

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA



ACTUALIZACIÓN DE REDES DE DATOS Y DE TELEFONÍA PARA  
UNA EMPRESA HOTELERA

**INFORME DE SUFICIENCIA**  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
**INGENIERO ELECTRÓNICO**

**PRESENTADO POR:**  
**ALEJANDRO JUNIOR BÉJAR MEZA**

**PROMOCIÓN**  
**2005-I**

**LIMA-PERU**  
**2011**

**ACTUALIZACIÓN DE REDES DE DATOS Y TELEFONIA PARA  
UNA EMPRESA HOTELERA**

A mis padres y mis hermanas  
por su apoyo incondicional para lograr  
alcanzar una meta mas y seguir adelante

## **SUMARIO**

El presente informe explica la metodología de actualización y mejora del sistema de comunicaciones de datos y telefonía para una empresa hotelera.

La solución era necesaria por cuanto las LAN de cada sede de la corporación hotelera mantenían dos LAN separadas, una para los servicios administrativos, la otra para el acceso a Internet de los huéspedes. Las sedes hoteleras no compartían recursos entre ellas, las coordinaciones debían ser hechas por teléfono o vía correo electrónico. Además no existía un servicio de redes inalámbrico. Estas limitaciones hacían que el servicio fuera ineficiente afectando la imagen de la corporación, es decir existía una enorme limitación en la realización de las reservas (disponibilidad de cupos), la gestión de inventario, la gestión de servicios, etc.

La solución consistió en la reestructuración de la topología de las redes de datos y la renovación de los equipos de comunicaciones, el despliegue y configuración de puntos de acceso inalámbrico para servicio administrativos y de Internet, la incorporación de una nueva central telefónica para los servicios de voz tradicionales e IP, para finalmente Interconectar las sedes a través de un proveedor WAN.

Luego de implementada la nueva estructura de comunicaciones, se realizaron las verificaciones para que las aplicaciones (de gestión, de comunicaciones, etc.) se ejecutaran sin restricciones.

## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA</b> .....	3
1.1. Descripción del problema .....	3
1.2. Objetivos del trabajo.....	3
1.3. Evaluación del problema .....	3
1.4 Alcance del trabajo.....	4
1.5 Síntesis del trabajo.....	4
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL</b> .....	5
2.1 Redes de datos .....	6
2.1.1 Red Cableada .....	6
2.1.2 Red Inalámbrica .....	10
2.2 Principios de Telefonía.....	13
2.2.1 Telefonía tradicional.....	14
2.2.2 Telefonía IP .....	17
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA</b> .....	23
3.1 Análisis de la solución .....	23
3.1.1 Red de datos cableada .....	24
3.1.2 Red de datos inalámbrica.....	27
3.1.3 Red de Telefonía.....	28
3.2 Diseño de la solución .....	32
3.2.1 Topología de red de datos cableada .....	34
3.2.2 Topología de red de datos inalámbrica.....	36
3.2.3 Topología de red de telefonía.....	42
3.3 Equipamiento .....	46
3.3.1 De la red cableada.....	46
3.3.2 De la red inalámbrica .....	49
3.3.3 De la red telefónica .....	50
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	54
4.1 Costos.....	54

4.2	Estimación de costos .....	55
4.3	Cronograma .....	42
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>		<b>57</b>
<b>ANEXO A</b>		
<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS .....</b>		<b>59</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>		<b>61</b>

## INTRODUCCIÓN

El proyecto de ingeniería fue desarrollado para brindar una plataforma de redes de datos (cableada e inalámbrica) y de telefonía que permitiera al consorcio hotelero optimizar sus servicios (administrativos, de huésped y de telefonía).

Estos servicios eran deficientes porque la red de datos era obsoleta y aislada, no se contaba con red inalámbrica y las centrales de telefonía eran analógicas, en cada una de las sedes de la cadena hotelera. Ello obligaba a las sedes a usar la red pública para sus comunicaciones de voz entre sedes, y se hacía imposible la coordinación en línea del estado de los servicios al no poderse ejecutar aplicativos de gestión hotelera corporativa. La inexistencia de una red inalámbrica limitaba además el desempeño del personal administrativo.

Debido a que el consorcio hotelero tenía como parte de sus políticas estandarizar los equipos a un fabricante, la solución de ingeniería debía cumplir este requerimiento. Es por ello que la nueva estructura se basa en el fabricante Avaya-Nortel.

El informe abarca las tres redes, la mas importante es la cableada porque es la que soporta las funcionalidades de las otras dos redes (inalámbrica y de telefonía), con el agregado de que estas sedes se interconectarían por WAN del proveedor de servicios integrados.

El informe está enfocado en la estructura de la red de datos (LAN) y de telefonía, tomando cómo caso de estudio una de las sedes hoteleras. Para esta sede, se explican las modificaciones efectuadas las cuales son replicadas en las todas las demás sedes de la corporación hotelera. El informe no abarca la parte correspondiente a WAN ya que este recurso es proporcionado por un proveedor de servicios. Tampoco se describen las aplicaciones de software implementadas en las redes de datos y de telefonía por no ser parte de la solución de ingeniería.

El informe está dividido en cuatro capítulos:

- Capítulo I: En este capítulo se realiza el planteamiento de ingeniería del problema, para ello primeramente se describe el problema y luego se expone el objetivo del trabajo, también se evalúa el problema y se precisan los alcances del informe, para finalmente presentar una síntesis del diseño presentado.
- Capítulo II: Este capítulo se enfoca en las tecnologías relacionadas a las LAN cableadas e inalámbricas, así como en las soluciones para telefonía (tradicional e IP).

Estos conceptos son necesarios para entender los términos y técnicas aplicables en la implementación, así como explicar las tecnologías a usar, los protocolos y estándares relacionados a ellos.

- Capítulo III: En este capítulo se explica el proceso realizado para los trabajos involucrados en el proyecto: la reestructuración de la topología de las redes de datos así como la renovación de los equipos de comunicaciones: el despliegue, control y administración de los APs; la implementación de una nueva central telefónica para los servicios de voz tradicionales e IP, y su interconexión entre sedes.

- Capítulo IV: Se refiere al presupuesto y al cronograma del proyecto de ingeniería.

Las fuentes bibliográficas consultadas provienen de la documentación técnica brindada por los fabricantes del equipamiento y de las aplicaciones.

## **CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DE INGENIERÍA DEL PROBLEMA**

En este capítulo se realiza el planteamiento de ingeniería del problema, para ello primeramente se describe el problema y luego se expone el objetivo del trabajo, también se evalúa el problema y se precisan los alcances del informe, para finalmente presentar una síntesis del diseño presentado.

### **1.1 Descripción del Problema**

Ineficiencia de los servicios hoteleros (administrativos, de huésped y de telefonía) debido a la existencia de una red de datos obsoleta y aislada, además de centrales analógicas, en cada una de las sedes de la cadena hotelera.

Las sedes debían usar la red pública para sus comunicaciones de voz entre sedes. El aislamiento de LANs imposibilitaba la coordinación en línea del estado de los servicios en las sedes, ya que no se podían ejecutar aplicativos de gestión hotelera corporativa. Los huéspedes exigían servicio de Internet inalámbrico, tanto en exteriores como en interiores y no existía una red que brindara esos servicios, la inexistencia de esta red también limitaba el desempeño del personal administrativo.

### **1.2 Objetivos del trabajo**

Realizar la actualización de las redes de datos y de telefonía para una empresa hotelera añadiéndole servicios de red inalámbrico. Esto implica:

- Reestructurar la topología de las redes de datos y renovar equipos de comunicaciones.
- Desplegar puntos de acceso inalámbrico para servicio administrativos y de Internet (trabajadores y huéspedes).
- Implementar una nueva central telefónica para los servicios de voz tradicionales e IP.
- Interconectar las sedes a través de un proveedor WAN.

La interconexión WAN hace posible la utilización de aplicativos de gestión hotelera corporativa, así como la comunicación de voz mediante el protocolo H.323.

### **1.3 Evaluación del problema**

A nivel de sede se mantenían dos LAN separadas, una era usada para los servicios administrativos, la otra para brindar acceso a Internet a los huéspedes.

Las sedes hoteleras no compartían recursos entre ellas, debían hacer las coordinaciones por teléfono o vía correo electrónico. Este aislamiento se traducía en un servicio ineficiente que afectaba la imagen de la corporación, es decir existía una enorme

limitación en la realización de las reservas (disponibilidad de cupos), la gestión de inventario, la gestión de servicios, etc.

La integración de las LAN a nivel de sede, así como la interconectividad entre sedes permitiría la ejecución de aplicaciones de gestión hotelera, por ejemplo el PMS (Property Management System) que es una solución de gestión hotelera de vanguardia basada en SQL Server de Microsoft, cuyas características esenciales son la integración enfocada al aumento de la productividad.

Se lograría así la optimización operativa diaria y el máximo aprovechamiento de las herramientas para la gestión estratégica de cada sede hotelera, por ejemplo: Gestión de almacén, facturación, gestión de eventos, gestión de cupos, gestión presupuestaria, mantenimiento y limpieza, recepción, reservas en líneas, gestión del rendimiento, etc. [1]

La inexistencia de una red inalámbrica significaba una molestia a los huéspedes ya que debían hacer uso de los puntos de red disponibles, los cuales eran limitados e impedían el libre desplazamiento por las instalaciones del hotel.

Esto se hacía mucho más importante debido a que el servicio de Internet no se restringe a brindarlo a una Laptop, sino que también existen muchos dispositivos que hacen uso de las redes inalámbricas para la comunicación a nivel de Internet como a nivel de intranet. Para este caso, el personal del hotel podría hacer uso de un dispositivo inalámbrico (palm) para la gestión administrativa.

La telefonía se servía de una central de voz tradicional y las comunicaciones entre sedes eran a través de la red pública. La administración de los servicios de voz era limitada. La incorporación de telefonía IP facilitaría la comunicación entre sedes (a través de un proveedor WAN) además de muchas aplicaciones a favor del huésped como de la empresa hotelera.

Por ejemplo, a los huéspedes se les proporcionaría en su habitación un teléfono IP con diversas aplicaciones (recibir notificaciones sobre la carta menú del restaurante, eventos, y promociones) y a los usuarios administrativos se les adicionaría un aplicativo (Softphone) que les permitiría hacer uso de los servicios de telefonía a través de su computadora.

Adicionalmente el personal de mantenimiento podría actualizar el estado de la habitación (limpia, ocupada, etc.) o del minibar (artículos consumidos) mediante los teléfonos IP haciendo uso de un menú interactivo de voz en con el cual se identificarían y seleccionarían las opciones correspondientes.

Como se puede apreciar, la reestructuración de la infraestructura de datos y voz traería muchas ventajas a la empresa. Su imagen mejoraría y la administración se haría de la manera más eficiente. Por ello la inversión económica en el proyecto de reestructuración

así como en la adquisición de aplicativos de gestión, sería sumamente beneficiosa para la corporación.

#### 1.4 Alcance del trabajo

El informe se enfoca en la estructura de la red de datos (LAN) y de telefonía, tomando como ejemplo una de las sedes hoteleras. Para esta sede, se explicarán los cambios realizados los cuales son replicados en las demás sedes de la corporación hotelera.

No se desarrolla la parte correspondiente a WAN ya que este recurso es proporcionado por un proveedor de servicios.

No se describen las aplicaciones de software implementadas en las redes de datos y de telefonía.

#### 1.5 Síntesis del trabajo

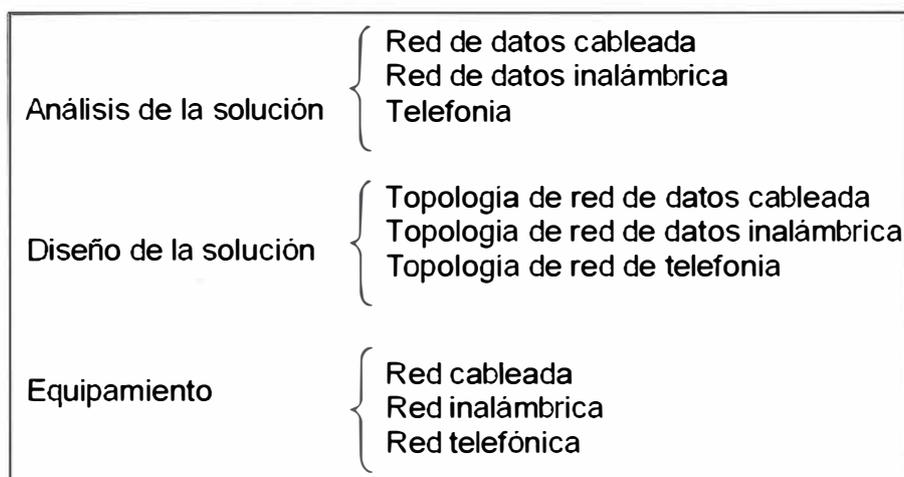
En el tercer capítulo de este documento (Metodología de la solución del Problema) se explica el proceso realizado para los trabajos involucrados en el proyecto.

Se describirá la reestructuración de la topología de las redes de datos así como la renovación de los equipos de comunicaciones.

Se explicará lo correspondiente al despliegue de APs (puntos de acceso inalámbrico) en interiores en los tres niveles del hotel a ser usados para el servicio administrativo así como para proveer Internet. Del mismo modo sobre la configuración y administración de los APs.

Finalmente se expondrá lo referido a la implementación de una nueva central telefónica para los servicios de voz tradicionales e IP, y su interconexión entre sedes.

La Figura 1.1 muestra el cuadro sinóptico de lo que se desarrolla en la metodología de la solución.



**Figura 1.1** Cuadro sinóptico de la metodología de la solución

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL**

Este capítulo se enfoca en las tecnologías relacionadas a las LAN cableadas e inalámbricas, así como en las soluciones para telefonía (tradicional e IP).

Estos conceptos son necesarios para entender los términos y técnicas aplicables en la implementación, así como explicar las tecnologías a usar, los protocolos y estándares relacionados a ellos.

### **2.1 Redes de datos**

Las necesidades de compartir información y la comunicación se han visto incrementadas conforme a su uso, a mayor capacidad de usuarios mayor necesidad de performance en las conexiones ya sea por eficacia o distancia, esto fuerza a adquirir equipos necesarios para intercambiar esta información

La solución se logra estableciendo arquitecturas de implementación y protocolos basados en estándares para interactuar. A continuación se explica únicamente las tecnologías a usar en la implementación del informe.

#### **2.1.1 Red Cableada**

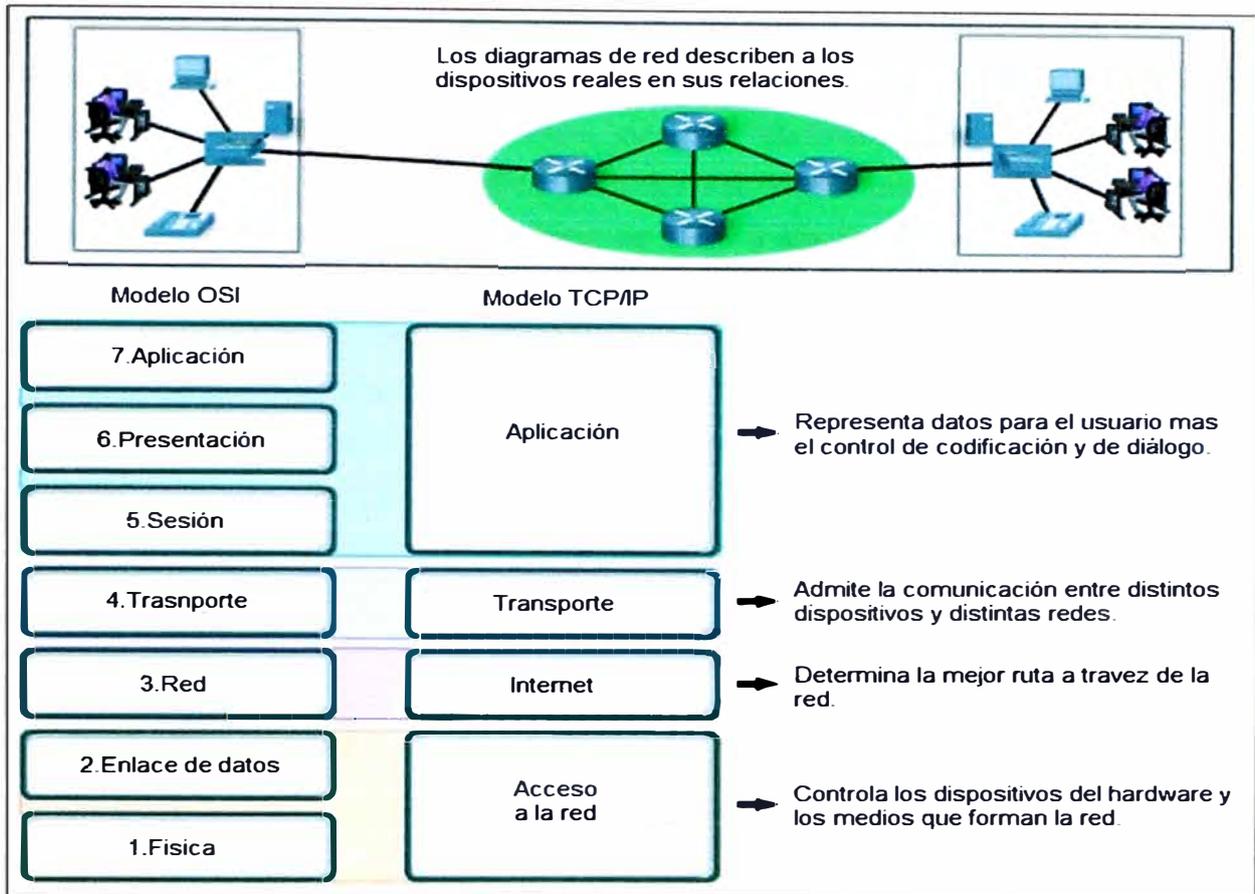
Para comunicar usuarios e intercambiar la información se usan equipos que, de acuerdo al alcance al que se desea llegar y la complejidad de la arquitectura planeada, se usaran de la manera más adecuada.

