frecuencia para soportar el *bridging* con el AP del Corporativo por ser una conexión punto a punto.

- La antena omnidireccional deberá colocarse en el Edificio Corporativo y deberá estar en la línea visual a las direccionales de Torre A, de preferencia a la misma altura para obtener una mejor recepción. Las antenas de Torre A serán direccionales y apuntarán a la omnidireccional en el edificio Corporativo.
- Las antenas y los APs (o por lo menos las antenas) deben estar en el exterior de los edificios (los APs 1310 están hechos para soportarlo).
- Un enlace para comunicar ambos pisos de la Torre A con fibra óptica multimodo. Además este enlace puede usarse cuando la comunicación sea directa entre los pisos y como redundancia. Si alguna antena falla, la comunicación se da a través de la otra.
- Los equipos propuestos cumplen las características para adaptarse al modelo.

Especificaciones del equipo propuesto por Tecnología Z para la interconexión de los edificios.

En la siguiente Figura 3.24, vemos especificaciones técnicas del equipo Cisco Aironet 1310¹.

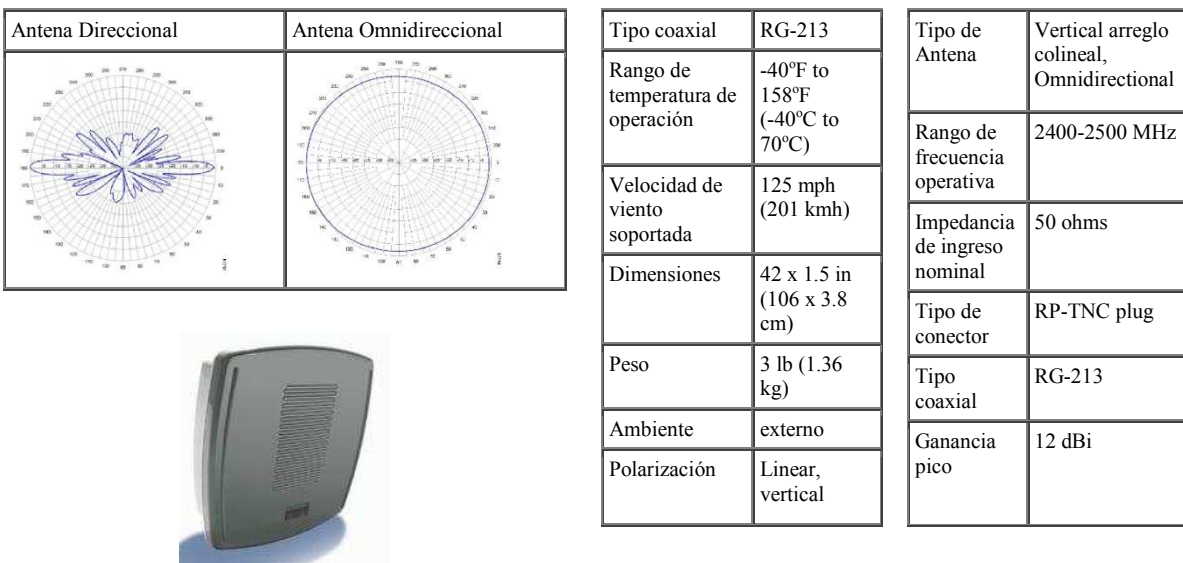


Figura 3.24. Patrón de radiación y especificaciones del AP Cisco Aironet 1310.

Diseño propuesto por Tecnología Z para la interconexión de los edificios.

En la Figura 3.25 vemos el diseño propuesto por Tecnología Z, usando los APs Cisco Aironet 1310, basado en la propuesta de solución del equipo de TI, del punto 3.3.5.

¹ Las especificaciones técnicas fueron proporcionadas por el fabricante Cisco en la página <http://www.cisco.com/>.

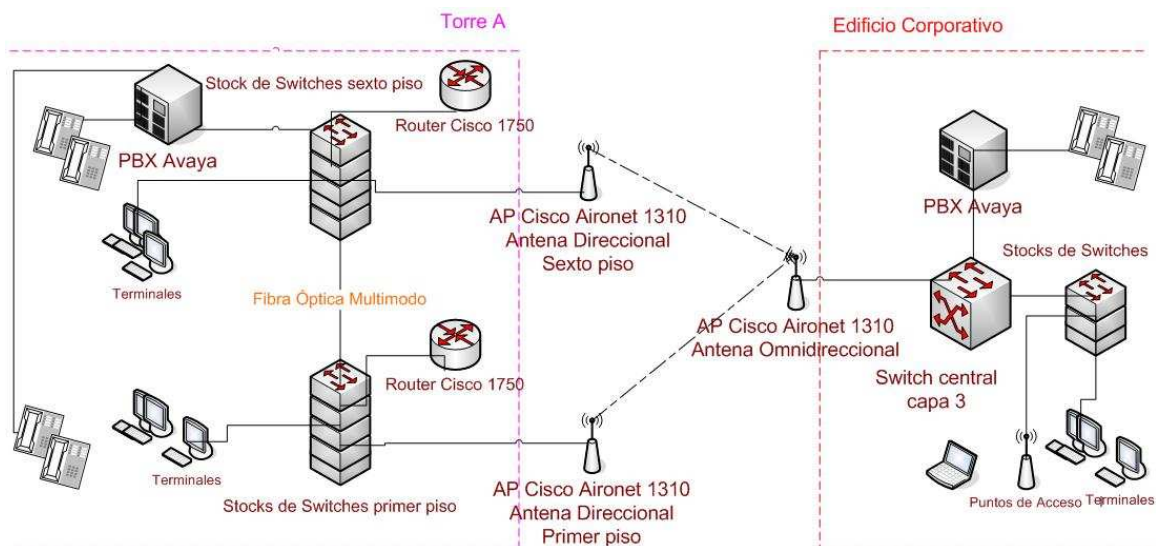


Figura 3.25. Diseño de solución de interconexión de edificios propuesta por Tecnología Z.

Puntos sobresalientes para el Equipo de TI del contrato con Tecnología Z.

El contrato con Tecnología Z se firmó por aproximadamente \$6,300 dólares, es decir, \$69,300 MN², e incluye:

- Configuración de dos antenas Cisco Aironet 1310 en modo *bridge*.
- Configuración de QoS en las dos antenas.
- Configuración de Seguridad WEP con encriptación de 128 bits.
- Configuración de 4 VLANs en las dos antenas.
- Configuración de un SSID por el cual va a pasar la VLAN nativa por la que, a su vez, pasarán las 4 VLANs en uso por Abarrotes S.
- Suministro y colocación de un nodo de datos, un nodo eléctrico y tierra física, así como la fijación de una antena en la esquina superior sur-poniente del edificio Corporativo.
- Colocación de antena en la parte exterior de la ventana de las oficinas del sexto piso del edificio Torre A, situado en la parte posterior del edificio Corporativo.

Cláusulas, el contrato no incluye:

- Ninguna configuración en los *access points* (APs) que no esté establecida dentro del contrato.
- La comunicación entre *switches* de los pisos del edificio remoto (Torre A).

² Tipo de cambio aproximado, 11 pesos por dólar, agosto 2007.

-
-
- Cualquier tipo de configuración anexa a los APs o cualquier otro dispositivo que no se encuentra especificada en el contrato.
 - Configuración de QoS en los *switches*.
 - Configuración de puerto *trunk* en los *switches* para el paso de las 4 VLANs requerido.

Los puntos citados en esta lista, que no son responsabilidad de Tecnología Z serán responsabilidad del equipo de TI. En este punto mi participación consiste en la configuración del equipo necesario para completar la infraestructura.

La propuesta de Tecnología Z no tuvo competencia, pues se trata de una empresa de confianza para Abarrotes S. El precio es atractivo por el retorno de inversión. Si hablamos que en el edificio C el enlace para comunicar esta oficina con la LAN Corporativa paga una renta mensual de aproximadamente \$12,000 MN y el contrato con Tecnología Z es por casi \$70,000 MN, entonces se paga con aproximadamente 6 meses de renta.

3.5. Acondicionamiento de las oficinas en Torre A.

La primer semana de junio de 2008 se inicia la demolición de piso y paredes, acondicionamiento de los mismos, cableado eléctrico, mantenimiento al aire acondicionado, colocación de piso nuevo, terminado de paredes, pintura, arreglo del techo de plafón, cableado de voz y datos, etc. Un acondicionamiento completo. El equipo de TI está al pendiente de todos los detalles.

3.5.1. Cableado eléctrico.

Para el cableado eléctrico, la constructora hace uso de un convertidor de aceite para bajar la tensión de 26000 V, de la subestación que está en el sótano de Torre A, y convertirla a 440 V en tres fases. Con un transformador seco, bajan esa tensión a 220 V en tableros bifásicos ubicados en el clóset de cada piso. A partir de estos tableros balancean las cargas de los lugares de trabajo. A cada lugar de trabajo llegan 127 V.