Para un mejor análisis de la arquitectura de las redes se debe tener en cuenta el Modelo OSI el cual divide las comunicaciones en siete niveles o capas de acuerdo a como la información se va modificando desde una aplicación específica hasta llegar a la otra aplicación en el otro lado

Este modelo difiere del Modelo TCP/IP el cual las divide en cuatro capas. El caso de estudio se enfoca en las capas de Acceso a la Red y de Internet del modelo TCP/IP.  
Figura 2.1

Existen dos tipos de redes de acuerdo a su envergadura:

- Las redes WAN.- que interconectan equipos a gran distancia usando estándares como ATM, Frame Relay o otros enfocándose más en la capa de Acceso a la Red.
- Las redes LAN que interconectan equipos a menor distancia, por ejemplo un campus, un edificio, un grupo de oficinas, o incluso en el hogar.



**Figura 2.1** Modelo ISO (Fuente: Curso CCNA Exploration)

Existe una variedad de equipos que trabajan en la capa de Acceso a la Red, entre los estándares más usados esta el Ethernet o 802.3, el cual de acuerdo a los equipos puede llegar a manejar diversas velocidades de transferencia entre 10/100/1000 Mbps en medios físicos como un cable coaxial (con alcance de hasta 500mts) o un cable de par trenzado UTP (con alcance de hasta 100mts), usando la técnica de acceso a la red CSMA/CD un paquete proveniente de la capa de internet al pasar a la capa de acceso a la red aumenta campos en la trama a transferir usando direcciones MAC para distinguir de que equipo a que equipo va estos campos se muestran en la Figura 2.2.

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	46 a 1500	4
Preámbulo	Delimitador de inicio de trama	Dirección de destino	Dirección de origen	Longitud/Tipo	Encabezado y datos 802.2	Secuencia de verificación de trama

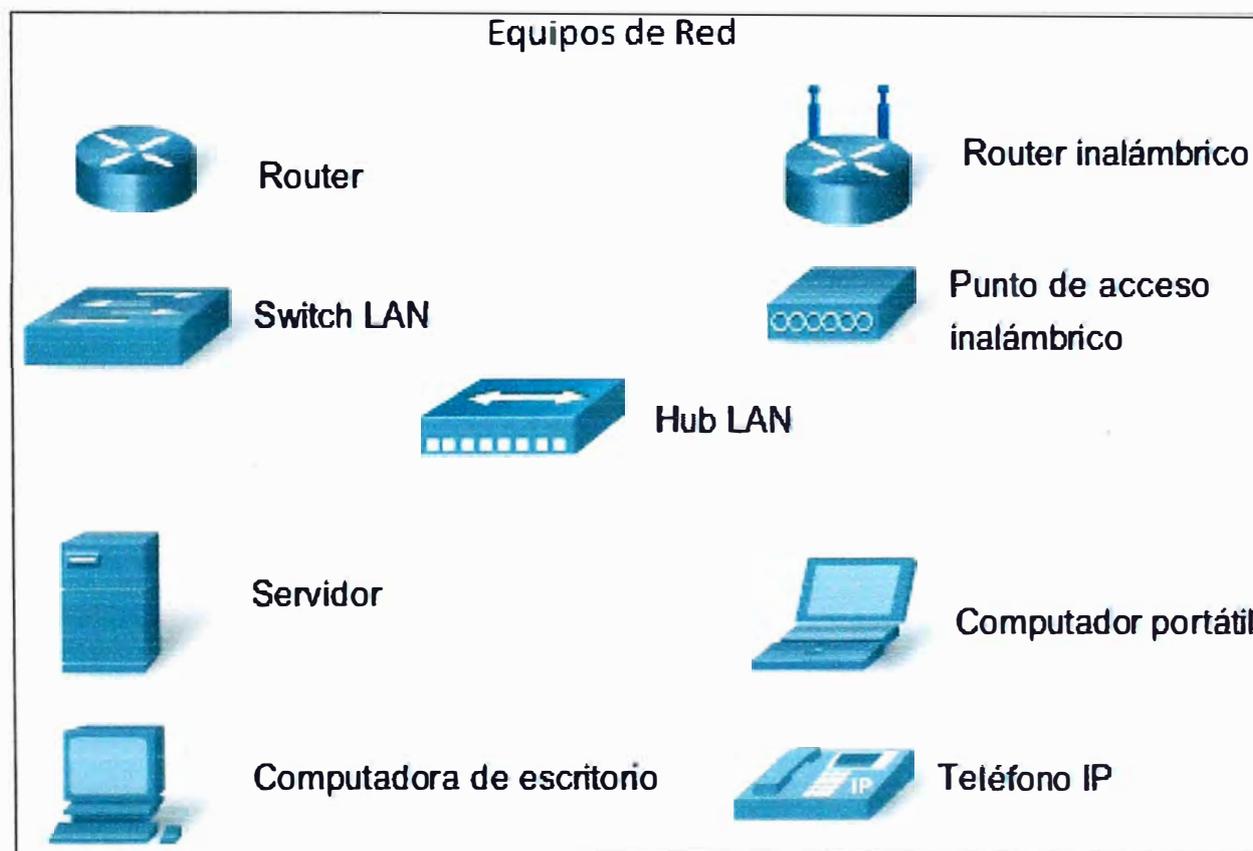
  

Ethernet					
8	6	6	2	46	4
Preámbulo	Dirección de destino	Dirección de origen	Tipo	Datos	Secuencia de verificación de trama

**Figura 2.2** Trama de Ethernet (Fuente: Op. Cit)

Para ello se usan equipos que trabajan en la capa de Acceso a la red, donde el direccionamiento es a través de los 6 bytes de las direcciones MAC únicas en cada equipo, entre ellos tenemos a los Hubs que son repetidores multipuerto, trama que ingresa por un puerto es transmitida en todos los demás puertos, esto aumenta los dominios de colisión en la red, también se tiene a los Switches que transmiten los paquetes recibidos únicamente a los puertos que deben recibir tal trama, para ello manejan tablas de reconocimiento de MAC's.

Actualmente no se usan conexiones del tipo Coaxial, pues todas se reemplazaron con el tipo de interfaz UTP, por ser mas económica, y todos los equipos hoy en día manejan interfaces tipo RJ45 (Ethernet 10/100/1000 y variedades). La Figura 2.3 muestra algunas simbologías usadas en el diseño de redes sobre los equipos.

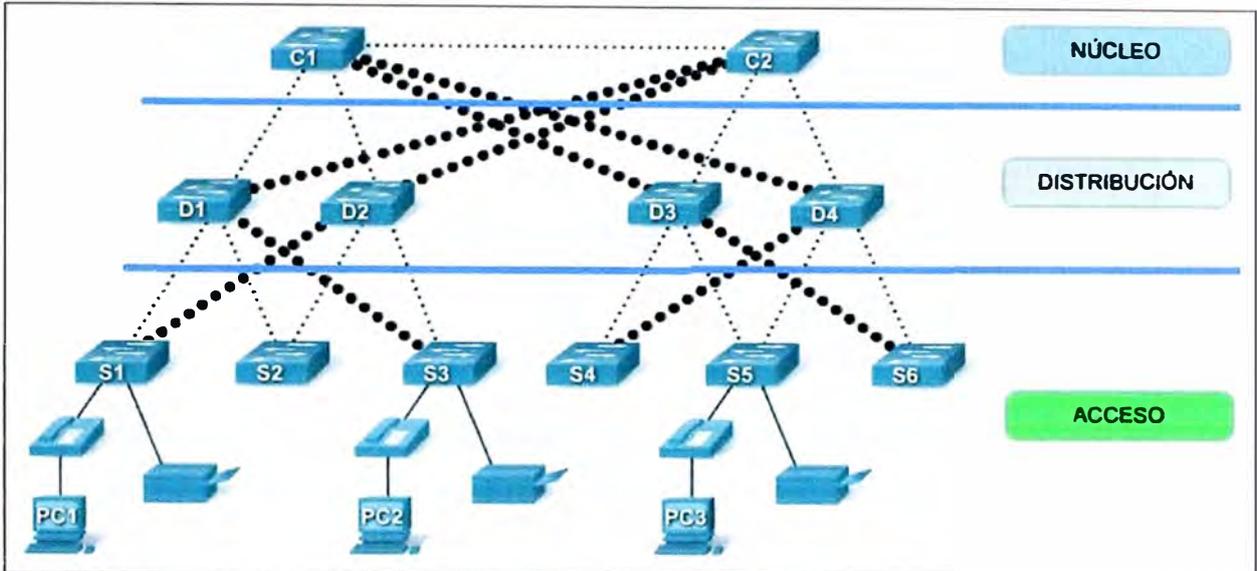


**Figura 2.3** Simbología de equipos de comunicaciones (Fuente: Op. cit.)

El posicionamiento de los equipos en la capa de acceso a la red puede variar de acuerdo a la necesidad en disponibilidad y capacidad, esto a su vez se ve limitado por los recursos económicos, por ello en la capa de acceso a la red se muestra un diseño general jerárquico de las redes (Figura 2.4), los enlaces redundantes vienen a ser necesarios de acuerdo a la disponibilidad de los recursos que queramos brindar.

Los dominios de Broadcast pueden ser compartidos y fragmentados entre los switches a través del estándar 802.1Q y generar LANs virtuales llamadas VLANs. Esto con tal de proporcionar virtualmente switches separados para los diferentes servicios

(Datos, Voz y Control).



**Figura 2.4** Diseño general jerárquico de las redes (Fuente: Op. Cit.)

El direccionamiento IPV4 trabaja por encima del direccionamiento físico (MAC), esta dirección tiene 4 bytes y pueden ser clasificados en clases A, B, C, D y E de acuerdo a su uso. El direccionamiento puede ser manejado de manera pública (direcciones ya establecidas por país y operador) o de manera privada (direcciones que pueden ser repetidas entre redes de otras empresas).

Las direcciones IP se dividen en dos partes (Figura 2.5), parte de Red (que representa a un grupo de usuarios que pertenecen a un mismo dominio de Broadcast) y la parte de Host que son distribuidas de manera única entre los usuarios de esa red.

Tipos de direcciones	Red			Host
<b>Dirección de red</b>	10	0	0	0
	00001010	00000000	00000000	00000000
<b>Dirección de broadcast</b>	10	0	0	255
	00001010	00000000	00000000	11111111
<b>Dirección host</b>	10	0	0	1
	00001010	00000000	00000000	00000001

**Figura 2.5** Tipos de direcciones (Fuente: Op. cit.)

En la Tabla 2.1 se puede ver un ejemplo de las técnicas de subneteo que son implementadas usando parte de los bits de Host para fragmentar redes en otras subredes. Se usa un identificador de bits llamado Mascara, el cual usará el valor "1" en

las posiciones que sean de la parte de Red y "0" en las posiciones que correspondan a la parte de host.

**Tabla 2.1** tipos de subneteo (Fuente op. Cit.)

Clase	1er rango del octeto (decimal)	1ros. bits del octeto	Direcciones de red N de host H	Máscara de subred
A	1-127	00000000 – 01111111	N H H H	255.0.0.0
B	128-191	10000000 – 10111111	N N H H	255.255.0.0
C	192-223	11000000 – 11011111	N N N H	255.255.255.0
D	224-239	11100000 – 11101111	ND (multicast)	
E	240-255	11110000 – 11111111	ND (experimental)	

Las técnicas de enrutamiento entre Redes IP se logran de acuerdo a los equipos como los Routers, los cuales usan protocolos de enrutamiento para poder actualizar sus tablas de enrutamiento y poder de manera adaptiva encontrar el mejor camino para poder alcanzar una Red específica.

En el nivel de núcleo y distribución de la jerarquía basada en la capa de acceso se encuentran switches que comúnmente se conocen como switches de capa 3 (Modelo OSI) pues pueden realizar tareas de enrutamiento a nivel de direcciones IP (actuando como si fuesen Routers), pero es en la etapa de Núcleo donde es recomendable conectar estos switches a los Routers los cuales son los encargados de interconectar redes WAN de una misma empresa o hacia un Proveedor.

### 2.1.2 Red Inalámbrica

Las redes cableadas tienen un limitante importante como es la movilidad, es así que surgen las redes inalámbricas, a pesar que son más susceptibles al ruido existen técnicas que podrían ayudarnos a mejorar estos aspectos, los estándares se usan de acuerdo a su necesidad, de distancia y tasa de bits, a continuación mostraremos algunos de ellos y nos enfocaremos luego a las redes Wireless LAN (Figura 2.6).

Dentro de las redes inalámbricas LAN se tiene algunos estándares (Figura 2.7) como los que trabajan en el espectro 2.4GHz como el 802.11b (anteriormente muy usado) que usa técnicas similares al CSMA/CA y el 802.11g que puede llegar hasta 54Mbps usando técnicas de modulación diferentes y los que trabajan en el espectro de 5GHz que no tienen canales de interferencia como el 802.11a que llega hasta 54Mbps y usa 12 canales o el 802.11h con técnicas de modulación diferentes.

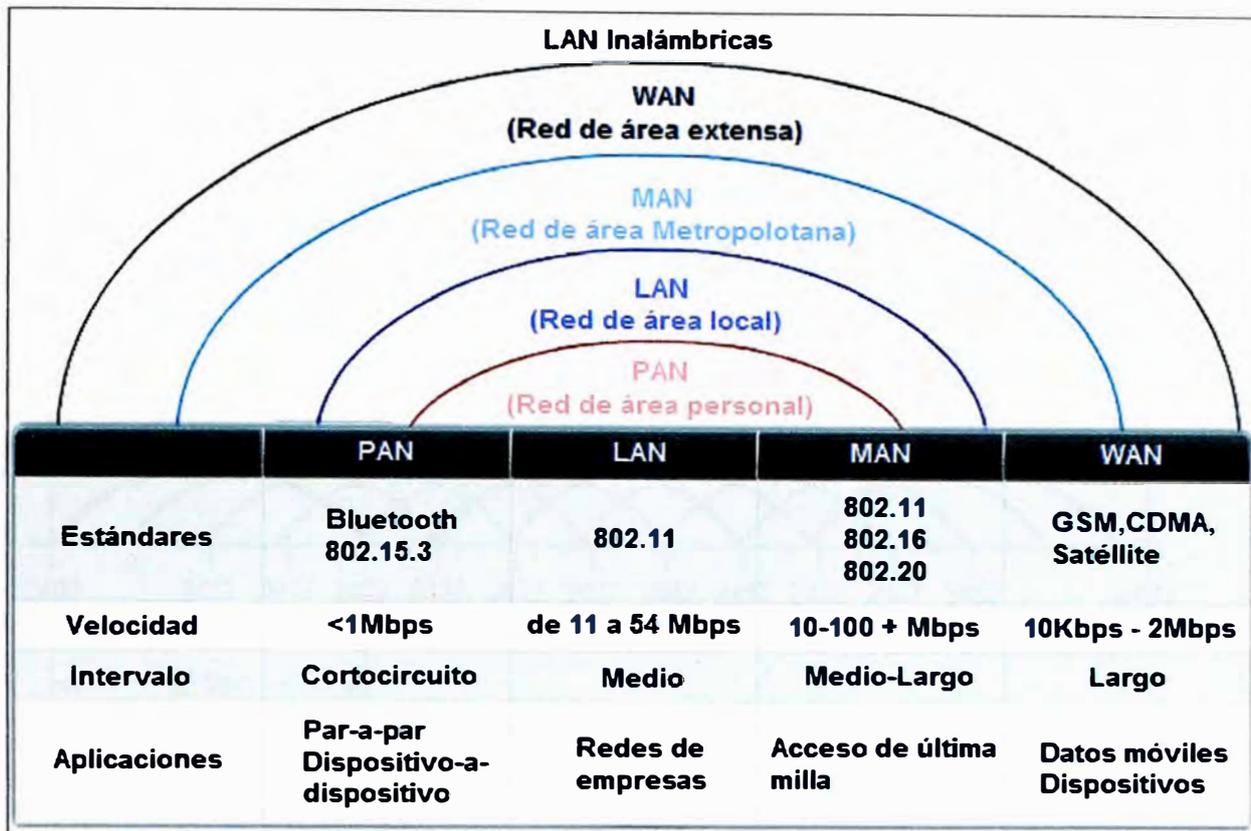


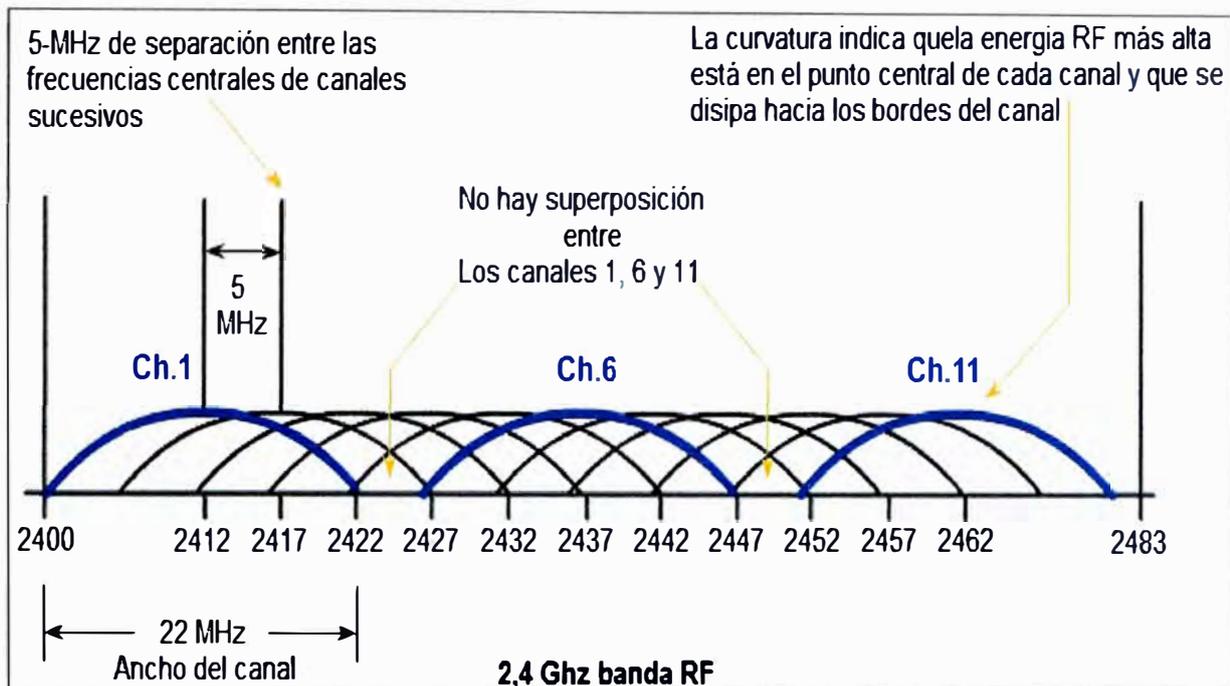
Figura 2.6 Tipos de LAN inalámbrica (Fuente: Op. Cit.)

	802.11a	802.11b	802.11g	802.11n
<b>Banda</b>	5,7 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	No confirmado Posiblemente bandas 2,4 y 5 GHz
<b>Canales*</b>	Hasta 23	3	3	
<b>Modulación</b>	OFDM	DSSS	DSSS	OFDM
<b>Velocidad de los datos</b>	Hasta 54 Mbps	Hasta 11 Mbps	Hasta 11 Mbps	Hasta 54 Mbps
<b>Pros</b>	~150 pies o 35 metros	~150 pies o 35 metros	~150 pies o 35 metros	Se especula que será 248 Mbps para dos streams MIMO ~230 pies o 70 metros
<b>Contras</b>	Octubre de 1999	Octubre de 1999	Junio de 2003	Esperado para el 2008
<b>Pros</b>	Rápido, menos susceptible a interferencias	Bajo costo, buen alcance	Rápido, buen alcance, difícil de obstruir	Buenas velocidades de transferencia de datos, alcance mejorado
<b>Contras</b>	Costo superior, menor alcance	Lenta, susceptible a interferencias	Susceptible a interferencias desde aplicaciones que operan en la banda de 2,4 GHz	

Figura 2.7 Estándares de LAN inalámbricas (Fuente: Op. Cit.)

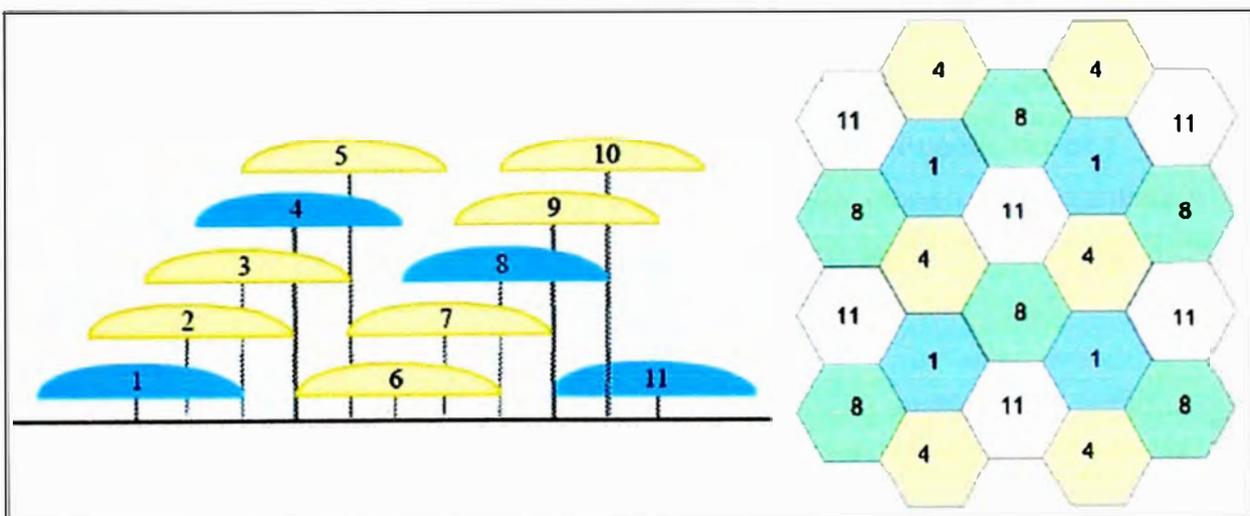
Recordando que a mayor frecuencia menor distancia de alcance pero mayor tasa de bits, también es necesario recalcar que los equipos de hoy en día poseen adaptabilidad de potencia de transmisión optimizando así el uso de su batería así como también la tasa de transferencia, lo que hace que trabajen a valores menores de tasa de bits a mayor distancia del punto de acceso. A continuación (Figura 2.8) se muestran los canales a usar por el estándar 802.11b y entender así porque es que usualmente se usan los

canales de comunicación 1, 6 y 11 pues no se interfieren entre ellos.



**Figura 2.8** Canales de estándar 802.11b (Fuente: op. cit.)

Para evitar la interferencia entre canales, se prefiere usar la configuración de reuso de frecuencias. Esto se ilustra en la Figura 2.9 para los canales 1, 4, 8 y 11, pues entre ellos se conoce interferencia mínima. La figura muestra como se establecería preferentemente la reutilización de canales en una implementación de varios puntos de acceso inalámbrico.



**Figura 2.9** Reutilización de canales (Fuente: op. cit.)

En la arquitectura de las redes inalámbricas existen Puntos de Acceso a la red cableada (Access Points) encargados en manejar a los usuarios y el primer contacto con ellos así como el espectro (canal) de comunicación, también existen los Controladores, los cuales se encargan de establecer la autenticación (en algunos casos con ayuda de un servidor de autenticación). Uno de las limitaciones de este tipo de comunicaciones

es la vulnerabilidad pues el medio es completamente compartido ante cualquier intrusión. Para protegerse se crearon estándares de encriptación de datos, los cuales se generaron en mejora de uno anterior.

El primer método de seguridad es el Service Set Identifier (SSID) que inicialmente puede o no incluirse en las emisiones BEACON, para diferenciar redes. De no mostrarlo basta con escuchar a un cliente que en sus paquetes por norma debería mostrar este identificador.

El segundo método es usando una clave de encriptación, es así como nace el primer protocolo WEP (Wired Equivalent Protocol), consiste en enviar al cliente un texto claro y el debe retornarlo al punto de acceso encriptado con la clave, por ello que no es muy segura ya que existe un texto claro que descifrar, y en su lugar se usan los protocolos WPA y WPA2 (Wi-fi Protected Access) los cuales utilizan técnicas de claves dinámicas, siempre que se tiene una clave inicial pre compartida [2]. La Figura 2.10 muestra los pasos principales para proteger una LAN.

Acceso abierto	Encriptación de primera generación	Provisoria	Presente
SSID	WEP	WPA	802.11i/WPA2
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin encriptación</li> <li>• Autenticación básica</li> <li>• Manejo no seguro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sin autenticación fuerte</li> <li>• Claves estáticas, frágiles</li> <li>• No escalable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarizada</li> <li>• Encriptación mejorada</li> <li>• Autenticación fuerte, basada en el usuario (por ejemplo, LEAP, PEAP, EAP-FAST)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Encriptación AES</li> <li>• Autenticación: 802.1X</li> <li>• Administración de clave dinámica</li> <li>• WPA2 es la implementación Wi-Fi Alliance de 802.11i</li> </ul>

**Figura 2.10** Pasos principales para proteger una LAN (Fuente: op. cit.)

Los controladores hoy en día vienen configurados de manera que mantienen la conexión estable en casos de roaming de puntos de acceso, siendo transparente para el cliente cuando pasa de conectarse de un punto de acceso a otro.

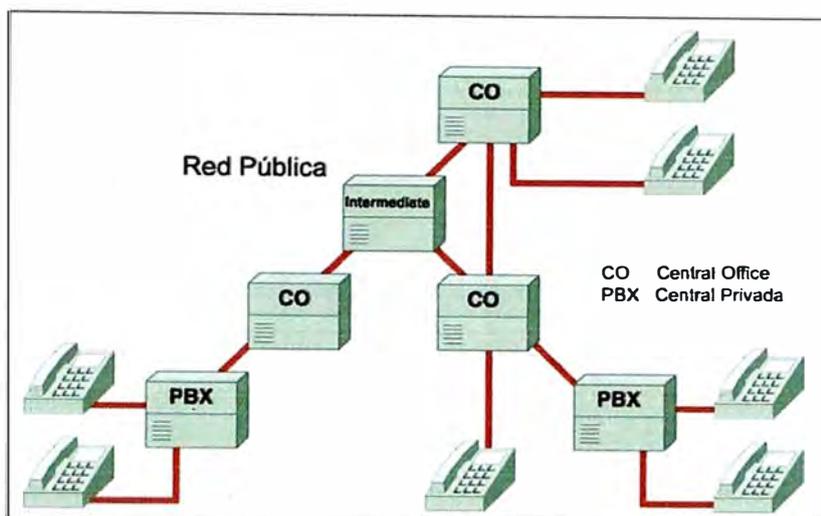
## 2.2 Principios de Telefonía

La telefonía tradicional tiene como orígenes a la telefonía analógica; el punto inicial en la telefonía son las Centrales telefónicas, las cuales manejan dos niveles de comunicación:

- Nivel usuario: donde las interfaces se usan para la comunicación de un usuario (anexo) a la central y pueden ser de analógicos, digitales o virtuales.
- Nivel de Red: donde se comunica con otras centrales y así permite llegar a sitios remotos, estas conexiones también pueden ser analógicas, digitales o virtuales

La telefonía se caracterizó desde sus inicios en el principio de conexión establecida, quiere decir que la llamada es enrutada a través de un camino definido y no compartido

el cual se libera una vez finalizada la conversación; esto da una confiabilidad al sistema pero presta limitaciones en cuanto a la movilidad y a los equipos (Figura 2.10)



**2.11** Esquema de red de telefonía tradicional

En esta sección se desarrolla los aspectos conceptuales esenciales de la telefonía tradicional y de la telefonía IP.

### 2.2.1 Telefonía tradicional

La señalización analógica no presta mucha información mas que el número que origina la llamada y el número que se desea alcanzar. Su alcance es de varios cientos de metros (Km) y posee gran robustez al ruido pues manejan voltajes de batería entre -42 y -52 Volts. Los estándares son de acuerdo al tipo de conexión que tendrán (CAMA, COT o anexos), la distancia a la que pueden llegar este tipo de conexiones sin repetidores es de casi 5,5Km. Los tipos de señalización pueden variar desde "Loop Start" o "Ground Start", en el Perú se usa el "Loop Start" el cual inicia la comunicación con Impedancia alta para luego al ser contestado realizar un loop entre los pines del cableado, para luego pasar la voz.

En este punto una de las maneras más comunes de transmitir la información de dígitos es a través de la señalización R2-MFC los cuales detallan las frecuencias a usar hacia adelante (desde el originador al destino) o hacia atrás (del destino al originador para verificación). Así como el uso del espectro en la transmisión. (Tablas 2.2 y 2.3)

**Tabla 2.2** Frecuencias en señalización R2

Frecuencia	Señales de vuelta (Hz)	Señales de ida (Hz)
F0	1140	1380
F1	1020	1500
F2	900	1620
F3	780	1740
F4	660	1860
F5	540	1980

**Tabla 2.3** Frecuencias y combinaciones

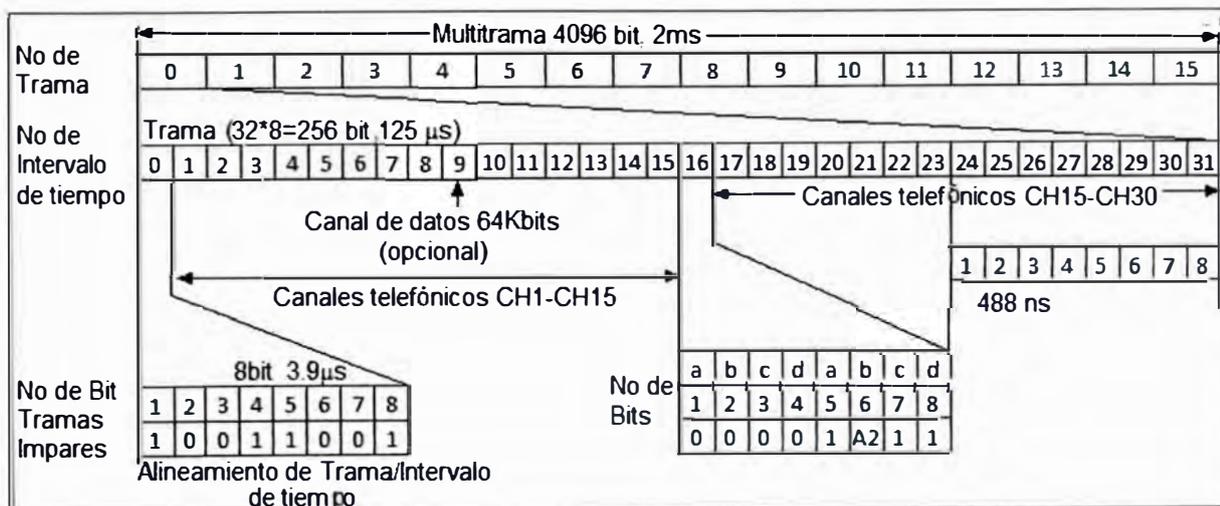
Número de combinación	Frecuencias
1	F0 + F1
2	F0 + F2
3	F1 + F2
4	F0 + F3
5	F1 + F3
6	F2 + F3
7	F0 + F4
8	F1 + F4
9	F2 + F4
10	F3 + F4
11	F0 + F5
12	F1 + F5
13	F2 + F5
14	F3 + F5
15	F4 + F5

Los tipos de interfaces físicas pueden ser de tipos FXS (Genera Voltaje para un anexo) y FXO (Genera y recibe voltaje para una Troncal).

La señalización analógica ayuda para alcanzar lugares más lejanos con buena resistencia al ruido, pero no se puede transmitir demasiada información fuera de los dígitos marcados e ID del originador.

Sin embargo la comunicación digital permite, mediante protocolos establecidos, transmitir mucha mayor información y facilidades. A nivel usuario cada empresa desarrolla un protocolo propietario para la comunicación con sus teléfonos digitales, no habiendo estándar alguno a nivel usuario.

A nivel de Red se han desarrollado protocolos digitales de conexión, ya sea de dos canales (BRI) o de 30 canales de voz (Acceso primario), luego a nivel de operadores se escala a conexiones de mayor envergadura y con mayor capacidad de transferencia de información, para nuestra implementación solo es necesario conocer el acceso primario.

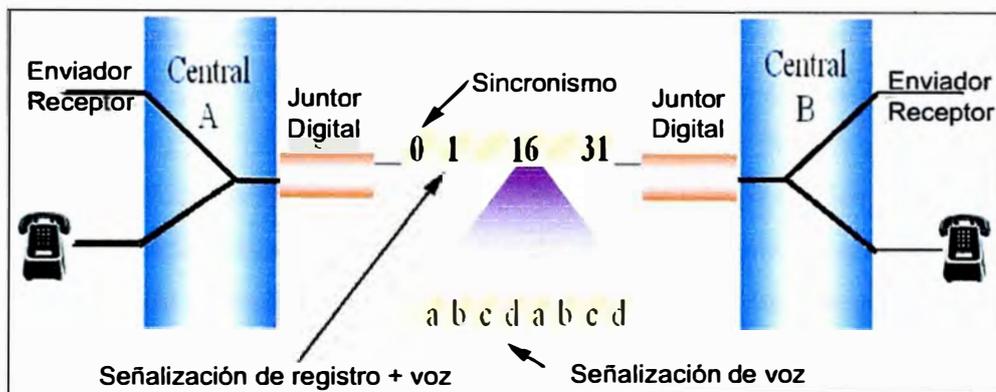


## 2.12 Entramado de acceso primario

El acceso primario (E1) maneja el tipo de muestreo PCM 30, el cual maneja una señal de entrada entre 300 – 3400 Hz para luego codificarla en 2048 Kbps por canal de voz, pudiendo manejar hasta 30 canales de voz (B channel), 1 canal de señalización (D channel) y 1 canal de sincronización de 8 bits cada uno, en sus inicios se manejaron 2 tipos de señalización (Protocolos) para su transmisión. Figura 2.12.

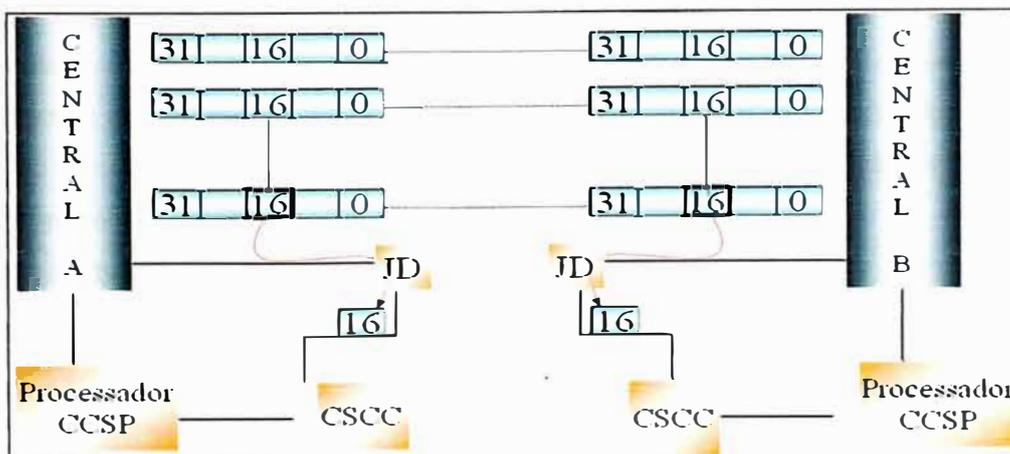
El CAS y el CCS son dos tipos de señalización usadas en conexiones digitales, como el acceso primario. Estas se definen a continuación

- CAS (Channel Associated Signaling): El cual maneja un D-Channel de señalización de estados del canal, además la señalización propia de la llamada viaja a través de su canal de voz en la misma llamada. Este es usado junto con el Protocolo R2 de conexiones hacia la pública (Operadores). Ver Figura 2.13.