Figura 3.26. Tablero eléctrico del primer piso.



Figura 3.27. Tablero eléctrico del sexto piso.

Como parte de esta etapa se cablea la corriente regulada para en un futuro comprar un regulador de unos 60 KVA para dar este servicio a las oficinas.

En la Figuras 3.26 y 3.27 se ejemplifica el trabajo realizado en la parte eléctrica, que es el sustento de las demás etapas de comunicación.

3.5.2. Cableado de voz y datos.

Constructora W emplea un arquitecto para liderar la remodelación, asesorado de un técnico en redes para el cableado. El Equipo de TI se encarga de la supervisión de las obras y toma decisiones no previstas en la planeación, relacionadas con trayectorias de los cables, ubicación del *rack*, nodos, escalerilla, etc.

En las Figuras 3.28 a 3.35 se muestra el trabajo realizado para el cableado de voz y datos.



Figura 3.28. Escalerilla para cableado del sexto piso.

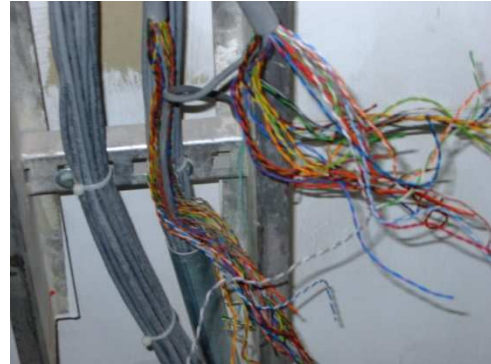


Figura 3.29. Cable raiser de 25 pares.



Figura 3.30. Trayectoria del cableado UTP 5e para datos, por medio de la escalerilla.



Figura 3.31. Fijación de los racks en los clósets.

La colocación del *rack* es importante. Se eligió el lugar más accesible dentro del clóset, donde se aseguró al piso como lo indica la norma de la TIA/EIA. Se cuidó que hubiera espacio entre el rack y la pared para poder maniobrar, en caso de ser necesario.

La Figura 3.29 muestra el cable *raiser* de 25 pares para cableado de voz entre la regleta y los nodos. El cable UTP 5e se “remata” en el *patch panel* y el cable *raiser* en la regleta del *rack* de cada clóset. Tanto el cableado de voz como el de datos se canalizan por la escalerilla, para llevarlo a los lugares de trabajo.

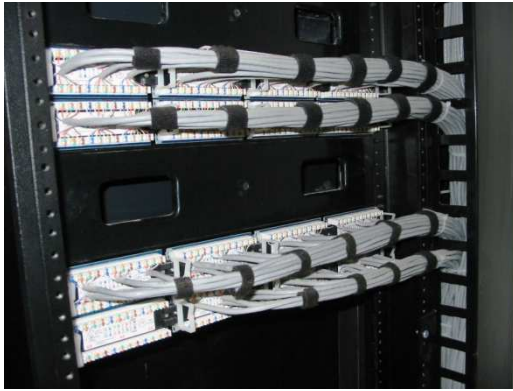


Figura 3.32. Cableado de datos en patch panel montado en el rack.



Figura 3.33. Vista del sexto piso, una vez terminados los trabajos de remodelación y cableado horizontal.

La gente de Construcción W, liderada por un arquitecto y un técnico en cableado siguen las recomendaciones del Equipo de TI para seguir los estándares de la TIA/EIA. Vemos que el cable que va “rematado” al patch panel, lleva sujetadores o “cinturones” para organizarlo y se etiqueta cada nodo para su pronta localización y control.



Figura 3.34. Ingreso del cableado de datos a la escalerilla del plafón.

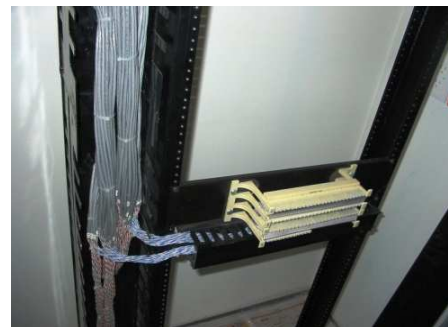


Figura 3.35. Cableado de voz en la regleta montada en el rack.

Concluidos los trabajos iniciales de remodelación, comienzan los detalles a principios de agosto de 2007. En las siguientes figuras vemos el terminado del cableado eléctrico, de voz y datos en las áreas de trabajo.



Figura 3.36. Apariencia los contactos de corriente normal (blanco) y regulada (rojo).



Figura 3.37. Mobiliario de oficina para la colocación de los lugares de trabajo.

La Figura 3.37 muestra la colocación del mobiliario de oficina y los nodos en él. En este momento se cuenta con cableado eléctrico, de voz y datos completo en cada escritorio de trabajo.



Figura 3.38. Lugares tipo “caballeriza”.



Figura 3.39. Faceplate de un lugar de trabajo.

Se acondicionan un total de 40 y 70 lugares de trabajo tipo “caballeriza”, en primer y sexto piso respectivamente, de acuerdo a la distribución de la Figura 3.22 y 3.23. Cada lugar cuenta con contacto de corriente y nodo de voz y datos distinguido por colores, como lo muestra la Figura 3.39.

En esta etapa ya se cuenta con la iluminación adecuada para los lugares de trabajo, el cableado eléctrico esta completo. La Figura 3.40 muestra el equipo que complementa la alimentación de corriente del conmutador Avaya, se trata de un UPS (*Uninterruptible Power Supply*) modelo SourcePro Net de Tripp-Lite.



Figura 3.40. SourcePro Net UPS (regulador y no break) de Tripp-Lite.

Durante esta etapa se realiza el cableado vertical entre los pisos de Torre A, con cable UTP 5e como medio de transmisión. Se mantiene esta decisión propuesta por el equipo de TI y se desecha la propuesta de Tecnología Z con fibra óptica multimodo (ver Figura 3.25), por cuestiones de precio y diseño, pues se determina que es suficiente para la cantidad de usuarios.

A principios del mes de septiembre, Constructora W finaliza esta etapa con las respectivas pruebas para el cableado eléctrico, de voz y datos, estando presente el equipo de TI, para corroborar el adecuado funcionamiento.

Se realizaron cuatro pruebas básicas marcadas por el estándar TIA/EIA-568-B.

- Pruebas de distancia y continuidad. Consistieron en usar la herramienta *Net-Tool* para detectar cableado defectuoso en cuanto a continuidad y cableado que no cumple con la distancia máxima especificada por el fabricante y la norma, en este caso 100 metros. El 99% del cable pasó la prueba.
- Pruebas de *scanner*. Se realizó para comprobar que los conectores fueron rematados” o “ponchados” adecuadamente bajo el estándar T568A.
- NEXT (*Near End Crosstalk*). Esta prueba consistió en medir con un instrumento especial, la cantidad de acoplamiento de señal no deseada (ruido) entre pares de cobre trenzado, en el extremo de transmisión del cable. Se realizó en ambos extremos de cada cable, obteniendo valores promedio de -35.3 dB que cumplen con el estándar TIA/EIA-568-B.
- FEXT (*Far End Crosstalk*). Debido a la atenuación, la diafonía que ocurre a mayor distancia del transmisor genera menos ruido en un cable que la NEXT. A esto se le conoce como telediafonía, o FEXT. Se realizó esta prueba con un instrumento de medición especial, obteniendo resultados favorables en todos los cables. Esta prueba no es de alto impacto, debido a que los cables manejan frecuencias relativamente bajas. Este tipo de prueba es importante en cableado para estándares como Gigabit Ethernet y 10 Gigabit Etehernet.

Una vez acreditando dichas pruebas, el equipo de TI da visto bueno al cableado, quedando pendiente con el proveedor la corrección del cableado mínimo que no pasó alguna prueba y dando paso a la siguiente etapa.

3.6. Configuración de la telefonía para las oficinas de Torre A.

Estando listos los clósets de telecomunicaciones de ambos pisos, en la parte de cableado eléctrico, de voz y datos, el equipo de TI se encarga de colocar el conmutador (PBX) Avaya Definity Prologix en el *rack* del clóset de sexto piso (MDF). El personal operativo de este equipo se encargan de ésta y otras tareas de telefonía, como: “rematar”³ el cable de par trenzado de la regleta 110 hacia el conmutador; programar y configurar las extensiones telefónicas personalizadas con sus respectivos privilegios; asignar los teléfonos Avaya 6408D+ y 6416D+ correspondientes; hacer pruebas de funcionamiento y corregir errores.

Las Figuras 3.41 y 3.42 muestran el aspecto del conmutador montado en el *rack* del clóset del sexto piso.



Figura 3.41. Colocación de tarjetas del conmutador.



Figura 3.42. Vista de las tarjetas que integran el conmutador.

3.6.1 Configuración del conmutador.

Tarjetas del conmutador.