**Figura 2.13 CAS (Fuente: Propia)**

- CCS (Common Channel Signaling): El cual maneja un D-Channel de señalización único para toda la señalización de la llamada por cada llamada en los 30 canales. Este es usado con los protocolos SS7 de conexión con la Pública (Operadores), Protocolos de servicios ISDN (PRI o BRI), el PRI maneja 30 canales a 64Kbps cada uno y un D-Channel a 64 Kbps. En el Perú un PRI maneja finalmente 2048Kbps, por ello comúnmente se le conoce como 2Mb PRI. Los tipos de interfaces pueden ser de tipo Coaxial (G703) o de tipo UTP (RJ45).



**2.15 CCS (Fuente: ibidem)**

Para la señalización de una interfaz PRI se desarrollaron varios tipos de estándares, entre los cuales cabe señalar el tipo QSIG muy común entre las conexiones de una red corporativa, del cual se derivan muchas familias entre las más comunes Euro-QSIG y el ISO-QSIG, también se establecen protocolos EURO que más usado para la conexión con el Operador de servicios (también existen variedades entre países).

A su vez, cada empresa distribuidora de centrales telefónicas ofrece un protocolo propietario que ofrece todas las facilidades de un enlace estándar y otras más propias del sistema telefónico.

### **2.2.2 Telefonía IP**

Las comunicaciones telefónicas se han visto en la necesidad de integrarse al mundo IP, pues ofrece propiedades interesantes como son los recursos de transmisión compartidos y la movilidad de equipos.

Sin embargo ya que la telefonía sobre IP descansa en la confiabilidad de la red de datos en un sistema, de no estar disponible tampoco estará disponible la telefonía. Es por ello que aun actualmente se sigue manteniendo la telefonía tradicional pues el medio no compartido nos da una disponibilidad mayor a la de recursos compartidos, además las características de robustez al ruido y las distancias altas a las que se puede llegar sin repetidor alguno hacen necesaria aun a la telefonía tradicional de acuerdo a las aplicaciones.

Al compartir recursos también se comparten los problemas típicos de este tipo de redes como son el retraso y el Jitter, existen técnicas que pueden ayudar a mejorar el servicio y dar así la apariencia al usuario de tener una telefonía tradicional y confiable, los temas de redundancia nos dan mayor disponibilidad de la red telefónica.

Es así como se desarrollan protocolos a nivel usuario y a nivel de red para comunicación de telefonía en la red de datos. Así los estándares ya no mencionan detalle físico alguno pues descansan en los estándares físicos de las redes de datos.

Debido a que la transmisión es sobre un medio compartido con otros tipos de datos, es necesario establecer controles de calidad que permitan satisfacer ciertos requerimientos en la calidad de la voz, el retraso del envío y recepción de paquetes, la pérdida de paquetes, y la priorización de los paquetes; esto será desarrollado en esta sección. También se mencionarán los protocolos relacionados.

#### **a. Calidad de Servicio (QoS)**

Debido a que es necesario garantizar la priorización de paquetes de voz con respecto a otros paquetes de datos, y de acuerdo a los diferentes tipos de medios de transmisión y protocolos en la capa de enlace, se desarrollaron diferentes técnicas de Calidad de Servicio; para la implementación a realizar solo es necesario realizar el estudio de la

implementación de la calidad de servicio en una LAN con tecnología Ethernet.

La disponibilidad de Red es un aspecto a analizar en la implementación de la red, de ser una red muy amplia es posible implementar diversas conexiones redundantes asegurando así la disponibilidad alta de la red de telefonía IP.

En el caso de tener una conexión WAN por el cual pasan paquetes de voz, es necesario tener un ancho de banda asegurado para el tráfico de voz, asumiendo una cantidad de llamadas activas a través de la WAN y previo cálculo de ancho de banda de acuerdo a los codec's utilizados.

Para el cálculo del ancho de banda es necesario verificar el Codec que se utiliza, los Codecs de audio son estándares de compresión de la voz, muestreo y tasa de bits, también es de recordar la propiedad de los equipos de la detección de voz (VAD) la cual detiene el envío de paquetes de voz al no encontrar niveles de audio audibles (silencio), así también es necesario recalcar que la "paquetización" es importante a la hora de transmitirlo a través de la WAN; si se incluye mas milisegundos de voz en un paquete éste incrementa su tamaño y por ende demora más al ser transmitido por la red, entre estos codecs [3] encontramos a los siguientes:

- **G.711:** El mejor codec, el cual muestrea la voz y sin usar compresión alguna prepara los paquetes de voz. Se obtiene una tasa de 64Kbps. Puede usarse en tipos de compresión de voz de Ley u y Ley a.
- **G.729:** Existe el estándar G729A / AB, los cuales comprimen la voz hasta lograr una tasa de 8Kbps, no tiene la consistencia de voz que el G711 pero ha demostrado tener calidad necesaria para comunicaciones comunes.
- **G.723:** Logra tener una tasa de 5,6Kbps a costa de la calidad del audio, podría ser usado en conexiones WAN que no gozan de un ancho de banda contratado alto.

La pérdida de paquetes es algo con lo que las comunicaciones sobre todo inalámbricas se ven afectadas, por ello se presenta el índice ver (Bit Error Rate) que es una forma de medir la cantidad de paquetes que se pierden en la transmisión, para ello se realizan pruebas al inicio de la implementación para tener una idea de este índice.

El Jitter es la variación de retrasos entre paquetes, los cuales si por instantes se ve incrementado puede verse afectado la aplicación sensible al tiempo como es la Voz y el Audio. Para ello se desarrollan técnicas de compensación de paquetes o retardos, pero finalmente si estas variaciones se incrementan demasiado la aplicación se vuelve inútil para ese medio.

El retardo es algo que siempre existirá, lo único que se intenta es reducirlo al máximo, pues el retardo de transmisión a través de la red es la sumatoria del tiempo de demora de recepción, procesamiento de enrutamiento y transmisión de todos los equipos por los

cuales se transmiten los paquetes. Es aquí donde se ve la necesidad de establecer técnicas de priorización de paquetes para que así otros paquetes menos cruciales (Email, ftp, etc.) no afecten en gran medida el retardo de los paquetes de voz.

### b. Priorización de paquetes

Para evitar el retardo en el medio de transmisión compartido se realizan técnicas de priorización en los tres niveles del modelo OSI.

#### b.1 Priorización de puerto

Esto se logra a nivel de switches, para priorizar todo el tráfico proveniente de un puerto específico, en el cual obviamente estaremos colocando un equipo de telefonía, en este caso estático podríamos tener los puertos de la Central Telefónica priorizados por puertos, pero esta priorización únicamente es útil en el switch conectado al equipo pues una vez pase el tráfico de un switch a otro, no es recomendable priorizar el tráfico del puerto troncal entre switches.

#### b.2 Priorización de VLAN's

Esta técnica es más acomodada para el tema de los usuarios de telefonía IP, pues usan la propiedad de la movilidad más comúnmente que una central telefónica, y así poder diferenciar la VLAN de VOZ de la VLAN de Datos.

Se habla de Priorización en Capa de Enlace cuando se usa el estándar 802.1Q que utiliza 3 bits del campo 802.1p para diferenciar la prioridad de los paquetes en las colas de los equipos que funcionan en la capa de enlace, definiendo así 7 niveles de Clases de servicio utilizables por cada equipo (Figura 2.16).

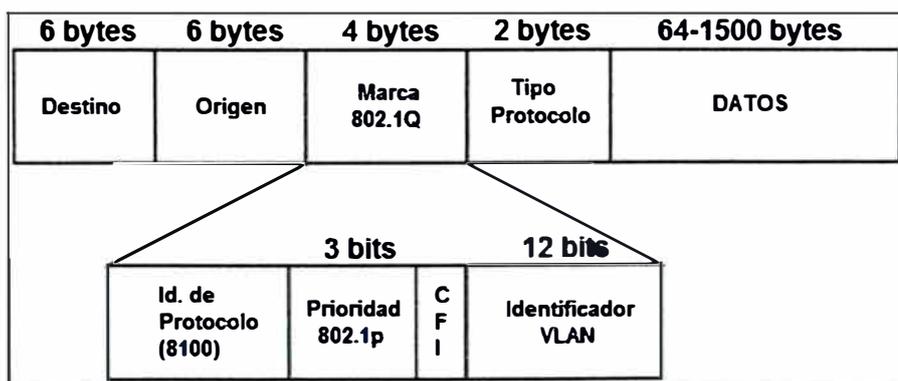


Figura 2.16 Bits de prioridad en la marca 802.1Q

#### b.3 Priorización de IPs:

Esto es útil en los equipos enrutadores de las redes de datos, es útil cuando el paquete pasa de una red a otra y se siga manteniendo la calidad de servicio en los paquetes a nivel de enrutamiento; normalmente esta técnica es usada a la par con la priorización de puertos y son aplicadas a los equipos estáticos como son la central telefónica.

A su vez existe una técnica en la capa de red usada para priorizar paquetes IP, esto

se logra usando el 2º byte de la cabecera del paquete IP el cual puede ser usado de dos formas:

- Tipo de servicio (TOS): el cual usa los tres primeros bits para una Precedencia, el siguiente bit relacionado al retardo (Delay) el siguiente bit relacionado al flujo (Throughput) el siguiente bit relacionado a la confiabilidad (Reliability) y los dos bits menos significativos sin uso (a cero) los bits D/T/R son raramente usados, en su lugar se usan los bits de precedencia marcando así la prioridad del paquete.
- Diferencia de Servicios (DIFFSERV): es usado mas comúnmente y reemplazó al TOS donde los dos últimos bits también son configurados a cero y los seis primeros bits se usan para detallar 64 niveles de priorización, de los cuales 32 son usados para investigación y 32 son usados para el uso público de acuerdo a la IETF (Internet Engineering Task Force), pero de estos solo 20 se han estandarizado los paquetes de Voz usan el valor 46 y la señalización el valor 40.

### c. Protocolos de Comunicación IP

Al igual que en telefonía tradicional, las empresas que crean centrales telefónicas inician un protocolo propietario para la comunicación entre sus teléfonos IP y la central telefónica a nivel usuario, el principio es ofrecer lo mismo que la telefonía digital con algunas más opciones y prestaciones.

Entre las arquitecturas que se desarrollaron en la telefonía IP formaron protocolos como H323, SIP, Media Gateway Control Protocol y el MEGACO (H248). En este informe detallaremos la arquitectura del protocolo H323 usado inicialmente para la videoconferencia [4].

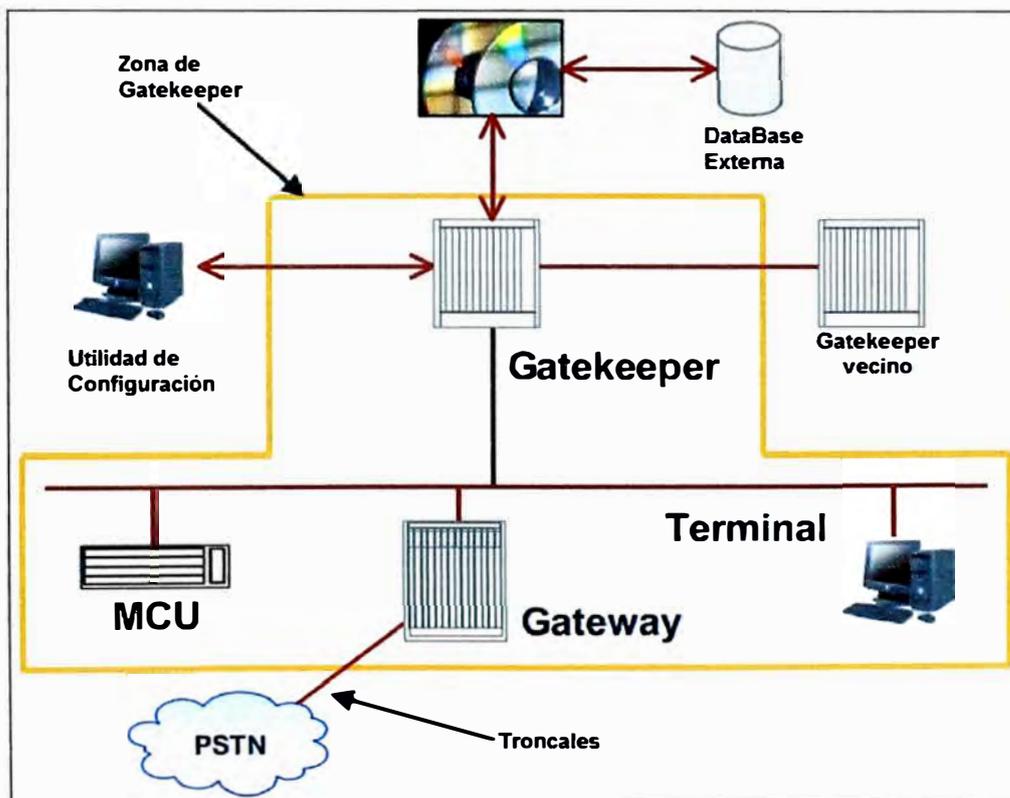
Este protocolo al igual que los otros no depende de la plataforma ni del tipo de Red o su arquitectura ni de la aplicación que sobre ella se esté usando. La Figura 2.17 muestra una pila de protocolos usados con H323 para ver su relación en el encapsulamiento IP.

Audio CODECs	Video CODECs	Terminal Control and Management				Data
G.711 G.722 G.723.1 G.728 G.729	H.261 H.263	RTCP	H.225  Terminal to Gateway Signaling (RAS)	H.235  Authentication, Privacy, and Integrity	H.245  Control Channel	T.120 Series
RTP						T.124
UDP		TCP		T.125		
Network Layer (IP)						T.123
Link Layer (IEEE 802.3)						
Physical Layer (IEEE 802.3)						

**Figura 2.17** Pila de protocolos usados con H.323 (Fuente: Nortel-ref [4])

Los componentes básicos de esta arquitectura son:

- H323 Gateways: Típicamente son las PBXs o CallServer que actúan como un puente entre la telefonía IP y la telefonía tradicional, teniendo este sus propios clientes (anexos o usuarios propietarios); tienen la capacidad de registrarse en el Gatekeeper, selecciona eficientemente los codecs a usar por medio de configuración estática o automática.
- Gatekeepers: Mantiene un dominio de zona manejada para la arquitectura, conoce el enrutamiento IP de las comunicaciones a establecer (Traslación entre las IP's y el plan numérico), puede en muchos casos prestar la transparencia de comunicación entre 2 protocolos diferentes como por ejemplo SIP y H323, mantiene las reglas de control de.
- MCU: Unidad de control multipunto, establece las conexiones de conferencia en IP (Audio Conferencia).
- Terminales IP y clientes: Existe una variedad de equipos estándares que se conectan a un gatekeeper para establecer conexión con el dominio H323.



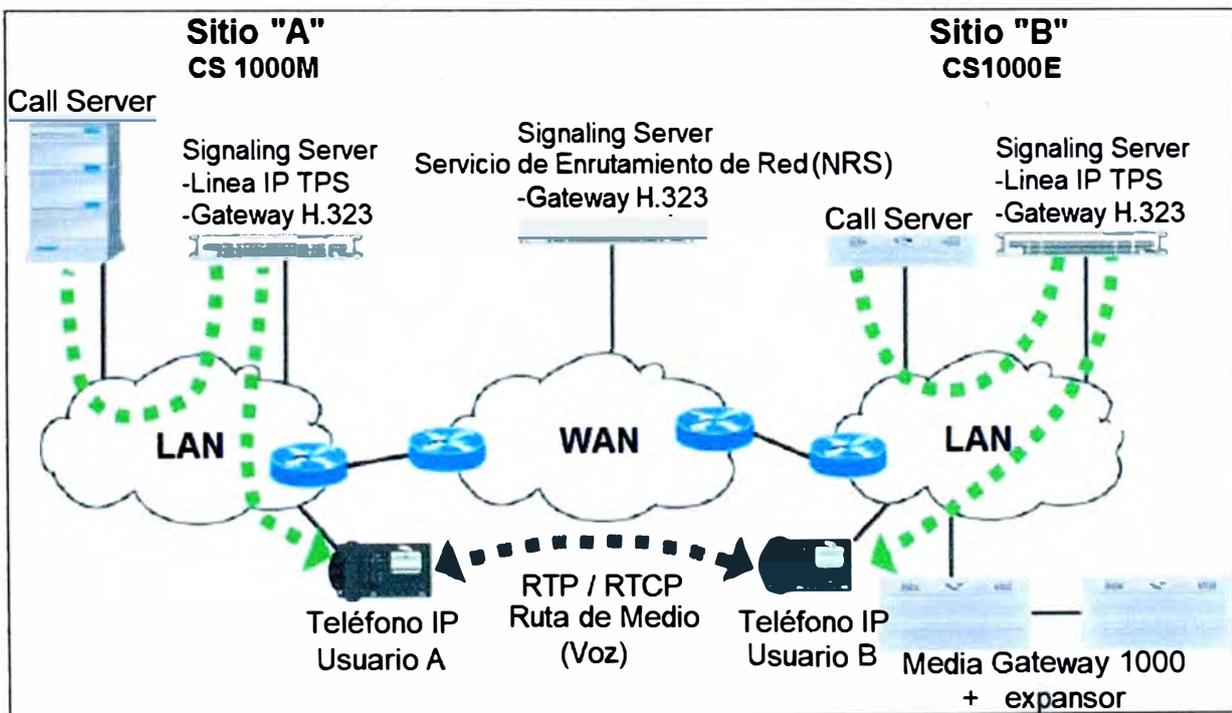
**Figura 2.18** Componentes básicos (Fuente: op.cit pag.8)

Finalmente la comunicación entre dos Gatekeepers es el escenario más común siendo estos útiles únicamente para la señalización pues los paquetes de voz siempre van de equipo originador de la trama IP al destino, cuando se refiere al equipo originador de la trama IP se podría estar refiriendo a un teléfono IP (en este caso la voz viaja de teléfono IP a destino y viceversa) o a un Gateway (pudiendo ser el originador una conexión con la red pública o un teléfono tradicional), en este caso la voz viajaría desde el Gateway al destino y viceversa (el destino puede ser en el mismo caso cualquiera de

ambos casos).