Las tarjetas que lleva el conmutador son:

- Una tarjeta procesadora, que se encarga del procesamiento central y control de las demás tarjetas del conmutador.
- Una tarjeta *toneclock*, que da la sincronía y el voltaje de 50 volts (tono de invitación a marcar) a las extensiones.
- Una tarjeta *clan*, que trasmite datos IP para gestión del equipo.

³ También se le conoce en el medio con el nombre: “ponchar”.

-
-
- Una tarjeta que trasmite la señalización.
 - Una tarjeta *medpro* que trasforma la voz en datos y lo trasmite.
 - Una tarjeta de troncales digital, que recibe el E1 de voz para las extensiones digitales por H323.
 - Tres tarjetas de extensiones digitales, que soportan las extensiones.
 - Dos tarjetas de extensiones analógicas, que soportan las extensiones.

Establecimiento de servicios de telefonía.

Recordemos que Abarrotes S contaba previamente con este equipo PBX. Para su uso como parte del proyecto de expansión de la red en la parte de voz, se necesitó reiniciar completamente el conmutador para darle la siguiente configuración:

- 1) Un plan dial. Es el tratamiento que le dará el software del PBX a un número marcado, para encaminarlo al puerto indicado para llegar a su destino. En el plan de dial configurado se establecieron tres casos principales:

Caso A. Una llamada desde el primer o sexto piso de Torre A es hacia una extensión local. En el plan se configuró para que el conmutador, por medio de la tarjeta de extensión digital, se encargue de enlazar con su destino de forma directa por la matriz de conmutación.

Caso B. Si es una llamada a una extensión en el Corporativo o en otra sucursal, el conmutador se encarga de dar el tratamiento a la voz para que pueda viajar por la troncal IP hacia el *stack* de *switches*, ahí ser etiquetado para tener prioridad por calidad de servicio (QoS), llegar al router por una VLAN y ser encaminado al AP para cruzar a la LAN Corporativa por el enlace inalámbrico. Una vez en el Corporativo llega al *switch* central para colocada en la ruta adecuada para alcanzar su destino final.

Caso C. Cuando una llamada sea hacia la red pública (PSTN). Para hacer válida esta opción el número marcado deberá comenzar con el dígito “9” y ser una extensión con el privilegio, entonces el conmutador dirigirá la llamada a la tarjeta de troncal digital para que viaje por una de las 20 troncales contratadas que van a la nube de Telmex.

- 2) El rango de extensiones. Fue programado de acuerdo la administración y numeración que se sigue en el Corporativo y las demás sucursales. Cada extensión es de 4 dígitos y el primero permite distinguir el origen y destino de la llamada.
- 3) El número y tipo de tarjetas del conmutador. Esta programación es para que el sistema operativo del PBX detecte las tarjetas correspondientes y trabaje con ellas de manera correcta.
- 4) Las troncales IP. Se configuraron 4 troncales IP para tener comunicación con la red de datos. Por cuestiones de licenciamiento no se configuraron 15 troncales como se planeó en la propuesta seleccionada por el equipo de TI. El diseño del enlace con la PSTN, a través de la LAN Corporativa cambia, ahora el conmutador de Torre A requiere un enlace E1 con 20 troncales digitales para tener salida a la red pública. Estas mismas 4 troncales IP se

configuraron en el conmutador Avaya Definity G3SI ubicado en el edificio Corporativo, por tratarse de enlaces punto a punto.

- 5) El *signaling group*. Es un identificador de tránsito de señalización, que sirve al conmutador para identificar las líneas IP de manera lógica dentro de una red de troncales IP.
- 6) El direccionamiento IP. Se configuró en el PBX el direccionamiento que deberá seguir un paquete de voz para viajar por la red de datos y alcanzar un destino.
- 7) Los servicios que soportará el PBX. Se configuraron los siguientes servicios:
 - Dos DID's para directores.
 - Un grupo de captura para cada piso.
 - Un grupo de voceo para cada piso.
 - Tres coberturas para jefe-secretaria.
- 8) Los *feature codes*. Son los códigos especiales que se configuran en el equipo para hacer uso de ciertas funciones. Por ejemplo: digitar *2 es el código especial para dirigir una llamada a otra extensión. El equipo permite configurar más de 600 códigos, pero en este caso no todas se usan, muchas van dirigidas a un *call center*, hotel u hospital.

Algunos de los comandos más usados para esta configuración inicial son:

<i>chan hardware</i>	se usa para cambiar físicamente tarjetas del conmutador, sin este comando el equipo no actualiza los cambios hechos.
<i>chan sys fea</i>	configurar características de sistema.
<i>list conf all</i>	listar la configuración completa actual.
<i>test board</i>	probar la tarjeta madre.
<i>chan trunk</i>	configurar troncal digital.
<i>list trunk</i>	lista las troncales actuales.
<i>chan sig</i>	configurar troncales IP.

Una vez configuradas las características básicas se procedió con características específicas como las extensiones telefónicas. Se programaron 78 extensiones de una capacidad total de 92, de las cuales 60 son digitales y el resto analógicas. Se asignaron 2 grupos de cobertura, uno por cada piso, y dos DID's asignados para marcación desde la red pública de forma directa.

Para esto se usaron primordialmente comandos como:

<i>chan intercom</i>	configurar grupos de intercomunicación.
----------------------	-----------------------------------------

<i>chan hunt group</i>	configurar grupos de cobertura.
<i>add hunt group</i>	agregar grupos de cobertura.
<i>ch stat</i>	da de alta y configura extensiones.
<i>ls stat</i>	lista las extensiones programadas.

En la Figura 3.43 observamos un ejemplo de la pantalla del software propietario de Avaya de interacción con el conmutador (PBX).

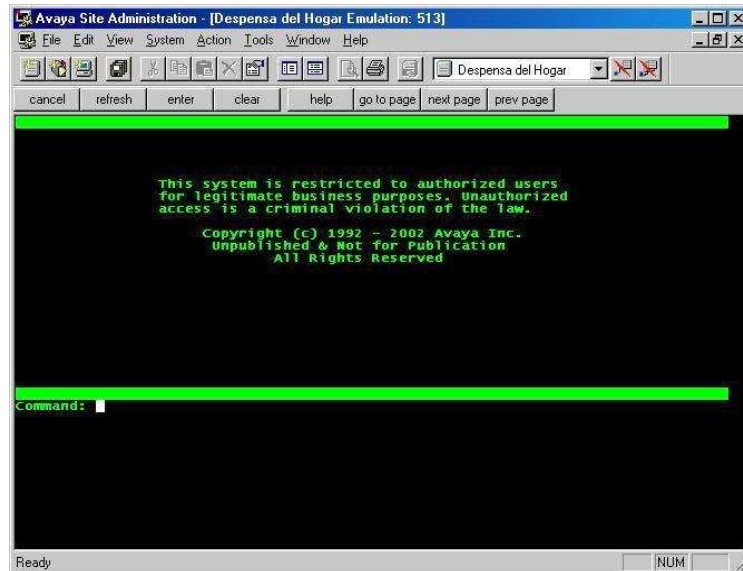


Figura 3.43. Ejemplo de pantalla del software del conmutador (PBX).

Asignación de extensiones telefónicas.

Terminada la programación, continúa la asignación de las extensiones digitales con teléfonos Avaya 6408+ y 6416+, y analógicas con teléfonos Avaya 6110 analógicos. Este momento se realizan pruebas a algunas extensiones de forma aleatoria, marcando y revisando que coincidan los privilegios. Los teléfonos 6408+ son de uso general y el 6416+ son para secretarías y recepcionista, por el hecho de tener más funciones.



Figura 3.44. Teléfono Avaya 6408+ y teléfono Avaya 6416+.

Conexión con la red de telefonía pública (PSTN) de Telmex.

Para la conexión con la red de telefonía pública, se llega a un arreglo con el socio tecnológico de servicios de telefonía, Telmex, para proveer a las oficinas de Torre A con 20 líneas troncales digitales con 60 DIDs, para tener telefonía directa con la PSTN. Cada línea tiene un costo de \$195.00 MN + iva y cada DID de \$20.00 + iva MN. El contrato incluye la instalación del cableado necesario entre el cuarto de acometida de Telmex ubicado en el sótano 1 y el conmutador Avaya Definity Prologix del clóset de sexto piso.

Los DIDs permiten hacer llamadas directas de un número local a una extensión telefónica interna dentro de la red telefónica de la Empresa de forma transparente para el usuario, como si se tratara de otra línea local.

Las 20 troncales digitales directas que se contratan con Telmex se cablean en este punto entre el cuarto de acometida de Telmex ubicado en el sótano 1 de Torre A y la tarjeta de líneas digitales del conmutador Avaya Prologix en el clóset de sexto piso.



Figura 3.45. Concentrador de servicios de Telmex.



Figura 3.46. Colocación de cable coaxial de acometida.

El equipo que se ve en la Figura 3.45 es un concentrador de servicios, que permite al personal de Telmex dar de alta líneas telefónicas de forma lógica. En la Figura 3.46 vemos el trabajo realizado por personal de Telmex para conectar el cuarto de acometida con el clóset de sexto piso.