En el caso de que la comunicación va de un teléfono IP a otro teléfono IP la señalización iría del teléfono en el Site A a su PBX (Call Server y Gateway en Site A) correspondiente, este a su vez se comunicara con su Gatekeeper correspondiente en el Site A, este Gatekeeper intentara intercambiar información con el Gatekeeper en el Site B quien tratara de ubicar al Gateway (PBX y Gateway en Site B) y finalmente este ultimo ubicara al teléfono IP destino en Site B.

En la Figura 2.19 se ve que el Call Server en ambos sitios es la representación del Gatekeeper en la arquitectura H323 y los que son llamados Signaling Servers son los representantes del Gatekeeper.



**Figura 2.19** Interconectividad de Gatekeeper (Fuente: Nortel Server 1000)

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA PARA LA SOLUCIÓN DEL PROBLEMA**

En presente capítulo se explica el proceso realizado para los trabajos involucrados en el proyecto: la reestructuración de la topología de las redes de datos así como la renovación de los equipos de comunicaciones: el despliegue, control y administración de los APs; la implementación de una nueva central telefónica para los servicios de voz tradicionales e IP, y su interconexión entre sedes.

### **3.1 Análisis de la solución**

En esta sección se analiza la situación técnica de la sede del caso de estudio para establecer la mejor solución que satisfaga sus requerimientos.

La problemática a resolver se divide en tres aspectos esenciales; La red de datos cableada, la red de datos inalámbrica y la telefonía.

En líneas generales la sede, previa a la implantación de la solución, poseía dos redes LAN separadas físicamente; estas eran usadas por el personal administrativo y los cuartos de huéspedes, cada uno contaba con salida a Internet.

También se poseía una central telefónica con conexiones analógicas hacia la red pública; esta central mantenía un cableado separado del cableado de la red de datos y no se contaba con una comunicación corporativa con las otras sedes (entre LANs). No existía red inalámbrica.

Las LAN físicamente separadas limitaban el escalamiento de la red; si un switch llegaba a la capacidad máxima de sus puertos, no se podían utilizar los puertos disponibles de los switches de la otra LAN. La separación de LANs impediría la integración de la nueva red inalámbrica estando ambas LAN separadas.

Para empezar a usar telefonía IP y la tecnología inalámbrica, era necesario descansar toda esta nueva tecnología sobre la red de datos, por ello era necesario realizar una configuración robusta y redundante en los accesos, esto permitiría a la red de telefonía ser parte de la red de datos, no descartando la posibilidad de que se siga usando la tecnología tradicional para algunos puntos necesarios y que no sustenten el gasto del uso de telefonía IP.

A continuación se realiza el análisis situacional específico para cada caso: red de datos cableada, red de datos inalámbrica y telefonía. Se presentarán las alternativas y la propuesta de solución debidamente dimensionada a los requerimientos establecidos.

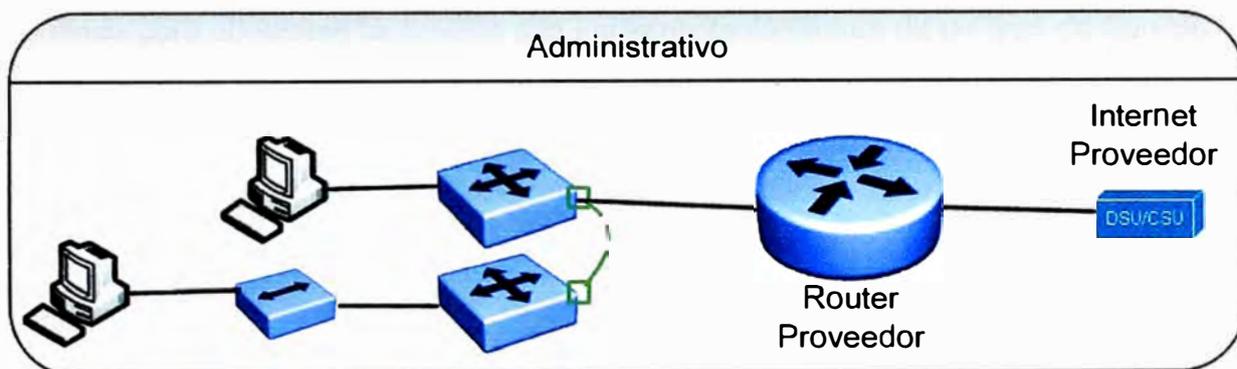
### 3.1.1 Red de datos cableada

Para el análisis este se divide en situación actual (previa a la implantación de la solución), alternativas y propuesta de solución

#### a. Situación de la sede

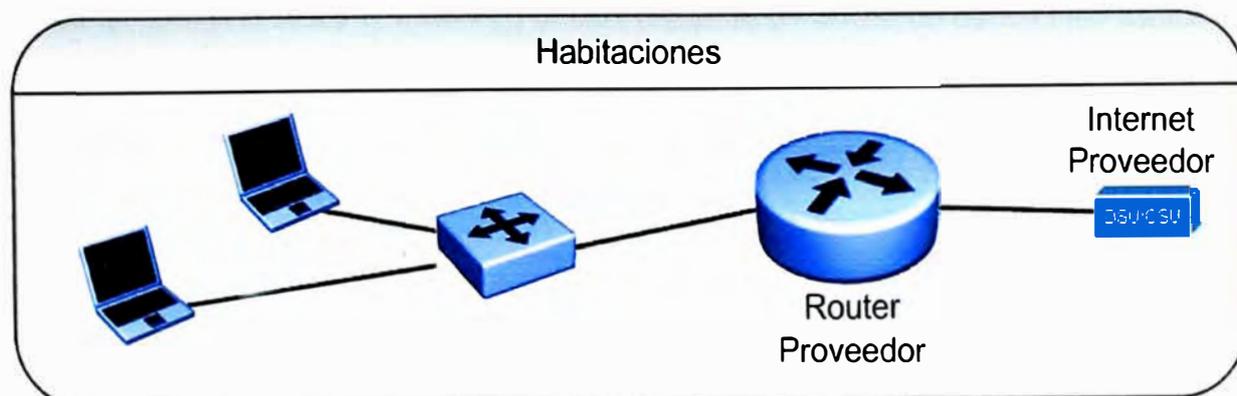
La red de acceso contaba con switches y hubs en algunos puntos lejanos que no dependen de la velocidad de conexión a Internet.

En el área administrativa, únicamente las oficinas cercanas al Data Center son las que tenían el acceso directo a través de los 2 switches de 24 puertos y 1 Switch de 48 puertos Ethernet 10/100 principales. El sótano contaba con uno de los de 24 puertos, y el Primer piso contaba con los dos switchs restantes (uno de 48 y uno de 24 puertos). En total esta LAN brindaba 80 puntos de datos. La conexión a Internet era directa y no se poseía seguridad en la conexión. Existían 2 hubs para oficinas lejanas. La Figura 3.1 muestra un esquema simplificado de la LAN administrativa.



**Figura 3.1** Esquema de LAN administrativa (Fuente: Propia)

En el área de habitaciones se contaba con 1 Switch de 48 puertos el cual servía de conexión para 20 habitaciones (Figura 3.2).



**Figura 3.2** Esquema de LAN de huéspedes (Fuente: Propia)

Ambas redes tenían acceso a Internet a través de un router y un equipo DSU/CSU, ambos del proveedor de servicios.

#### b. Alternativas de solución

Una alternativa de solución fue la de simplemente realizar el crecimiento separado

de estas redes, pero se presentaría un problema al momento de integrar la red inalámbrica y la de telefonía IP; esto debido a que para ello estas redes se unirían en un punto de conexión que no sea crítico para el tráfico en la arquitectura; esto implicaría la generación de un cuello de botella en el tráfico IP, por lo cual quedó descartada esta opción.

Otra alternativa fue incluir una etapa de Distribución antes de la etapa de Core en la red de switches, sin embargo, dado que la empresa hotelera no crecería en usuarios administrativos de manera desmesurada y tampoco a nivel de huéspedes esto no sería necesario.

Por lo anterior, se decidió que la red de switches esté conformada por una etapa de switches de Core (ofrecen redundancia y la alta disponibilidad) necesarias para las nuevas aplicaciones y facilidades. En esta etapa de Core se decide conectar los servidores y la central telefónica. También se consideró que la nueva infraestructura esté diseñada para adaptarse fácilmente a la implementación futura de un área de Servidores (SAN) y un Firewall, o incluso para añadir un área desmilitarizada de Internet (DMZ).

Respecto al origen tecnológico de los nuevos dispositivos, se evaluó usar switches Cisco, sin embargo, dado que la corporación hotelera tiene estandarizada para todas sus Sedes Hoteleras la tecnología Avaya-Nortel, se decide optar por este tipo de switches.

Una ventaja de esta tecnología es que presentan configuraciones beneficiosas para la integración con la telefonía IP; la performance y la confiabilidad, así como su robustez ante fallas, las hacen preferibles sobre los dispositivos Cisco.

La robustez de los dispositivos Avaya-Nortel viene acompañada por la capacidad de soportar redundancia de energía y conexiones redundantes entre ellos. Avaya-Nortel posee un anillo de Stack (Clustering) el cual presenta un ancho de banda inter-switch de 80Gbps; la configuración redundante entre Switches de Borde y Switches de Core es conocido como DMLT (Distributed Multi Link Trunking) el cual distribuye el tráfico por los enlaces hacia el Cluster de Switches Core [5][6]. Se deben elegir Switches que posean la opción PoE (Power Over Ethernet) para brindar energía a los teléfonos IP.

Se consideró habilitar cuartos especiales para los equipos de Data (Wiring Closet), además que el cableado sea realizado por un tercero especializado en el tema, el cual debe colocar cableado Categoría 6 hacia los puntos de Usuario o Habitación desde los Wiring Closets, y fibras multimodo a 6 hilos desde los Wiring Closets hacia el DataCenter principal.

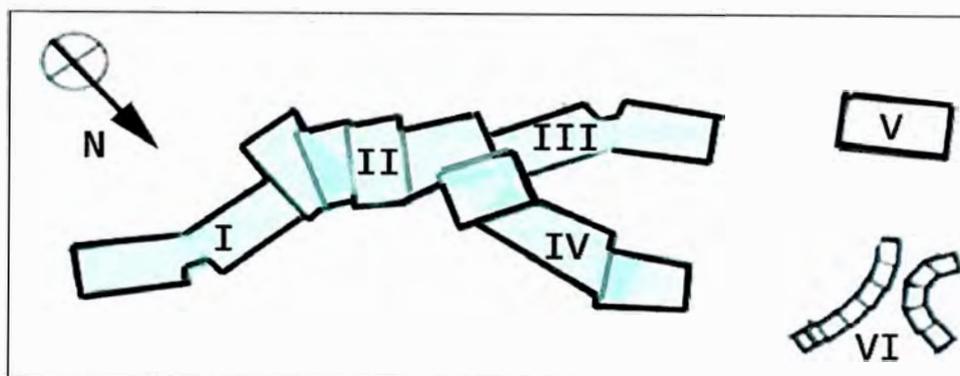
Se establece que los servidores y los equipos que posean propiedades de Dual-Homing se conecten directamente a la Etapa de Core, pues así esta etapa ofrecerá redundancia de conexiones a los bordes y servicios. También se decide generar VLANs

de trabajo para las diferentes áreas dentro del hotel, siendo así, se podrá generar una LAN de habitaciones al cual no deberá tener enrutamiento lógico hacia las otras VLANs ni viceversa, puesto que la VLAN de huéspedes deberá ser aislada de toda configuración.

Se estableció que los switches a elegir para la solución debían soportar tecnologías como Priorización de Paquetes por puerto y VLAN (Tagging), también debían poder soportar técnicas de Calidad de servicio en Ethernet para la telefonía IP; en el tema de seguridad debían ser capaces de soportar técnicas de seguridad básicas (evitar ataques tipo negación de servicio, DHCP Snooping, Port Security, etc.)

### c. Propuesta de solución

En el crecimiento de la sede hotelera se presentó una distribución por sectores del área como se muestra en la Figura 3.3



**Figura 3.3** Distribución de Sectores (Fuente: Corporación hotelera)

De acuerdo a la situación de la sede y a sus requerimientos, se plantea la instalación de 14 Wiring Closets, por motivos de distancia, uno de de ellos debe ser conectado vía Fibra multimodo a otro Wirin closet (en vez de ser conectado directamente al DataCenter). Por temas de contingencia, se determina que los instaladores del cableado dejen habilitadas 2 conexiones de fibra y 4 conexiones de UTP.

Respecto a los equipos de comunicaciones, se decide prescindir de los switch existentes. Por ello se determina adquisición de los siguientes equipos:

- Tres (03) switches multicapas en formación de Stack (Cluster) con 12 puertos 10/100/1000 con autosensing y 12 puertos duales para módulos SPF (Small Form-factor Pluggable) y 2 puertos de stacking de 80Gbps.
- Un (01) switch ERS 2550T-PWR de 48 puertos 10/100 PoE (802.3af), 2 puertos duales 10/100/1000 ó SFP, 2 puertos de stacking a alta velocidad.
- Dos (02) switches ERS 2526T-PWR de 24 puertos 10/100 PoE (802.3af), 2 puertos duales 10/100/1000 ó SFP, 2 puertos de stacking a alta velocidad.
- Nueve (09) switches ERS 2550T de 48 puertos 10/100 Base-TX, 2 puertos duales 10/100/1000 ó SFP, 2 puertos de stacking a alta velocidad;
- Nueve (09) switches ERS 2526T de 24 puertos 10/100 Base-TX, 2 puertos duales

10/100/1000 ó SFP, 2 puertos de stacking a alta velocidad.

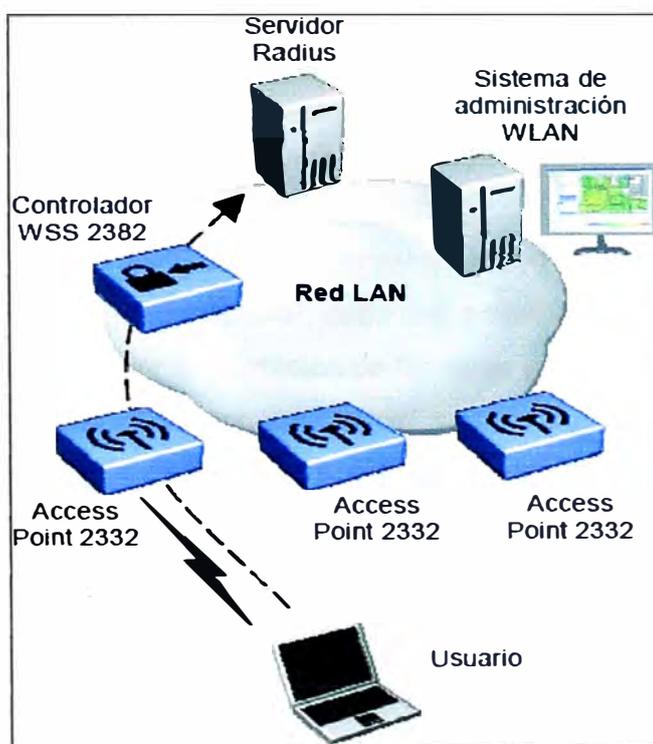
La distribución del equipamiento será mostrada en la topología de la solución.

### 3.1.2 Red de datos inalámbrica

La sede no contaba con una solución inalámbrica, el requerimiento inicial era habilitar algunos modem WIFI para el acceso Internet de las habitaciones únicamente, sin embargo el requerimiento se extendió al desarrollo de una infraestructura unificada y más confiable de la red de datos.

#### a. Alternativas de solución

La tecnología inalámbrica implica el uso de la tecnología WIFI. Dado que los Switches Avaya-Nortel son compatibles con los Access Points en alimentación PoE (802.3af) y tienen una configuración priorizada, se opta por adquirir Access Points y controladores de esta marca. Únicamente en los casos donde el AP esté muy alejado o en un área de disponibilidad de energía, se deberán usar inyectores de energía en lugar del PoE. Para poder tener una redundancia en la implementación se deberán usar dos controladores de Access Points los cuales estén conectados en la etapa de Core de los Switches multicapa. El conexionado de los AP debe ser a través de los switches de borde, como se muestra en la Figura 3.4.



**Figura 3.4 Acceso Inalámbrico**

El requerimiento del cliente (la corporación hotelera) es brindar el servicio inalámbrico de manera primordial a áreas como oficinas, áreas de uso común, salas restaurantes y habitaciones, por lo que se excluye áreas como sala de maquinas, gimnasio, vestidores y áreas de servicio. Siendo así los sectores I, II y III que deban poseer acceso al Wireless.

Los AP Avaya-Nortel tienen una ventaja ante otras marcas, que es la de tener un chip incorporado para la encriptación de paquetes, dejando así libre del tráfico de encriptación a los controladores dejándolos en sus tareas de autenticación, portal cautivo, manejo de RF, Roaming, etc. Los AP también deberán poder manejar los diferentes estándares 802.11a, 802.11b y 802.11g).

#### **b. Propuesta de solución**

Se determina que los sectores I y III tengan APs en los 3 niveles (sótano, primer y segundo piso), y que el sector II lo tenga sólo en los niveles superiores (primer y segundo piso).