A mediados del mes de septiembre de 2008 el personal de Abarrotes S responsable del proyecto, realiza visitas constantes a las oficinas de ambos pisos para garantizar que todos los detalles estén listos para continuar con la conectividad entre los edificios con los *access points* Cisco Aironet 1310.

3.7. Configuración del equipo de telecomunicaciones necesario para la interconexión de los edificios.

Esta configuración está basada en la propuesta del Equipo de TI (ver Figura 3.21).

En esta etapa el equipo de TI se encarga de acondicionar y configurar el *stack* de *switches* de primer piso, compuesto por un *switch* Avaya P330R de 24 puertos como principal y uno P333PWR de 24

puertos como esclavo, para dar un total momentáneo de 48 puertos. Y el *stack* de *switches* de sexto piso compuesto de dos *switches* P333PWR de 24 puertos como esclavos y un Avaya P330R de 24 puertos como principal, para dar un total momentáneo de 72 puertos disponibles.

En ambos *stacks* se configuraron 4 VLANs:

- Una VLAN propia en cada piso, por administración de usuarios y para mantener confidencialidad entre los pisos.
- Una VLAN para gestión de la red. Tiene prioridad sobre otras por ser usada para administrar la red.
- Una VLAN para voz. Tiene prioridad sobre todas las demás por medio de la calidad de servicio (QoS) para evitar que la voz se interrumpa de forma perceptible para los usuarios.
- Una VLAN para la comunicación entre los edificios por medio del enlace inalámbrico. El tránsito que lo requiera viajará por esta VLAN para llegar a la LAN Corporativa.

Cada puerto físico del *stack* se puede asociar a una o más VLAN según lo requiera la configuración, pero no se puede quedar sin ninguna VLAN asociada.

El direccionamiento de todas las VLANs es local, eso quiere decir, que no interfiere ni se mezcla con las VLANs de la LAN Corporativa.

Además en ambos *stacks*, los puertos que manejan la parte crítica de la comunicación, es decir, las conexiones del *router*, el conmutador y el enlace inalámbrico tienen prioridad alta sobre los otros puertos de usuarios del *stack* y están gestionados por el administrador de la red vía SNMP (*Simple Network Management Protocol*).

Para soportar la interconexión de las VLANs, fue necesario configurar un *router* Cisco 1750 para cada piso, que se encargara de direccionar el tránsito por la VLAN adecuada. Para ello se configuraron 4 subinterfaces en cada equipo para soportar la conexión lógica y las funciones de direccionamiento necesarias por medio de rutas estáticas que dan salida y entrada al tránsito que soporta la red por un solo puerto físico.

Internamente en el *router*, se realizan las conexiones lógicas para el tránsito de una VLAN a otra por medio de la configuración del equipo, reflejada en su tabla de direccionamiento por rutas estáticas. Se puede apreciar este funcionamiento en la Figura 3.47.

Como el *router* usa rutas estáticas debido a que no se configuró ningún protocolo de direccionamiento, por cuestiones de tiempo, todo el tránsito que no conozca en su tabla de direccionamiento se maneja por *default* al *switch* central Avaya 882 de la LAN corporativa. Esta configuración se eligió por eficiencia para no replicar tránsito innecesario a la LAN Corporativa y por seguridad, para que segmentos no autorizados no puedan circular por la red.

Tanto los *switches* como los *routers* son parte del equipo fuera de operación (ver punto 3.3.2) que se aprovechará en el proyecto.

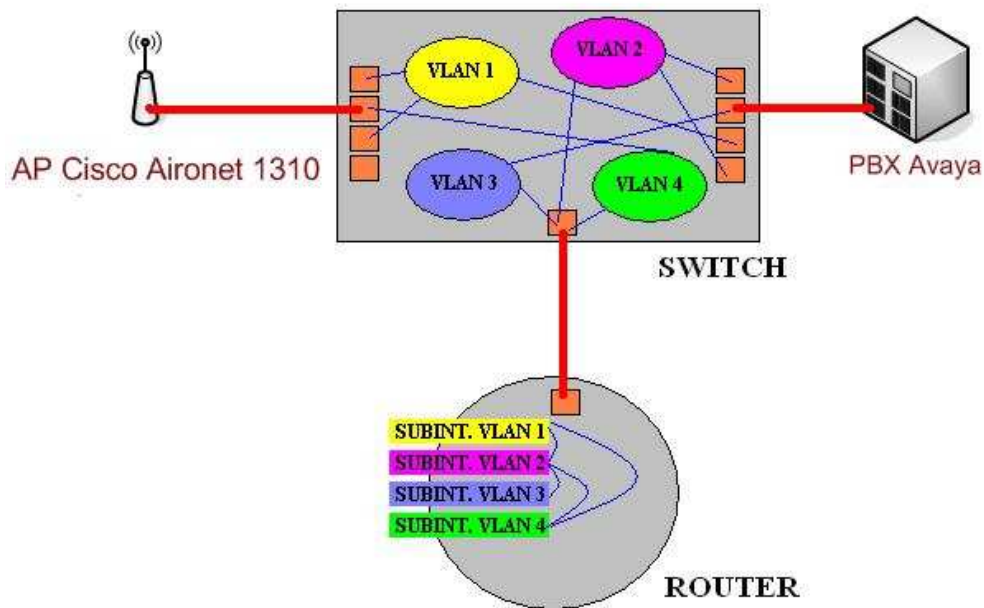


Figura 3.47. Conexión física y lógica que relaciona 4 subinterfaces con 4 VLANs.

Comandos básicos necesarios para configuración del router CISCO y los switches AVAYA:

- *enable* Habilita el modo privilegiado.
- *telnet* Abre una conexión remota por el protocolo Telnet.
- *write memory* Escribe la configuración actual en la memoria *flash*.
- *show running config* Muestra la configuración actual.
- *traceroute* Traza la ruta que hace una petición a un destino.
- *configure terminal* Inicia modo configuración de equipo.
- *interface* Inicia la configuración de la interface. Por ejemplo:
interface FastEthernet 0/0, *interface vlan 1*, etc.
- *no shutdown* Dentro del modo interface, habilita dicha interface.
- *show ip table* Muestra la tabla de ruteo del equipo.
- *ip route* Permite establecer una ruta estática a través de una interface. El primer parámetro es la red que se desea alcanzar, el segundo su máscara de subred y el tercero por qué interface se alcanzará. Por ejemplo la ruta default:
ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 vlan.

Personal del proveedor Tecnología Z se encarga de la configuración, convenida en el contrato, de los APs Cisco Ironet 1310 para el paso de las VLANs de voz y datos por el enlace inalámbrico entre los edificios de Torre A y Corporativo. En el siguiente punto se registran las pruebas que se hicieron.

3.7.1. Pruebas de conectividad entre el Edificio Corporativo y Torre A.

A finales de septiembre de 2008 comienzan las pruebas de conectividad en colaboración del equipo de TI y personal de Tecnología Z. Las conexiones siguen totalmente los esquemas de la propuesta de solución seleccionada por el Equipo de TI (vista en el punto 3.3.5) y los APs propuestos por Tecnología Z.



Figura 3.48. AP Cisco Aironet 1310.



Figura 3.49. Antena del AP Cisco Aironet 1310.

En presencia de personal de Tecnología Z y el equipo de TI se realizaron las primeras pruebas de transmisión de paquetes de datos entre las redes de ambos edificios con la herramienta *ping* y se logra establecer comunicación, además se usa el sistema de monitoreo propio de Abarrotes S para sondear el enlace. Se obtienen resultados favorables con esta primera prueba, tiempos de respuesta de menos de 15 milisegundos (ms).

Para probar la transmisión de paquetes de voz por la solución inalámbrica se realiza una prueba que consiste en mantener abierta una llamada telefónica con la música de espera del conmutador de LAN Corporativa y escucharla en un teléfono en Torre A, a la vez se transmiten paquetes de datos por el enlace para probar que las conversaciones telefónicas no se interrumpen. Esta prueba no cumple satisfactoriamente con los resultados esperados, se apreció cierto retardo en la música y se corta la llamada.

La siguiente prueba es un constante monitoreo al enlace inalámbrico que interconecta ambos edificios, con el sistema de monitoreo propio de Abarrotes S, administrado por el coordinador de telecomunicaciones. La Figura 3.50 muestra una pantalla del sistema de monitoreo que permite detallar el estado de los enlaces y estadísticas como uso de ancho de banda, velocidad de transmisión, entrada y salida de paquetes, etc.

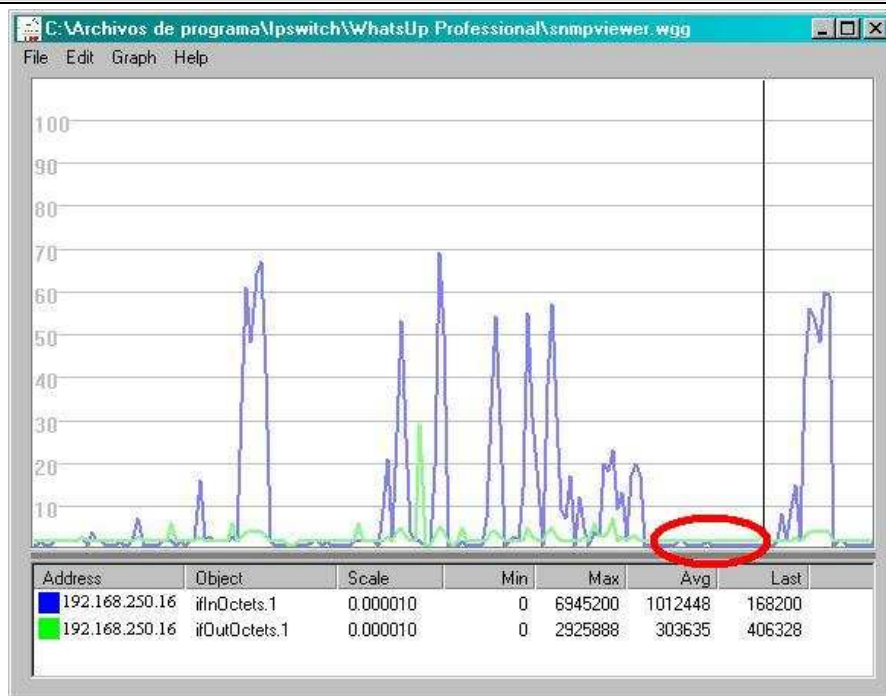


Figura 3.50. Gráficas de paquetes enviados en verde y recibidos en azul. En la elipse roja se aprecian momentos donde el enlace se “cae”.

Este punto de pruebas es crucial pues sustenta la conectividad entre ambos edificios. Durante las pruebas se obtienen resultados desfavorables en cuanto al uso de los APs Cisco Aironet 1310 trabajando en un esquema como el que se plantea en la Figura 3.25, propuesto por el proveedor Tecnología Z y respaldado por el equipo de TI. Se contacta al proveedor para buscar una solución pronta y segura. En la Figura 3.50 se muestra una discontinuidad en el enlace inalámbrico.

3.8. Rediseño de la propuesta de solución del Equipo de TI y Tecnología Z.

Lo que sigue es la explicación del problema según el especialista del proveedor del producto y un rediseño de la propuesta original.

Los APs deberán trabajar en modo de puente (*bridge*) con conectividad uno a uno y para esto se configura cada AP de Torre A en un canal diferente y al AP del Edificio Corporativo en ambos canales. Esta configuración debe trabajar en teoría, pero en la práctica después de cierto tiempo de actividad, uno de los APs se bloquea e interfiere con las telecomunicaciones del otro, hasta este momento de forma aleatoria, dejando sin conectividad ambos edificios y su infraestructura de telecomunicaciones. Se hacen pruebas durante casi una semana sin obtener mejores resultados, entonces los especialistas del proveedor Tecnología Z, plantean una modificación garantizada a su esquema, quedando como en la siguiente Figura 3.51.

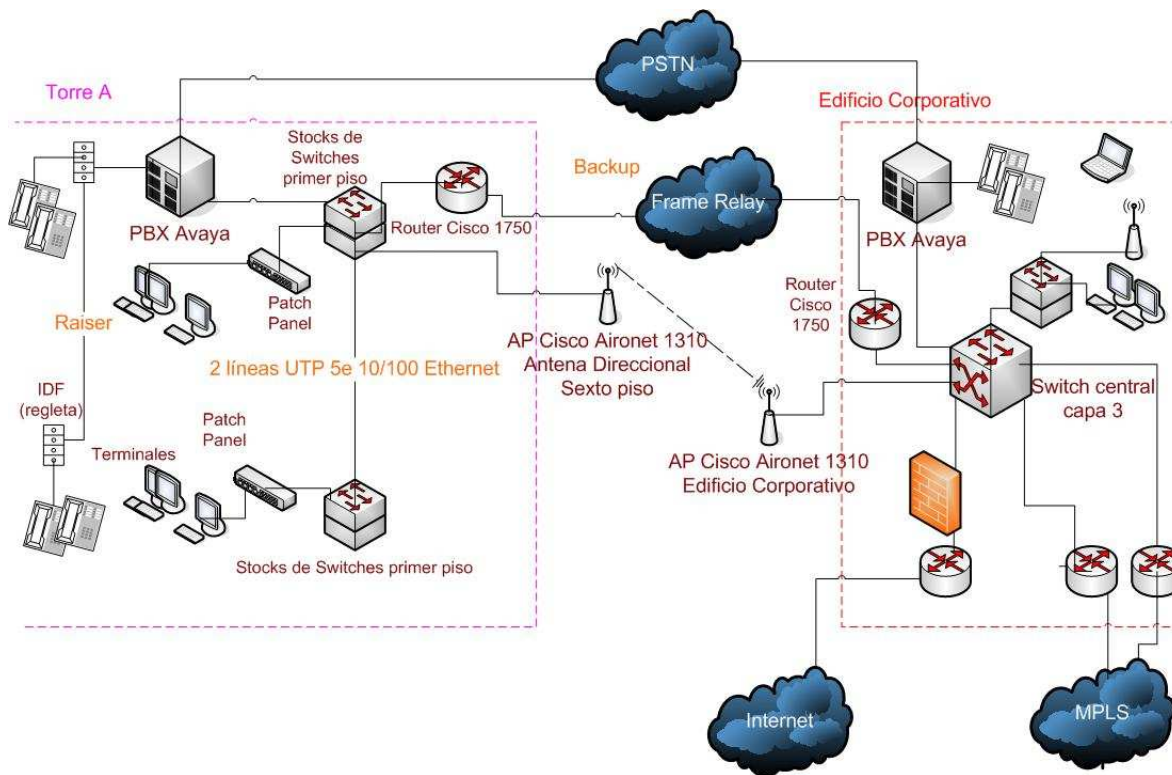


Figura 3.51. Solución alternativa a la propuesta de comunicación original.

En este punto hay un momento difícil de gran presión por la cercanía que existe con la fecha de entrega, así que los directivos de Abarrotes S responsables de este tipo de decisiones, apoyados del equipo de TI, optan por modificar el diseño original y aceptar la alternativa que propone el especialista de Tecnología Z.

Como no queda más tiempo para investigar las causas y posibles soluciones se aplica la modificación y en pruebas funciona correctamente, se obtienen tiempos de respuesta de entre 10 y 15 milisegundos, con la herramienta “ping” entre los dos edificios. El tiempo es bastante razonable considerando que se realizó en horas pico de transmisión para el Corporativo.

El director de TI apoyado del resto del equipo de telecomunicaciones, toma la decisión de tener un respaldo para la conexión de ambos edificios, así que se contrata con el socio tecnológico Red Uno, un enlace de respaldo *clear channel* de 2,048 bps (E1) por *Frame Relay* que cuesta \$9,200 MN mensuales, para conectar al Edificio Corporativo con Torre A por medio del puerto serial del *router* del sexto piso y el serial de un *router* de las mismas características del lado del Corporativo, como se ve en la Figura 3.51.

Esta alternativa usa las dos líneas de cableado vertical UTP 5e para enlazar al *stack* de *switches* del sexto con el de primer piso en forma de “Cascada”. Este cableado deja de ser de respaldo (*backup*) para convertirse en parte de la operación normal de la red.

Se hace otra modificación al diseño original, avalada por el director de recursos humanos. De los 90 nodos planeados originalmente para el sexto piso de Torre A, sólo se dan de alta momentánea 70, pues el cálculo de la redistribución del personal así lo requiere.

En este momento el equipo de TI aporta seguridad adicional al protocolo WEP, en el enlace inalámbrico, mediante el ocultamiento del SSID de la conexión y la restricción por dirección MAC en los APs.

3.9. Resultados.

A continuación viene el momento de la mudanza, acomodo y posesión de los lugares de trabajo por parte de los usuarios. En primer piso se acomoda a gente del área contable de la dirección de tiendas de autoservicio y de la dirección de sucursales mayoristas. Hablo de menos de 50 usuarios.

Se asignan unos 10 lugares en sexto piso de Torre A para la coordinación de reclutamiento de personal y 10 diez lugares para la coordinación de capacitación. Ambas coordinaciones se encontraban físicamente en el Edificio Corporativo antes de la expansión. Los lugares restantes listos para trabajar en sexto piso los ocupa el personal de la dirección corporativa de tiendas de autoservicio que se encontraba en edificio C antes del proyecto.

Para concluir esta etapa de la implementación veamos las siguientes Figuras 3.52 a 3.55 que documentan los resultados obtenidos hasta este punto.



Figura 3.52. Personal del Corporativo laborando en las nuevas oficinas del sexto piso de Torre A.



Figura 3.53. Recepción de las oficinas del sexto piso de Torre A.