Para ello serán necesarios 59 AP WS2332 [7] con radios duales y antenas omnidireccionales con 2 puertos Ethernet 10/100 para funcionalidad Dual-Homing, estos pueden generar ganancias diversas, como se muestran en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1** Niveles de Ganancia Access points WS232 (Fuente: Datasheet equipo)

<b>Estándar</b>	<b>Ganancia</b>
802.11a	3.18 dBi peak (5.15 - 5.25 GHz)
	2.83 dBi peak (5.25 - 5.35 GHz)
	2.50 dBi peak (5.470 - 5.725 GHz)
	2.44 dBi peak (5.725 - 5.850 GHz)
802.11b	3.86 dBi peak (Azimuth)
	2.48 dBi peak (Elevation)
802.11g	3.86 dBi peak (Azimuth)
	2.48 dBi peak (Elevation)

También son necesarios 2 controladores de AP WS2300 (Wireless Security Switch), cada uno con capacidad de soportar 128 AP; cada uno posee 2 módulos SFP 1000BaseT [8], tiene la capacidad de soportar encriptación de los tipos WPA (Wifi Protected Access), AES y WEP. Los controladores se encargaran del manejo automático del espectro de radiofrecuencia de los AP, uso de QoS para paquetes sensibles al retardo y Roaming entre Access Points además de el manejo del portal cautivo para autenticación.

Se determina que los equipos de Administración inalámbricos serán inscritos (Dirección MAC) en la controladora para su enrutamiento por una VLAN de administración, mientras que el resto de equipos será enrutada hacia la VLAN de huéspedes, la cual no tiene acceso hacia las otras VLAN's.

#### **3.1.3 Red de Telefonía**

La sede hotelera poseía una central telefónica con anexos digitales y analógicos para administración y solo anexos analógicos para los huéspedes. También usaban conexiones analógicas hacia la pública (Central Office), teniendo que usar la misma línea para llamadas a celulares y locales.

La conexión era para 20 habitaciones (en total 25 anexos pues 5 habitaciones poseían 2 teléfonos). Para uso administrativo se contaba con 50 teléfonos analógicos y 20 teléfonos digitales. No existía comunicación corporativa entre sedes, para ello se hacía uso de la red pública con el evidente costo asociado.

#### **a. Alternativas de solución**

Cumpliendo el requerimiento de estandarización de tecnología Avaya-Nortel impuesto por la corporación hotelera, se evalúan tres tipos de Centrales Telefónicas que pueden soportar telefonía IP:

- **BCM** (Business Communication Manager).- no son robustas en relación a problemas eléctricos y no tienen un respaldo directo de baterías. Sólo pueden soportar 90 teléfonos IP y no es escalable.
- **CS1000M** (Communication Server 1000 Meridian).- comprende una arquitectura más compleja y es generalmente usada para implementaciones con mucha mas envergadura, superando los 1500 usuarios
- **CS1000E**.- Es la central mejor dimensionada y con suficiente robustez en su arquitectura además de tener una referencia de tierra más estable que una BCM. Posee un hardware listo para colocar en Rack, tanto el CS1000 como el CS1000E poseen una arquitectura escalable y un desarrollo de tecnología IP diferenciada y equipos especializados para las funciones de telefonía IP, lo que hace a estas soluciones la posibilidad de soportar telefonía IP superior a los 1000 teléfonos [9].

Los teléfonos analógicos son baratos y robustos, además llegan casi a los 3Km con una sola línea, estos teléfonos no soportan la robustez de interferencia de los teléfonos digitales, los teléfonos digitales serán reemplazados por teléfonos IP, usando así los teléfonos analógicos para los Fax administrativos y algunos teléfonos lejanos.

Respecto a los teléfonos IP de Avaya-Nortel, se evaluaron a los de la serie 11XX los cuales presentan todas las prestaciones necesarias en un teléfono y son compatibles con la tecnología Bluetooth para los auriculares. En las habitaciones se opta usar teléfonos que soporten aplicativos de información, como los i2007, los cuales pueden tener pantallas de información en su pantalla táctil.

La comunicación con la red pública se decide mejorarla mediante una conexión actualizada y estándar, para ello se opta por un enlace Primario (2Mbps E1 – Euro ISDN), lo que permite un enlace de 30 canales con una conexión física. De esta manera se posibilita el uso de las troncales analógicas para las liceas (Equipos celulares) para reducir el costo de llamadas a celulares. Se ve necesaria integrar a la red de telefonía ciertas prestaciones administrativas, por ejemplo:

- El control de la liberación de llamadas de un teléfono de habitación ante un CheckIn o

CheckOut de huésped,

- Información actualizada del estado de las habitaciones y su minibar para su respectiva asignación a un huésped nuevo.
- Posibilidad de guardar los mensajes de los huéspedes.
- Se debe contar con un mensaje de bienvenida y un menú de voz para los que llaman al hotel por reservaciones.

La Tabla 3.2 resume el requerimiento de terminales telefónicos, tanto analógicos como IP.

**Tabla 3.2** Requerimiento de terminales telefónicos (Fuente: propia)

<b>Habitaciones</b>	Usuarios Analógicos	128
	Usuarios IP	40
<b>Oficina</b>	Usuarios Analógicos	82
	Usuarios Analógicos con Pantalla	30
	Usuarios IP	50
	Usuarios Softphone	5

#### **b. Propuesta de solución**

Para poder cumplir con estos requerimientos es necesario contar con:

- Una Central CS1000E: Debe contar con 3 Gabinetes (principal y expansión cada /una) para alojar tarjetas de Primario E1 (enlace hacia pública); tarjetas MICA [10] (Meridian Integrated Call Assistance) y MIRAN [11] (Meridian integrated Record Announcement) encargados del menú de voz y la música de espera de los anexos; tarjetas de anexos analógicos y tarjetas procesadoras del sistema como son las MGC (Media Gateway Controllers), CPPM-CS (Core Processor Pentium Mobile Call Server, procesador principal) y CPPM-SS (CallProcesson Pentium Mobile Signaling Server, telefonía IP).
- Un (1) servidor integrador de telefonía con los servicios hoteleros (OPERA), HMS400 V2 (Hospitality Messaging Server 400 Version 2) [12] de Avaya-Nortel, el cual ofrece la posibilidad que el personal de mantenimiento pueda inscribir el estado de la habitación, así como el control de habilitación y deshabilitación de un teléfono de habitación para poder hacer llamadas; este servidor también se encarga de la actualización del nombre del anexo de acuerdo al huésped que ocupa dicha habitación. Todo esto lo desarrolla por medio de una conexión estándar con los servidores del Opera (Software hotelero de integración de servicios).

Dado que cada tarjeta de anexos analógicos para Central CS1000E soporta 16 anexos analógicos, se necesitarán 17 tarjetas de anexos analógicos, 3 MGC's controladores de gabinetes con 2 tarjetas de 128DSP's cada una para la conversión de telefonía IP-TDM y viceversa, también será necesario una tarjeta encargada de la señalización de identificador de llamante para los teléfonos analógicos con pantalla

(XCMC). La Tabla 3.3 muestra la distribución de tarjetas.

**Tabla 3.3** Distribución de tarjetas de central telefónica (Fuente: ibídem)

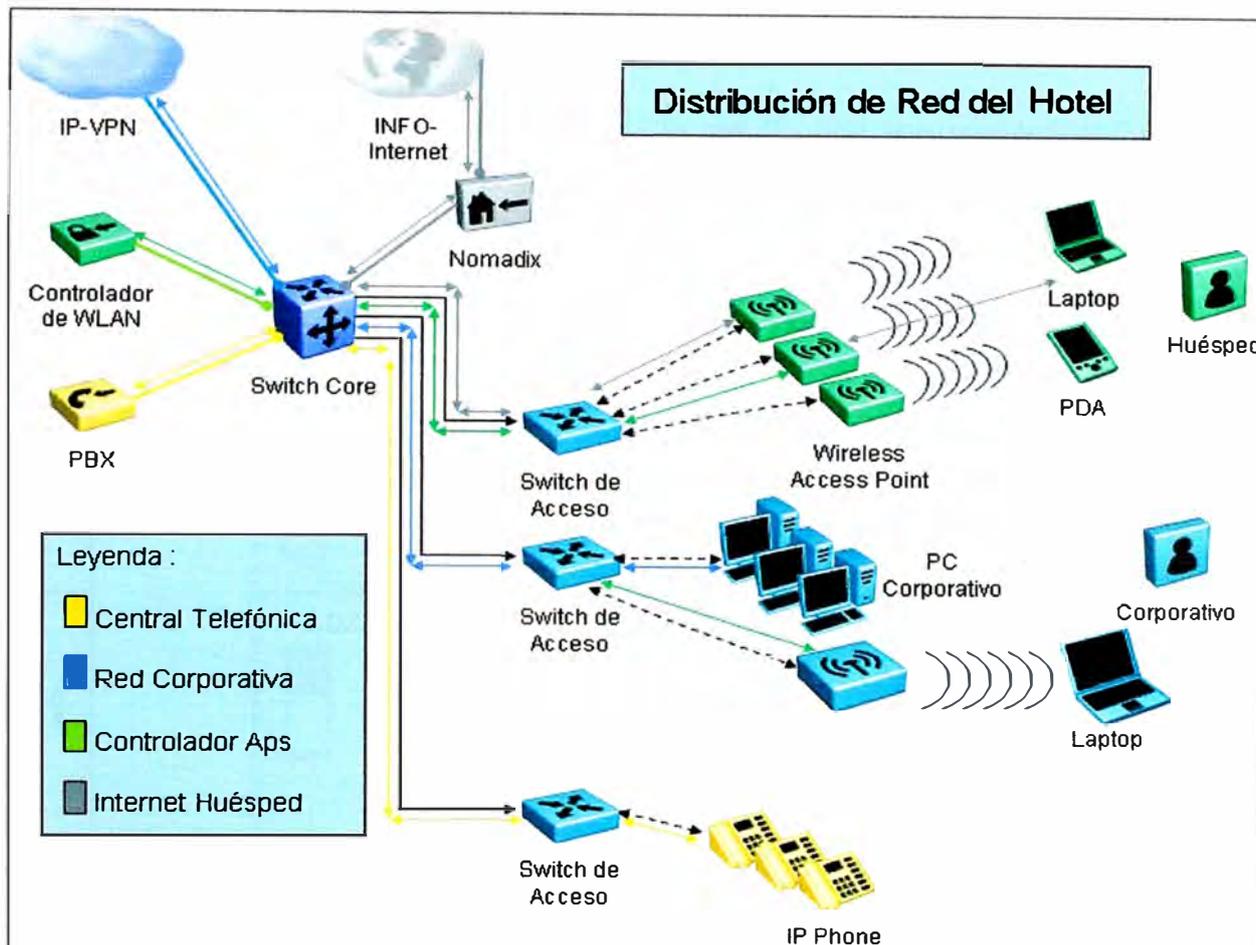
<b>Media Gateway</b>	<b>Chasis</b>	<b>Tarjeta #</b>	<b>Tipo de Tarjeta</b>
04 - 0	Principal	1	CallServer - CS
		2	Signaling Server - SS
		3	Primario a la publica
		4	Vacio para posible Segundo Primario
	Expansión	1	MICA
		2	MIRAN
		3	16 Anexos digitales - Necesario para sistema hotelero
		4	8 Troncales Analógicas - Para Liceas
04 - 1	Principal	1	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
		2	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
		3	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
		4	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
	Expansión	1	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
		2	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
		3	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
		4	16 Anexos Analógicos - Habitaciones
08 - 0	Principal	1	16 Anexos Analógicos - Oficina
		2	16 Anexos Analógicos - Oficina
		3	16 Anexos Analógicos - Oficina
		4	16 Anexos Analógicos - Oficina
	Expansión	1	16 Anexos Analógicos - Oficina
		2	16 Anexos Analógicos - Oficina
		3	16 Anexos Analógicos - Oficina
		4	XCMC - Para anexos analógicos con pantalla

También se establece la adquisición de 250 anexos analógicos (10 de spare para reemplazo por fallas), 40 teléfonos IP modelo i2007 para habitaciones y 30 teléfonos

1120 para administración y 20 teléfonos 1140 para secretarías y personal de recepción.

### 3.2 Diseño de la solución

La Figura 3.5 muestra la topología general resumida para el despliegue de los equipos de la red cableada, inalámbrica y la red de telefonía para su mejor comprensión.



**Figura 3.5** Distribución general de red de la sede Hotelera (Fuente: propia)

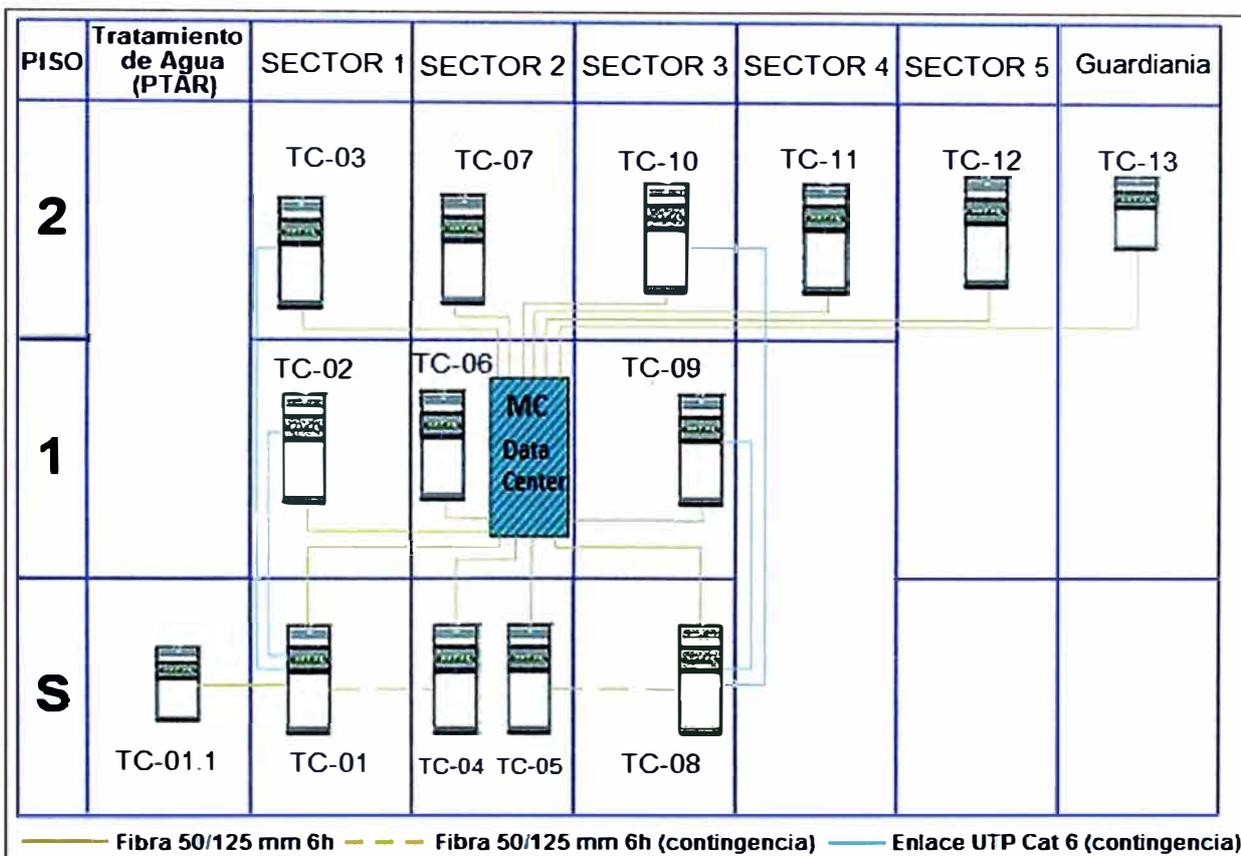
Para el diseño y despliegue de los equipos en la arquitectura del hotel, se definieron sectores, los cuales presentaban cuartos especiales para el equipamiento de los equipos de datos. Estos Wiring Closets se despliegan por los 5 sectores mostrados y 2 Sectores más que por su lejanía se nombrarán de acuerdo a su ubicación (Tratamiento de agua y Guardianía). En la Figura 3.6 se muestra la distribución de los sectores y el cableado realizado entre ellos para los equipos de datos. El personal encargado de la conexión vía Fibra y de los enlaces de contingencia realiza el cableado de los Wiring closets dejando lista la infraestructura para el despliegue de los dispositivos de comunicaciones.

La actualización de las redes de datos (cableada e inalámbrica) y de telefonía para la empresa hotelera, empieza por la instalación y configuración de los equipos de Core y de los switches de borde. Esto permite el despliegue de la red inalámbrica y la red de telefonía IP.

Luego de habilitada la red de datos cableada se despliega las antenas (Access

Points) los cuales son sólo colocadas en la parte interior de la arquitectura del hotel, con el propósito de ofrecer el servicio dentro de las áreas indicadas en párrafos anteriores; en simultáneo a esta tarea, se realiza el despliegue de los teléfonos IP. Finalmente, cuando está lista toda la infraestructura, se configura la conexión corporativa con las otras sedes vía el protocolo H323 por el enlace IP-VPN proporcionado por el proveedor de los servicios de Internet.

El equipo de Nomadix y el Router para la red IP-VPN son proporcionados por el proveedor de servicios, los cuales proveen conexión a Internet y conexión entre sedes respectivamente.



**Figura 3.6** Despliegue de sectores y Wiring Closets (Fuente: Elab. propia)

En este informe se explica la configuración de los equipos de telefonía para poder tener acceso telefónico entre sedes. La red estará preparada para que los diferentes aplicativos de la sede hotelera puedan tener acceso entre sedes y así poder hacer más eficientes los trabajos relacionados a los servicios ofrecidos por la corporación hotelera.