Se asignaron 45 a personal de los 50 nodos planeados de un inicio en primer piso y 70 de los 90 nodos planeados en el sexto piso.



Figura 3.54. Personal del Corporativo en labores cotidianas en las oficinas de primer piso de Torre.



Figura 3.55 .Personal del Corporativo en labores cotidianas en las oficinas de primer piso de Torre.

La meta de entregar las oficinas comunicadas listas para la primera semana de octubre se alcanzó de forma satisfactoria, aunque con algunos contratiempos que vienen en el siguiente punto.

3.10. Errores y contratiempos.

El hecho que se presentó con los APs, registrado en el punto anterior, fue el principal contratiempo y limitante durante del desarrollo del proyecto. Del buen funcionamiento de los equipos dependía la vital intercomunicación entre los edificios Corporativo y Torre A. Afortunadamente se rediseñó sobre la marcha una solución, que para mi apreciación debería ser momentánea en lo que se mejora dicho enlace. Esto demuestra la flexibilidad de la tecnología WI-FI empleada, creo que fue la elección adecuada.

No se contemplaba las restricciones que implica el licenciamiento de las troncales IP para el conmutador Avaya Prologix de Torre A, por lo que se tuvo que hacer modificaciones a la propuesta selecciona por el Equipo de TI en su parte de voz.

Otras situaciones que se presentaron y que no afectaron de manera significativa los resultados, pues se pudieron superar.

La constructora, Constructora W, no conocía los costos precisos de los trabajos y materiales necesarios para el cableado de voz y datos, entonces por ganar el proyecto, su propuesta económica al final se vio desajustada por casi \$350,000.00 MN adicionales, mismos que se volvieron a calcular y fueron absorbidos por Abarrotes S.

La entrega del mobiliario se retrasó casi dos semanas y por consiguiente el montaje de los servicios eléctricos de corriente normal, así como de voz y datos por lo que hubo que pagar jornadas de tiempo extra al constructor para que entregara en tiempo.

La ubicación de los servicios de tres de las oficinas de sexto piso, fue mal interpretada por el constructor en el boceto y puso los servicios exactamente en el extremo contrario de los escritorios por lo que hubo que volver a cablear las tres oficinas.

Se hicieron pruebas para el enlace de respaldo E1 por *Frame Relay*, pero no se tenía previsto que tiene que hacerse un proceso manual que en esencia cambia el direccionamiento en el *router*, ya que no hay protocolo dinámico sino rutas estáticas.

3.11. Vigencia y Horizonte de los planes.

Este punto es importante en cualquier proyecto, pues el proyecto no termina con la entrega de la solución. Se necesita saber que sigue y entra la etapa de mantenimiento y retroalimentación constante que sufre cualquier sistema.

En esta parte del proyecto termina mi participación directa, pero a partir de la experiencia del desarrollo del mismo, quiero hacer algunas propuestas prácticas que podrían aplicarse a corto y mediano plazo:

La primera que puede preverse es respecto al enlace entre los edificios Corporativo y Torre A, usando APs Cisco Aironet 1310 con el estándar de WI-FI 802.11 g. La alternativa que dio el especialista de Tecnología Z sacó adelante el proyecto en el tiempo previsto, pero solo el proceso de uso normal del esquema, dirá si es una solución persistente o tendrá que ser rediseñada y reimplantada. Dicho enlace puede sufrir saturación en horas pico, debido a que por un AP se está concentrando el tránsito de ambos pisos y esto puede generar tiempos de respuesta altos y retardos para los usuarios. Queda en los planes analizar diverso equipo que pueda cumplir el diseño original de la propuesta de solución.

La segunda propuesta es referente a la seguridad en el enlace inalámbrico, ya que este sólo cuenta con seguridad WEP con encriptación de 128 bits. Es una solución que se deberá estar revisando y evaluando, deberá hacerse un estudio de la fiabilidad que representa, pues es conocido que este tipo de seguridad es vulnerable a ataques con *software* especializado en capturar paquetes y descifrar la contraseña con el uso de una tarjeta de red inalámbrica en “modo promiscuo”.

La tercera, es que en las oficinas de Torre A no cuentan con servidor de DHCP para la repartición dinámica de direcciones, esta tarea se hace de forma estática por parte del administrador de la red de Abarrotes S y trae problemas de administración, tiempo y comodidad. Así que se puede prever la solución que da un servidor de DHCP.

La cuarta propuesta, es que en las oficinas de Torre A no cuentan con APs que den conectividad a equipos portátiles, como *laptos*, *palms*, etc. y solo se puede conectar a la red por medio de los nodos cableados, generando incomodidad para quien está acostumbrado a usar la tecnología WI-FI.

Por las características que se presentaron durante el proyecto, la solución tiene una vigencia indefinida, mientras funcione el enlace WI-FI, apoyado en el enlace de respaldo de *Frame Relay*.

La expansión en Torre A sustenta para la empresa cierto crecimiento, en cuanto a personal que labora en el Corporativo. Se podrán hacer planes si se desea contratar nuevas plazas.

La quinta, es que el enlace E1 por *Frame Relay*, que se planeó como respaldo, para cumplir su propósito de restablecer el tránsito entre el Edificio Corporativo y Torre A en caso de fallar alguno de los APs, necesita contar con un protocolo de direccionamiento dinámico en el *router*, pues como se tiene configurado con rutas estáticas requiere todo un procedimiento manual de redireccionamiento, que no cumple con el tiempo de respuesta adecuado para ser tomado como verdadero respaldo.

Otra de las cosas que queda pendiente es el acondicionamiento de la corriente regulada con un regulador central de unos 60 KVA trifásico para ambas oficinas, pues solo se cuenta con los reguladores *no-break* de cada equipo.

3.12. Bitácora del proyecto.

Una cronología rápida del desarrollo del proyecto:

A principios de abril de 2007, los directivos de Abarrotes S comienzan con la intención de realizar el proyecto, teniendo acercamiento con gente de Torre A para la renta de la mitad del sexto piso y la cuarta parte del primero.

De mediados de mayo a principios de junio, se organiza y gesta el proyecto, se asignan cargos y responsabilidades, se levantan datos y variables críticas, se analizan alternativas de solución, se toman en cuenta proveedores, se inician tratos con los seleccionados y se firman los contratos correspondientes.

De mediados de junio a principios de agosto se comienza la remodelación de las oficinas en Torre A. Se arrancan trabajos de demolición, pisos, paredes, mantenimiento del aire acondicionado y cableado en general.

De mediados de agosto a mediados de septiembre es el periodo de detalles de remodelación y cableado eléctrico, voz y datos. Se realizan pruebas de cableado, del equipo: conmutador, *router*, *switches*, APs, etc. Y se alistan los closets de telecomunicaciones.

A finales de septiembre inicia la mudanza y asignación de lugares. Se realizan las pruebas de conectividad entre los edificios, Corporativo y Torre A. Se toman decisiones y se alista el enlace inalámbrico. Configuración de las extensiones telefónicas, se diseñan grupos de captura y permisos para telefonía.

De principios de octubre a mediados de noviembre se entregan las oficinas remodeladas y cableadas. Aquí hay una etapa de constante supervisión y corrección de fallas.

A finales de noviembre se inauguran oficialmente las nuevas oficinas. Inicia la fase de operación, mantenimiento y retroalimentación.

Con esta bitácora que resume el progreso del proyecto concluye el Capítulo 3, dando como resultado del trabajo las conclusiones siguientes.

CONCLUSIONES

En la actualidad muchas empresas aún cuentan con redes aisladas de voz y datos. Otras empresas comienzan a tratar de integrar ambas redes en una sola infraestructura, pero es evidente que la tendencia es la convergencia de ambos servicios en una sola solución de telecomunicaciones, por los beneficios en cuanto a reducción de costos por implantación, mantenimiento, administración, servicios, etc.

La solución a la necesidad de extender una red de voz y datos real en operación, que no está totalmente integrada, pero converge en algunos puntos, implica además de la solución completa de telecomunicaciones, el desarrollo de un proyecto integral que conjunte un equipo multidisciplinario para aportar desde su área a un fin común: expandir la red.

Cada departamento que participó en el proyecto se encargó de sacar adelante tareas y necesidades específicas que en conjunto dieron como resultado el proyecto de expansión de la red. Aunque algunas necesidades no son visibles en una primera impresión de un proyecto como éste, sobre todo si sólo nos enfocamos a la parte de las telecomunicaciones, es de notar que son importantísimas y sin la participación del área encargada de llevarlas a cabo, este tipo de proyectos simplemente no se podrían realizar. Por ejemplo la participación de los directivos que tomaron decisiones y coordinaron al equipo, la participación del área de compras en la adquisición de material, de recursos humanos en la contratación de personal, del área financiera que asignó el presupuesto, incluso de la gente de mantenimiento que ayudó a la mudanza.

La solución de telecomunicaciones que se propuso inicialmente en este proyecto no fue la solución final, y muchas situaciones en las que se desarrolló el proyecto no estaban previstas. Un proyecto de tal magnitud no depende del todo, como ya mencioné, de un equipo con conocimientos de telecomunicaciones. En algunos casos se hicieron propuestas y se desearon por decisiones y valoraciones basadas en la situación real de la Empresa, la parte económica juega el papel principal y los directivos toman las decisiones en base a ello. Por lo tanto las soluciones reales no son siempre las ideales desde el punto de vista de la ingeniería, pero si desde la visión del análisis costo beneficio de los directivos. El experto en telecomunicaciones asesora al encargado de tomar decisiones, y éste es el que decide el rumbo final del proyecto. Es nuestro deber ser una guía fiable para que el encargado tome las mejores decisiones para la Empresa.

Aprovechar los recursos con que dispone la empresa dará siempre una reducción en costos y en este proyecto se diseñó la solución en base a ello.

En este desarrollo de caso práctico pude conocer de una manera real y tangible los alcances de un proyecto y los problemas que en él se presentan. El trabajo en equipo y el trato con los compañeros de trabajo es primordial, estoy convencido que incluso más que los mismos conocimientos técnicos.

Mi participación en un equipo destinado a la solución de telecomunicaciones del proyecto, es de gran beneficio para mi experiencia profesional como Ingeniero en Computación y como persona.

GLOSARIO

ANSI	<i>American National Standards Institute.</i> Instituto Nacional Americano de Normalización.
Archivo	Unidad de información manipulable por el usuario desde el Sistema Operativo.
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange.</i> Código Binario de Datos para intercambio de información entre computadoras.
Atenuación	Es la pérdida de una señal mientras viaja a través de un cableado.
Backbone.	Se puede traducir como la “columna vertebral” o núcleo de una red.
Backplane	Es una placa de circuito que contiene ranuras (<i>sockets</i>) para las tarjetas de expansión.
Binario	Es un sistema de numeración en el que sólo se usan las cifras cero (0) y uno (1) para representar cualquier cantidad. Es el sistema ideal en computación por la representación de presencia y ausencia de voltaje.
Bit	<i>Binary Digit.</i> Abreviación de Dígito Binario. Unidad mínima de información con que trabajan internamente las computadoras.
Bps	Bits por segundo. Unidad para medir la transferencia de datos y ancho de banda digital.
Broadcast	En español se dice difusión y es la forma de transmitir información de un nodo emisor a una multitud de nodos receptores de manera simultánea.
BUS	Canal o ruta común entre dispositivos del hardware o entre estaciones de una red.
Byte	Unidad de medición de memoria, compuesta por 8 bits. Un byte representa un carácter.
Cisco	Es una empresa multinacional, principalmente dedicada a la fabricación, venta, mantenimiento y consultoría de equipos de telecomunicaciones
Colisión	En redes Ethernet, es el resultado que se da cuando dos nodos transmiten simultáneamente.
Computadora	Máquina de propósito general que procesa datos de acuerdo con las instrucciones almacenadas en un programa.

Conmutador	También conocido como PBX (<i>Private Branch Exchange, Central Privada de Intercambio</i>). Es un dispositivo que funciona como una central telefónica conectada directamente a la red pública telefónica por medio de líneas troncales. Este equipo generalmente pertenece a la empresa que lo tiene instalado y no a la compañía telefónica, de aquí el adjetivo privado a su denominación.
Correo electrónico	<i>Electronic mail, e-mail</i> . Medio de comunicación entre usuarios de computadoras en red.
CPU	<i>Control Procesing Unit</i> . Unidad Central de Procesamiento. Parte central de una computadora.
Decibel	Unidad de medida usada en acústica y telecomunicaciones. Su símbolo es dB, también se conoce como decibelio. El decibelio es una unidad logarítmica, un submúltiplo (la décima parte) de la unidad real, el belio, que es el logaritmo de la relación entre la magnitud de interés y la de referencia.
Datagrama	Es el fragmento de paquete con la información suficiente para que la red pueda dirigirlo a su destino.
Data Warehouse	Es un almacén de información donde se integran todos los datos corporativos que provienen de las distintas fuentes, a la cual pueden acceder los ejecutivos como un soporte a la toma de decisión.
DHCP	<i>Dynamic Host Configuration Protocol</i> . Es un protocolo de red que permite a los nodos conectados tomar parámetros automáticamente.
Diafonía	Es la Transmisión de señales de un par de hilos hacia pares vecinos. Esta diafonía se traduce como ruido, causa interferencias en los cables cercanos.
Digital	Referente a números. Teclas, sonido o video.
DTE	<i>Data Terminal Equipment</i> .Dispositivo terminal dentro de una red.
DCE.	<i>Data Circuit-terminating Equipment</i> . Dispositivo de interconexión entre un DTE y un medio de transmisión.
DSL	<i>Digital Subscriber Line</i> . Línea de abonado digital es una tecnología que permite transportar datos a través de la red telefónica pública sin intervenir con el servicio de voz.
E1	Es un formato de trasmisión digital que opera a una tasa de transferencia de 2,048 Mbps y puede llevar 32 canales de 64 Kbps, de los cuales 30 son para voz o datos, uno para señalización y uno para sincronía. Usualmente opera sobre cable coaxial.
EIA	<i>Electronic Industry Aliance</i> . Alianza de Industrias Electrónicas.

End to end	Es uno de los principios de diseño del Protocolo de Control de Transmisión (<i>Transmission Control Protocol</i> , TCP), ampliamente utilizado en Internet y en otros sistemas.
Encabezado	Campo que agrega un nivel o capa de una pila de protocolos al paquete de datos para desempeñar una función específica dentro del modelo.
Encapsulación	Es el proceso dentro de la pila de protocolos TCP/IP, mediante el cual los datos son envueltos junto con la información necesaria para su tránsito en la red.
Encriptación	Viene de la palabra criptografía. Se refiere a cifrar datos utilizando técnicas que hagan posible el intercambio de mensajes de forma segura.
Escalable	Propiedad de un equipo que le permite poder agregar o mejorar características de hardware o software.
Frecuencia	Es una unidad que indica la cantidad de repeticiones de un fenómeno periódico en la unidad de tiempo. En el Sistema Internacional de medidas se usa el <i>Hertz</i> como unidad y equivale a un suceso por segundo (1 Hz = 1 / s).
Full dúplex	Muchos sistemas y redes de comunicaciones actuales, como Ethernet, funcionan en esta forma, permitiendo canales de envío y recepción simultáneos. Se puede conseguir esta característica gracias a frecuencias separadas o cables separados. Se dice que en esta forma de transmisión no existen colisiones.
Gbps	Giga bits por segundo. Es igual a 1,000,000,000 bps.
Half duplex	Es la característica de sistemas de comunicación que pueden transmitir en ambos sentidos pero no al mismo tiempo. Un ejemplo puede ser la comunicación por radios.
Hardware	Componentes físicos del sistema.
Hipertexto	Se refiere al texto con apuntadores a otros textos, se usa en Internet.
Host	En computación e informática se refiere a un “equipo anfitrión” y usualmente se nombra así a computadoras que ofrecen servicios a otras computadoras dentro de la misma red. En redes actuales también se le nombra así a una terminal dentro de la red, como puede ser una computadora, un fax, una impresora, etc.
http	<i>Hyper Text Marcking Languaje</i> . Lenguaje de etiquetas para definir hipertexto.
Hz	<i>Hertz o hercio</i> . Unidad de medida para la velocidad del reloj interno de las computadoras, representa ciclos por segundo.
IBM	<i>International Business Machines</i> . Es una empresa que fabrica y comercializa herramientas, programas y servicios relacionados con la informática.

IDF	<i>Intermediate Distribution Frame</i> . Se refiere al closet de telecomunicaciones o armario de distribución de servicios, generalmente más usado en telefonía.
IEEE	<i>Institute of Electrical and Electronic Engineers</i> . Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.
Impedancia	Es la oposición de un material al paso de la corriente eléctrica alterna. Se mide en omhs.
Internet	La red interconectada más grande que conecta decenas de miles de redes en todo el mundo basada en el conjunto de estándares TCP/IP.
Interoperabilidad	Característica de compatibilidad de ciertos equipos para poder operar entre ellos a pesar de ser de diferentes fabricantes.
Intranet	Se refiere a una configuración común dentro de una LAN. Sólo pueden acceder a ella usuarios con privilegios dentro de acceso a la LAN interna de la empresa.
ISDN	<i>Integrated Services Digital Network</i> . Red Digital de Servicios Integrados (RDSI). Es una red que proporciona conexiones digitales extremo a extremo, para proporcionar una amplia gama de servicios de voz y multimedia.
ITU	<i>International Communications Union</i> . Unión Internacional de las Telecomunicaciones, antiguamente conocida como CCITT (<i>Comité Consultatif International Téléphonique et Télégraphique</i>).
Kbps	Kilo bits por segundo. Equivale a 1,000 bps.
LAN	<i>Local Area Network</i> . Red de Área Local.
LED	<i>Light-Emitting Diode</i> . Diodo Emisor de Luz.
Linux	Es un sistema operativo tipo Unix, también conocido como GNU/Linux. Se distribuye bajo la Licencia Pública General de GNU, es decir, software libre. Su nombre proviene del Núcleo de Linux, desarrollado en 1991 por Linus Torvalds.
Máscara de subred	Es una dirección representada por 32 bits (4 bytes) en IP para indicar los bits que se están utilizando para definir la subred y el host.
MDF	<i>Main Distribution System</i> . Se refiere al cuarto principal de equipo de telecomunicaciones. El término se usa más en telefonía.
Microondas	Señales de ondas electromagnéticas.
Microprocesador	También llamado CPU, es un chip constituido de componentes electrónicos encargado del procesamiento central de la computadora.