Los equipos deberán tener una dirección IP por lo que se establece 6 subredes, de las cuales una subred no deberá ser tomada en cuenta en el enrutamiento configurado en los switches o Routers (Red Telefonía ELAN – embedded LAN) por recomendación del fabricante de la tecnología; la otra subred debe ser aislada del resto y únicamente debe tener enrutamiento configurado hacia el Internet (Red de huéspedes o Invitados). Para estas Subredes se usarán redes de clase C sin subneteo y será la misma para cada

sede. Para las otras 4 subredes se usará una red de clase B y se usará el subneteo para diferenciar las sedes, el tercer parámetro de la dirección IP se usa para diferenciar la sede, se dividirá en 4 partes iguales por cada tipo de subred. Todas las mascararas serán de 24 bits (255.255.255.0). La Tabla 3.4 muestra el direccionamiento por sede.

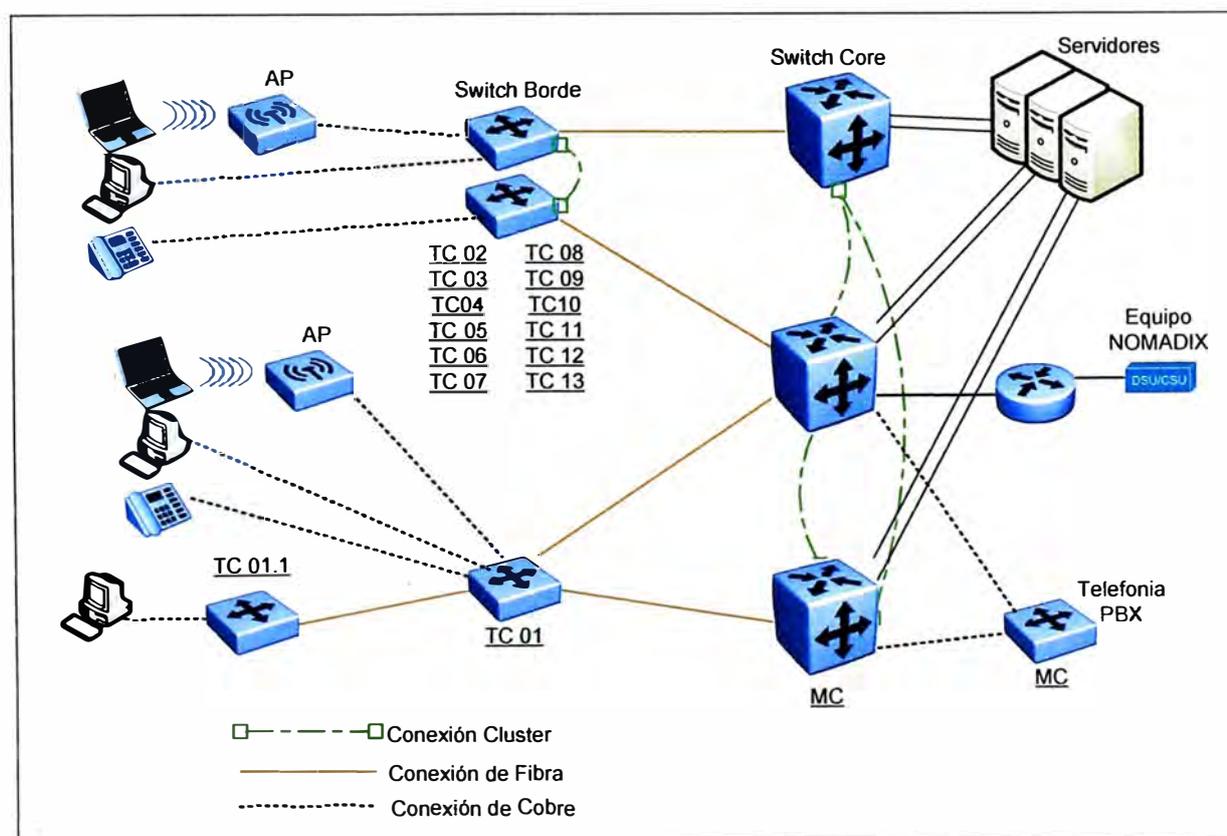
**Tabla 3.4** Direccionamiento IP de la sede (Fuente: propia)

Descripción	VLAN por switch	Sub-Red	Mascara	Gateway
Red Telefonía ELAN	2	192.168.200.0	255.255.255.0	192.168.200.254
Red de Huéspedes	3	192.168.210.0	255.255.255.0	192.168.210.254
Red Telefonía TLAN	4	172.16.(1-63).0 *	255.255.255.0	172.16.1.254
Red Corporativa	5	172.16.(65-127).0 *	255.255.255.0	172.16.65.254
Red Servidores	6	172.16.(129-191).0 *	255.255.255.0	172.16.129.254
Red de Control **	7	172.16.(193-254).0 *	255.255.255.0	172.16.193.254

(\*) El primer valor de cada intervalo será usado para cada sede y así sucesivamente.

(\*\*) Las direcciones IP de control serán las direcciones IP de los switches y los controladores inalámbricos.

Para detallar la topología de la solución, a continuación se desarrolla cada topología por separado.



**Figura 3.7** Topología general de conexiones de los switches (Fuente: propia)

### 3.2.1 Topología de red de datos cableada

Los switches son colocados en Stack; en algunos casos se usa un Switch, estos

tienen conexiones directas vía fibra al Data Center (MC) donde se encuentran los 3 Switches Multicapa en cluster formando la etapa de Core de los switches.

En la implementación se considera un Switch ERS2526T para la conexión interna de la central telefónica, esto se detalla mas adelante en una tabla y un diagrama del conexionado. En la Figura 3.7 se visualizan las conexiones de los diferentes Wiring Closets, los nombres subtitulados son los nombres de los Wiring Closets. La distribución de los equipos en los diferentes Wiring Closets se muestra en la tabla 3.5.

**Tabla 3.5** Distribución de switches por Wiring Closet (Fuente: propia)

Piso	Ubicación	Wiring Closet	Cant.	Modelo
Sótano	PTAR	TC-01.1	1	ERS2526T
Sótano	H-101 Sector 1	TC-01	1	ERS2526T
Sótano	P102 Sector 2	TC-04	1	ERS2526T
Sótano	P-128 Sector 2	TC-05	1	ERS2526T
Sótano	H141 Sector 3	TC-08	1	ERS2526T
Piso 1	H-252 Sector 1	TC-02	1	ERS2550T
Piso 1	P-232 Sector 2	TC-06	1	ERS2550T
Piso 1	P-251 (Datacenter)	MC	2	ERS2550T
			2	ERS2526T - PWR
			2	ERS2526T
			3	ERS5530-24TFD
Piso 1	H-261 Sector 3	TC-09	1	ERS2550T
Piso 2	H-352 Sector 1	TC-03	1	ERS2550T
Piso 2	P-314A Sector 2	TC-07	1	ERS2550-PWR
Piso 2	H-361 Sector 3	TC-10	1	ERS2550T
Piso 2	S-302 Sector 4	TC-11	1	ERS2550T
Piso 2	T-323 Tiendas Sector 6	TC-12	1	ERS2550T
			1	ERS2526T
Piso 2	Guardiania	TC-13	1	ERS2526T

**Tabla 3.6** Disponibilidad de energía y consumo de energía de teléfonos IP (Ibidem)

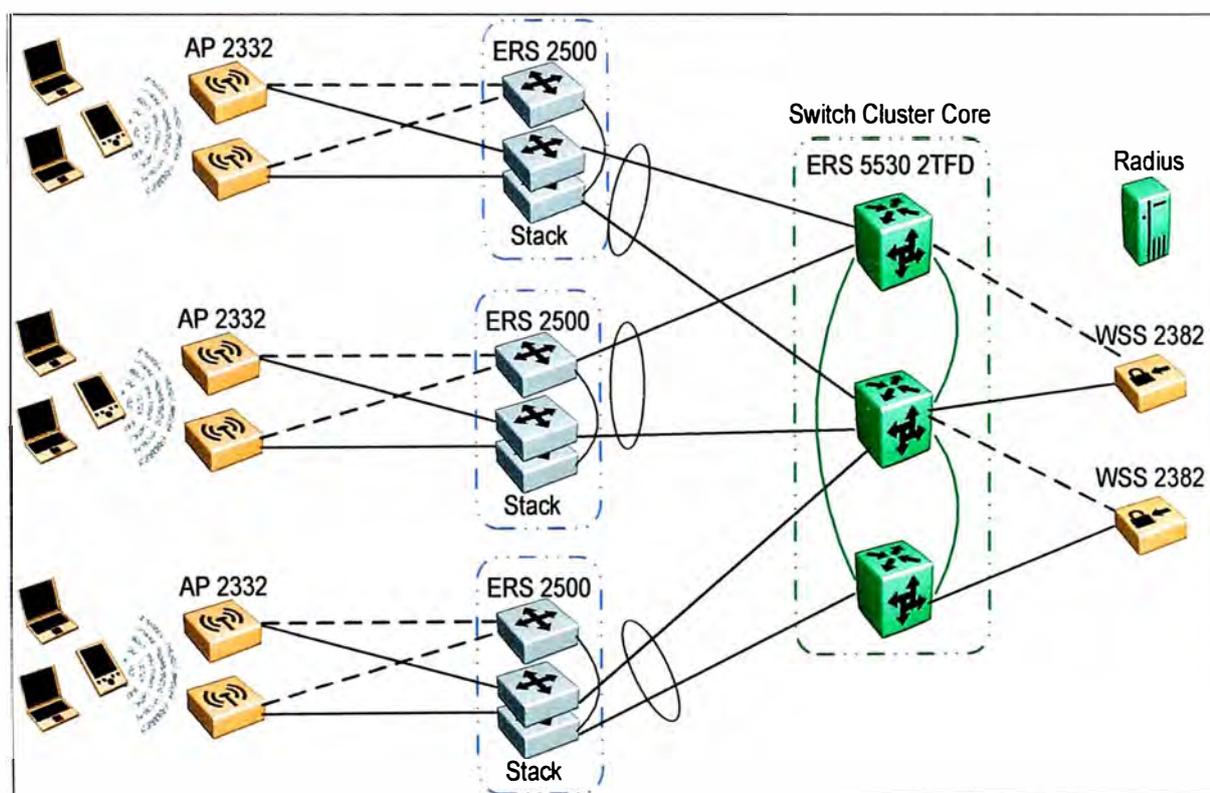
Opción en Switch	Energía de puerto
0	entre 0.44 a 12.94 Watts
1	entre 0.44 a 3.84 Watts
2	entre 3.84 a 6.49 Watts
3	entre 6.49 a 12.94 Watts
Teléfono	Consumo
1120	8.40 Watts
1140	8.40 Watts
i2007	9.60 Wats

Durante la configuración de los switches que soportan PoE (Power over Ethernet) Avya-Nortel, se considera el tipo de puerto en un parámetro cuyo valor puede variar de 0

a 3 para identificar los watts a soportar para el equipo, esto limita el uso de energía del puerto, sin embargo para la solución se usa el parámetro 3 por tratarse del uso en la red del teléfono i2007, el cual posee pantalla táctil y realiza un mayor uso de la energía, en la Tabla 3.6 se muestran estos valores.

### 3.2.2 Topología de red de datos inalámbrica

El despliegue de los Access Points se realiza hacia los Wiring Closets vía cables UTP, el cableado desde cada antena se realiza con 2 cables UTP hacia los switches. En los casos donde existe más de 1 switch en arreglo Stack en el Wiring Closet, se usan ambas conexiones pues las antenas soportan una configuración Dual Homing. En la Figura 3.8 se muestra la topología general del conexionado de los Access Points y los Controladores Inalámbricos.



**Figura 3.8** Topología general de conexión de red Inalámbrica (Fuente: propia)

Las antenas se conectan con los controladores usando solamente el direccionamiento capa 2; esto se realiza para tener un enrutamiento más rápido.

Estos equipos usan inicialmente una búsqueda de parámetros vía “DHCP Discover”, al obtener su configuración intenta buscar a los controladores con un mensaje del tipo “Find WSS”, del cual obtiene configuración y si es necesario descarga una imagen actualizada.

El chip interno realiza operaciones de encriptación de paquetes, dejando a los controladores otras tareas sin perder tiempo en esta tarea. La Tabla 3.7 muestra la distribución de los Access Points en los Wiring Closets.

**Tabla 3.7** Distribución de Access Points en Wiring Closets (Fuente: E. propia)

Piso	Ubicación	W. Closet	Cantidad	Modelo
Sótano	PTAR	TC-01.1		
Sótano	H-101 Sector 1	TC-01	7	WAP2332
Sótano	P102 Sector 2	TC-04		
Sótano	P-128 Sector 2	TC-05		
Sótano	H141 Sector 3	TC-08	7	WAP2332
Piso 1	H-252 Sector 1	TC-02	7	WAP2332
Piso 1	P-232 Sector 2	TC-06	2	WAP2332
Piso 1	P-251 (Datacenter)	MC	5	WAP2332
			2	WSS2383
Piso 1	H-261 Sector 3	TC-09	7	WAP2332
Piso 2	H-352 Sector 1	TC-03	7	WAP2332
Piso 2	P-314A Sector 2	TC-07	7	WAP2332
Piso 2	H-361 Sector 3	TC-10	7	WAP2332
Piso 2	S-302 Sector 4	TC-11		
Piso 2	T-323 Tiendas Sector 6	TC-12		
Piso 2	Guardiania	TC-13		

**Tabla 3.8 a** Configuración de Controladores WSS 2382 – Principal (Fuente: propia)

<b>WSS PRINCIPAL</b>			
<b>Sistema</b>	WSS2382MASTER		
<b>IP</b>	172.16.193.3 /24		
<b>Ruta defecto</b>	172.16.193.254 /24		
<b>Port</b>	<b>Número</b>	<b>Modo</b>	
	1	Port Group G1 - ON	
	2	Port Group G1 - ON	
	3	mgmt	
<b>VLAN</b>	<b>Nombre</b>	<b>VID</b>	
	Control	7	
	Guest	3	
	Corporativo	5	
	Servidores	6	
<b>Interfaz IP</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dirección IP</b>	
	Control	172.16.193.3 / 24	
	Huésped	192.168.210.2 / 24	
	Corporativo	172.16.65.200 / 24	
	Servidores	172.16.129.200 / 24	
<b>SSID</b>	<b>Nombre</b>	<b>Encriptación</b>	<b>Modo</b>
	Hotel NOMBRE	WPAWPA2	VISIBLE
	whlcorporativo	WPAWPA2	OCULTO
	whlservidores	WPAWPA2	OCULTO
<b>Dominio</b>	<b>Nombre</b>	<b>Modo</b>	
	HLURUBAMBA	Primary Seed	
<b>Cluster</b>	habilitado		

**Tabla 3.8 b** Configuración de Controladores WSS 2382 –Secundario (Fuente: propia)

<b>Sistema</b>	WSS2382SLAVE		
<b>IP</b>	172.16.193.4 /24		
<b>Ruta defecto</b>	172.16.193.254/24		
<b>Port</b>	<b>Número</b>	<b>Modo</b>	
	1	Port Group G1 - ON	
	2	Port Group G1 - ON	
	3	mgmt	
<b>VLAN</b>	<b>Nombre</b>	<b>VID</b>	
	Control	7	
	Guest	3	
	Corporativo	5	
	Servidores	6	
<b>Interfaz IP</b>	<b>Nombre</b>	<b>Dirección IP</b>	
	Control	172.16.193.4 / 24	
	Huésped	192.168.210.3 / 24	
	Corporativo	172.16.65.201 / 24	
	Servidores	172.16.129.201 / 24	
<b>SSID</b>	<b>Nombre</b>	<b>Encriptación</b>	<b>Modo</b>
	Hotel NOMBRE	WPA/WPA2	VISIBLE
	whlcorporativo	WPA/WPA2	OCULTO
	whlservidores	WPA/WPA2	OCULTO
<b>Dominio</b>	<b>Nombre</b>	<b>Modo</b>	
	HLURUBAMBA	Secondary Seed	
<b>Cluster</b>	habilitado		

Los dos controladores inalámbricos se configuran para formar un arreglo de redundancia: se genera un dominio de configuración en el cual se inscribe un controlador maestro y uno esclavo. De los 2 puertos disponibles por controlador se configuran ambos en modo de grupo (Port Group) para que puedan compartir el tráfico por ambas interfaces y aun así seguir usando la configuración Dual Homing. Los controladores En la Tabla 3.8a y 3.8 b se muestra la configuración de los Controladores Avaya (Wireless Security Switch 2382).

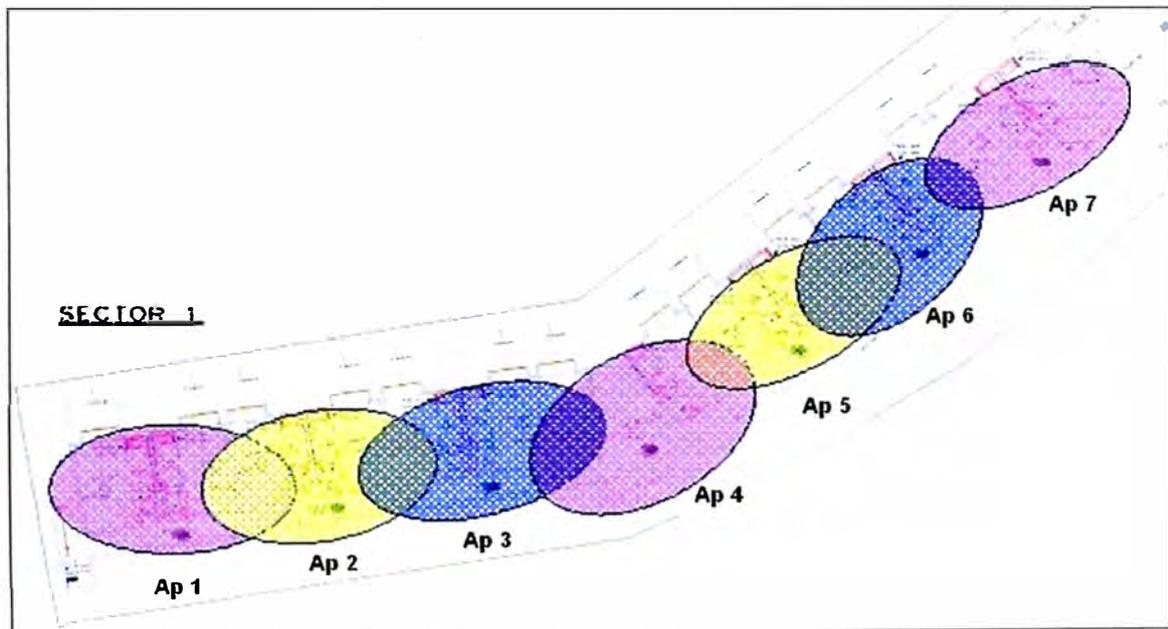
El despliegue de las antenas se desarrolló de manera simple en la primera etapa, esto dado que el cliente (la corporación hotelera) deseaba tener cobertura únicamente dentro de sus instalaciones, por ello la antenas se ubican en el centro de la arquitectura del edificio y con una distancia prudente para la potencia de los equipos inalámbricos, intentando no forzarlos a usar mas batería por obtener una mejor ganancia.