Microsoft	Compañía fabricante de software fundada en 1975.
Módem	Modulador-demodulador. Dispositivo que adapta una terminal o computadora a una línea telefónica.
Modo de propagación	Se trata de la forma en que se transmite la luz a través de la fibra óptica. Puede ser de una sola trayectoria (monomodo) o de múltiples trayectorias (multimodo).
Modulación	Proceso de modificar una señal con el fin de que pueda viajar a través de un medio físico.
Multiplexión	Se refiere a la combinación de fuentes independientes de información, de manera que puedan transmitirse por un sólo canal de comunicación. La multiplexión ocurre tanto en el hardware (multiplexarse las señales eléctricas), como en el software (el software de protocolo puede aceptar mensajes enviados por varios programas de aplicación y luego enviarlos por una sola red a varios destinos).
Multipunto	Se denominan redes multipunto a aquellas en las que cada canal de datos se puede usar para comunicarse con diversos nodos. En una red multipunto solo existe una línea de comunicación bidireccional cuyo uso está compartido por todas las terminales en la red.
NIC	<i>Network Interface Card</i> . Es la tarjeta de red que proporciona capacidad de comunicación entre computadoras.
Novell	Compañía de software orientada al diseño de sistemas operativos de red.
Octeto	Ocho bits. Suele utilizarse el término en lugar de byte.
OSI	<i>Open Systems Interconexion</i> . Es el modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos.
Paquete	En el contexto de redes, se refiere a segmentos empaquetados de información que viajan a través de la red.
Password	Palabra clave o contraseña, para identificar si un usuario está autorizado. Sirven como medida de seguridad.
Patch panel	Panel de parcheo. Son estructuras que contienen los puertos dentro de las redes informáticas, ubicadas generalmente en un rack de telecomunicaciones e interconectan las terminaciones del cableado horizontal con los dispositivos de telecomunicaciones (DCEs).
Patch cord	Cordón de Parcheo. En redes informáticas se les conoce así a los cables UTP que se usan para conectar un dispositivo con otro. Generalmente se usan de colores para su distinción y hay de diversos tamaños según su uso.

PBX	Ver Conmutador.
Periféricos	Dispositivos hardware de entrada/salida (I/O, <i>Input</i> , <i>Output</i>) de información asociados a la computadora.
PC	Abreviatura para Computadora Personal (<i>Personal Computer</i>).
Ping	Proviene de <i>Packet Internet Gropher</i> . Es un comando que se utiliza en redes para comprobar si se puede alcanzar un dispositivo en la red mediante su dirección IP o su nombre de dominio. Ejemplo: <i>ping 132.248.140.25</i> .
PPP	Es básicamente un protocolo de enlace de datos para líneas punto a punto creado por el grupo de trabajo IETF (<i>Internet Engineering Task Force</i>).
Programa	Secuencia de instrucciones para una computadora que están dispuestas con una sintaxis lógica y reglamentada.
Protocolo	Descripción formal de un conjunto de reglas y convenciones para lograr la comunicación entre dispositivos de una red.
Puerto	Conector externo en una computadora que permite la conexión de dispositivos periféricos.
Punto a punto	<i>Point to Point</i> . Se usa para describir a redes o enlaces con arquitectura donde cada canal se usa para comunicar únicamente dos nodos.
Switching	Intercambio de paquetes de información dentro de una red.
Red	Organización de equipos de cómputo conectados mediante un medio de transmisión para compartir recursos.
Respaldo	Copia de software hecha con el fin de reponerlo en caso de daño.
RJ11	Conector para redes telefónicas de par de cobre.
RJ45	Conector para armar redes de par trenzado (UTP).
Router	Encaminador, rutador. Elemento de red que se encarga de buscar un camino para que los paquetes lleguen a su destino.
Routing	Ruteo. Direccionamiento de paquetes de información dentro de una red.
Servidor	En una red, es una computadora compartida por múltiples usuarios.
Simplex	Es la forma de transmitir información por un medio en un sólo sentido. Un ejemplo de este tipo de medio de transmisión es la fibra óptica.

Software	Componentes lógicos para una computadora.
Subred	Una red que comparte una determinada dirección de subred. Son redes segmentadas por el administrador de la red generalmente con el fin de darle una estructura jerárquica.
T1	Enlace digital de 4 hilos (2 de recepción y 2 de transmisión) que proporciona 24 canales de transmisión, a una tasa de transmisión de 1,544 Mbps.
TANDEM	Es una central telefónica de paso, que sirve para minimizar el número de troncales o enlaces entre abonados.
TCP/IP	<i>Transmisión Control Protocol/Internet Protocol</i> . Protocolo de control de transmisión/Protocolo de Internet. Se usa para la interconexión de diferentes equipos de computadoras.
TIA	<i>Telecommunications Industry Association</i> . Asociación de Industrias de las Telecomunicaciones Asociación.
Tiempo real	Respuesta inmediata. Se refiere a sistemas de procesamiento rápido.
Topología de red	Clasificación de las redes de cómputo en cuanto a su estructura física. Se puede considerar como un mapa de la distribución de los cables.
Trama	En telecomunicaciones es una unidad de envío de datos que se aplica en los niveles más bajos del modelo OSI, un comparativo en capas superiores, puede ser paquete de datos.
Troncal	Enlace que interconecta una central telefónica concentrando varias comunicaciones simultáneas en una sola señal para transmisión a distancia más eficiente (generalmente digital) y poder establecer comunicaciones con otra central o una red entera. Generalmente las líneas troncales de los PBX son enlaces digitales E1 y T1.
UNIX	Sistema operativo multiusuario y multilínea.
URL	<i>Uniform Resource Locator</i> . Localizador uniforme de recursos. Es un método para especificar donde residen los documentos y recursos de la red.
USB	<i>Universal Serial Bus</i> . Bus Serie Universal, es el puerto físico que permite conectar y desconectar periféricos sin necesidad de reiniciar el sistema operativo.
Usuario	Individuo que interactúa con la computadora al ejecutar alguna aplicación.
Utilerías	Programas que facilitan la administración de los recursos del equipo.

UTP5e	Es un cable categoría 5 mejorada. Minimiza la atenuación y las interferencias. Esta categoría puede soportar 100Base-T y 1000Base-T con un ancho de banda de 100 MHz.
VPN	<i>Virtual Private Network</i> . Red Privada Virtual. Es una red privada constituida dentro de una red pública. Gracias a una VPN un trabajador puede acceder a la red de la sede central de la empresa a través de Internet construyendo un túnel seguro entre su PC y un <i>router</i> VPN en la sede central, manteniendo las normas de seguridad y administración de la red privada.
WAN	<i>Wide Area Network</i> . Red de Área Amplia.
Web	Abreviación de www.
Windows	Entorno operativo gráfico de Microsoft.
Workstation	Estación de trabajo. Microcomputadora para un usuario, de alto rendimiento, que ha sido especializada para gráficos, diseño asistido por computadora, ingeniería asistida por computadora o aplicaciones científicas.

REFERENCIA

Bibliográfica.

Academia de Networking de Cisco Systems. Guía del Primer año CCNA 1 y 2. Pearson Education. Tercera Edición, España, 2004.

Stanek, William. Microsoft Windows Server 2003 Manual Del Administrador. Mc Graw Hill. España 2003.

León, Peña. Tópicos en Telecomunicaciones Redes de Datos. GS Comunicaciones. México, 1999.

Integración de redes de voz y datos. Soluciones Prácticas para el nuevo mundo de voz sobre redes de datos. Pearson Education. España, 2001.

Web.

<http://www.wikipedia.com/>

<http://www.protocols.com>

<http://www.tiaonline.org/>

<http://www.cintel.org.co/>

<http://www.cisco.com/>

<http://www.avaya.com/>

Cursos.

Plan de Becarios en Telecomunicaciones:

Módulo 1 "Introducción a telecomunicaciones".

Módulo 2 "Introducción al sistema operativo UNIX".

Módulo 3 "Redes intermedias".

Módulo 4 "Telefonía".

Módulo 5. "Redes avanzadas".

Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (DGSCA).

UNAM. México, D.F.