En los cuartos de los huéspedes, las antenas se ubican en la mitad del pasillo, esto fue realizado debido a que los pisos son muy gruesos, y la señal entre pisos se debilitaría obligando al AP a usar más potencia para poder desarrollar mejor velocidad. En la Tabla 3.9 se muestra el resumen del despliegue de los Access Points. En las Figuras 3.8 a la

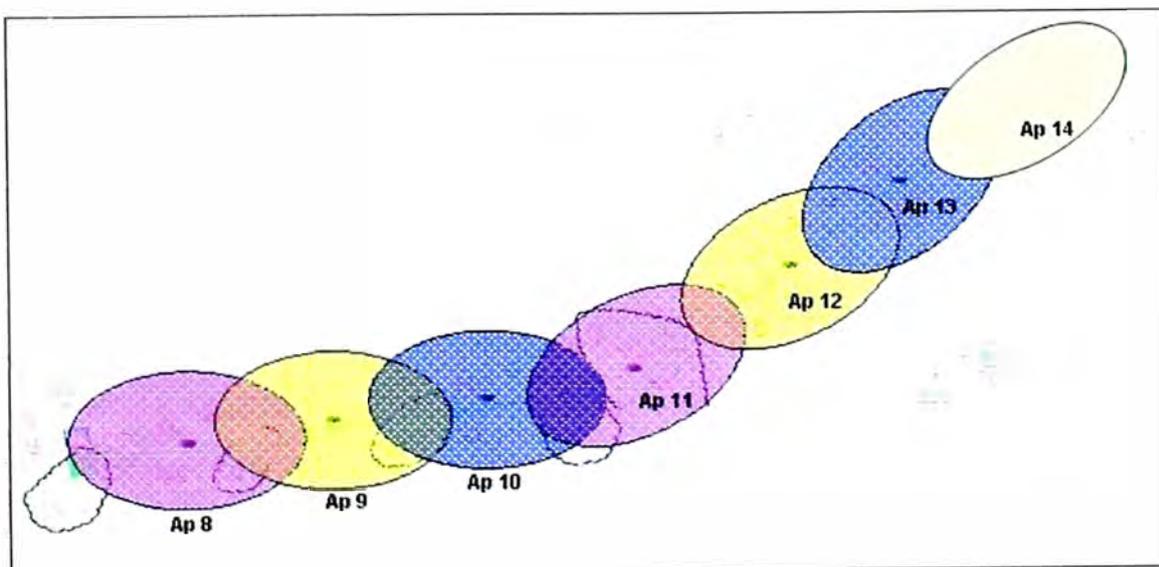
3.15 se muestra el despliegue de los APs.

**Tabla 3.9** Lista de Access Points (Fuente: propia)

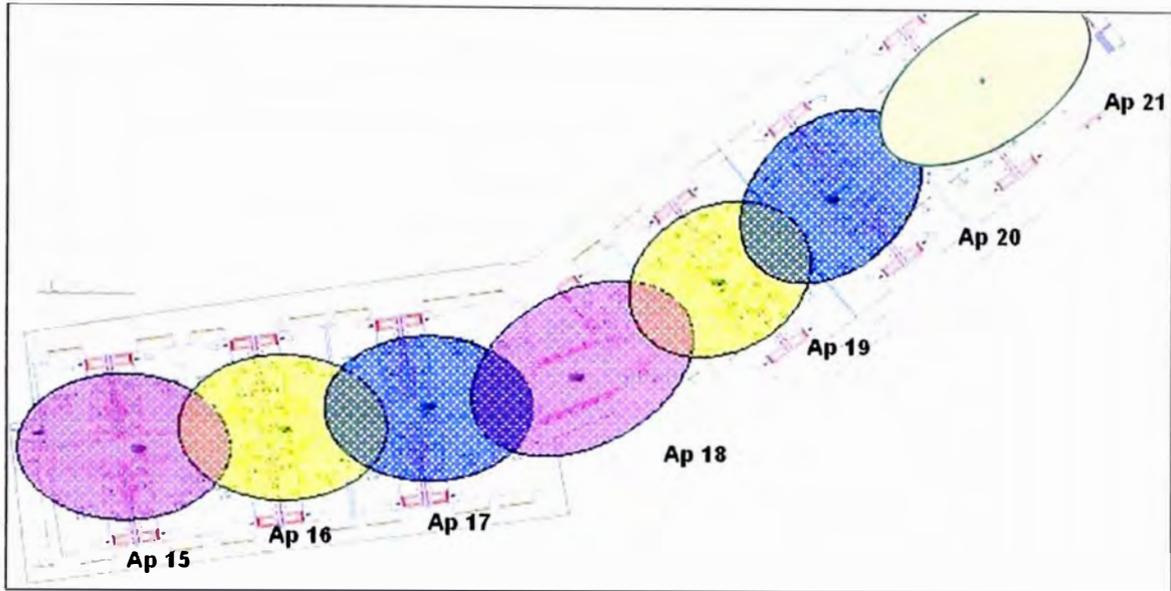
TELECOM	APS EN INTERIORES	AP 2332
Sector I, Sótano	Ap1, Ap2, Ap3, Ap4, Ap5, Ap6, Ap7	7
Sector I, Primer piso	Ap8, Ap9, Ap10, Ap11, Ap12, Ap13, Ap14	7
Sector I, Segundo piso	Ap15, Ap16, Ap17, Ap18, Ap19, Ap20, Ap21	7
Sector II, primer piso	Ap45, Ap51, Ap52, Ap53, Ap54, Ap55, Ap56	7
Sector II, Segundo piso	Ap43, Ap44, Ap46, Ap47, Ap48, Ap49, Ap50	7
Sector III, Sótano	Ap22, Ap23, Ap24, Ap25, Ap26, Ap27, Ap28	7
Sector III, Primer piso	Ap29, Ap30, Ap31, Ap32, Ap33, Ap34, Ap35	7
Sector III, Segundo piso	Ap36, Ap37, Ap38, Ap39, Ap40, Ap41, Ap42	7
<b>SUB TOTAL</b>		<b>56</b>



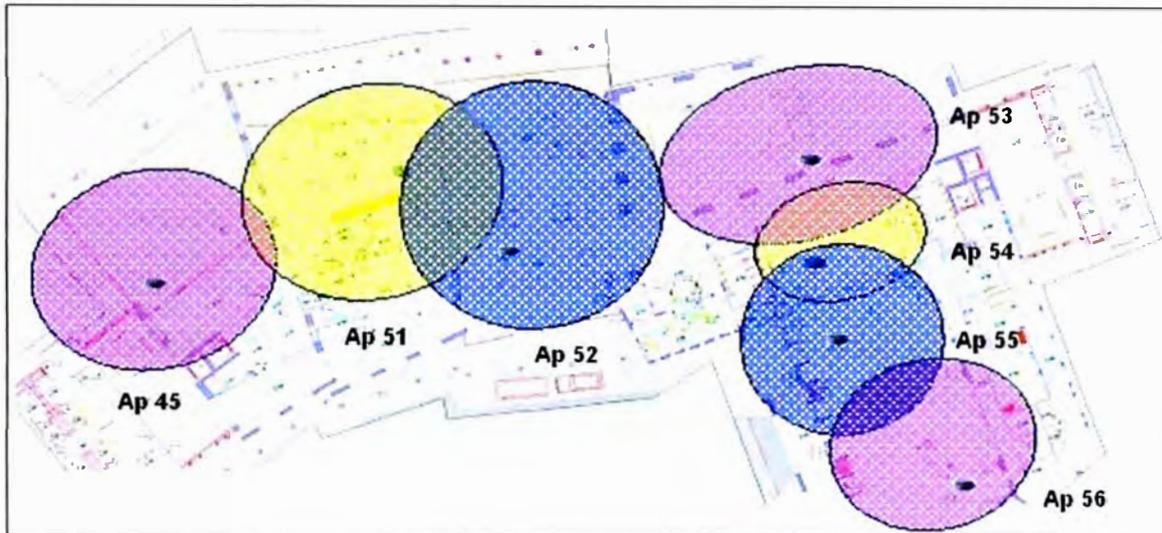
**Figura 3.8** Sector I – Sótano (Fuente: realización propia)



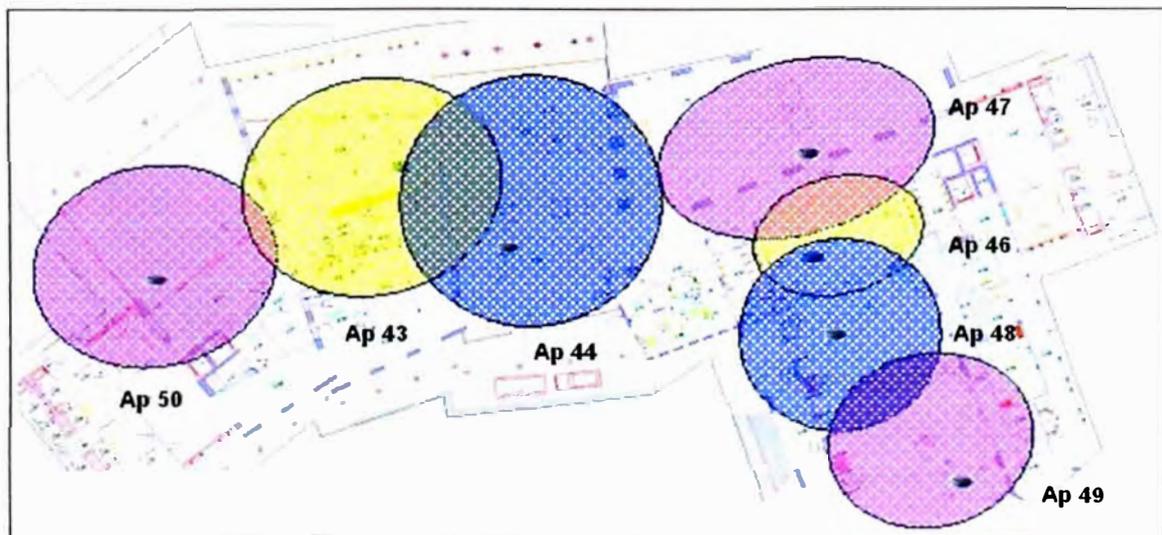
**Figura 3.9** Sector I – Primer Piso (Fuente: Ibidem)



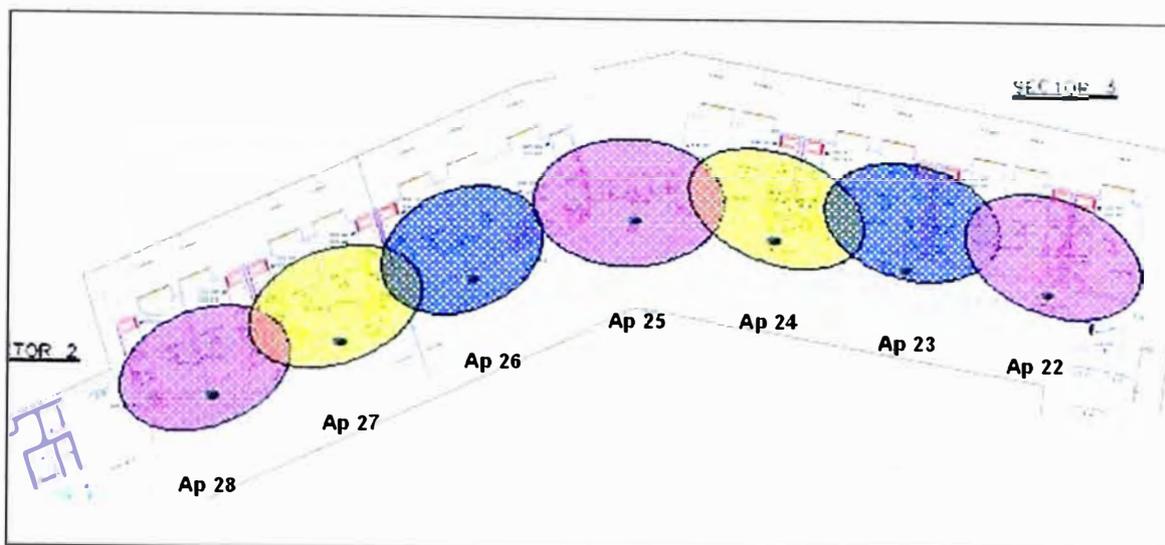
**Figura 3.10** Sector I – Segundo Piso (Fuente: Ibidem)



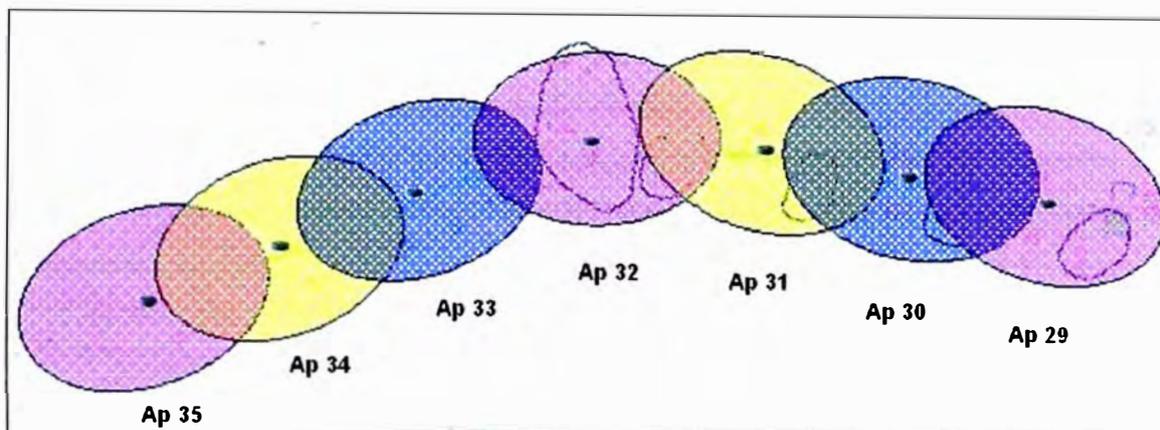
**Figura 3.11** Sector II – Primer Piso (Fuente: Ibidem)



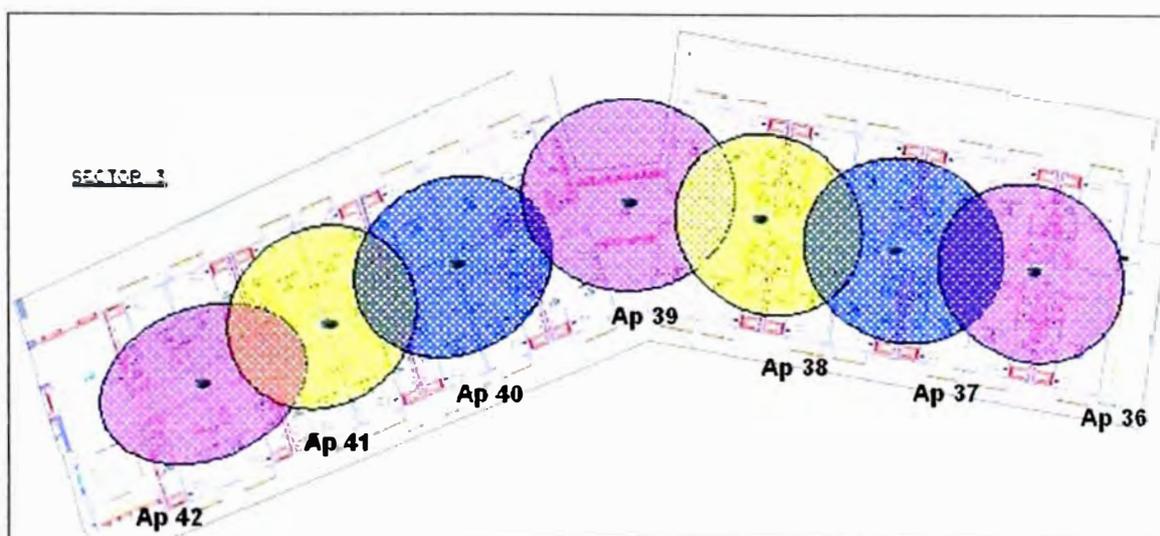
**Figura 3.12** Sector II – Segundo Piso (Fuente: Ibidem)



**Figura 3.13** Sector III – Sótano (Fuente: Ibidem)



**Figura 3.14** Sector III – Primer Piso (Fuente: Ibidem)



**Figura 3.15** Sector III – Segundo Piso (Fuente: Ibidem)

Los controladores usan licencias para poder controlar a los Access Points, por defecto los WSS2382 pueden controlar a 32 AP's cada uno, por ello es necesario comprar una licencia más puesto que cada paquete de licencia permite controlar otras 32 licencias y en este caso se consideraron 56 antenas en el diseño inicial.

### 3.2.3 Topología de red de telefonía

En la implementación de la red de telefonía se reemplaza la central antigua por una de la marca Avaya-Nortel. Esta central consta de:

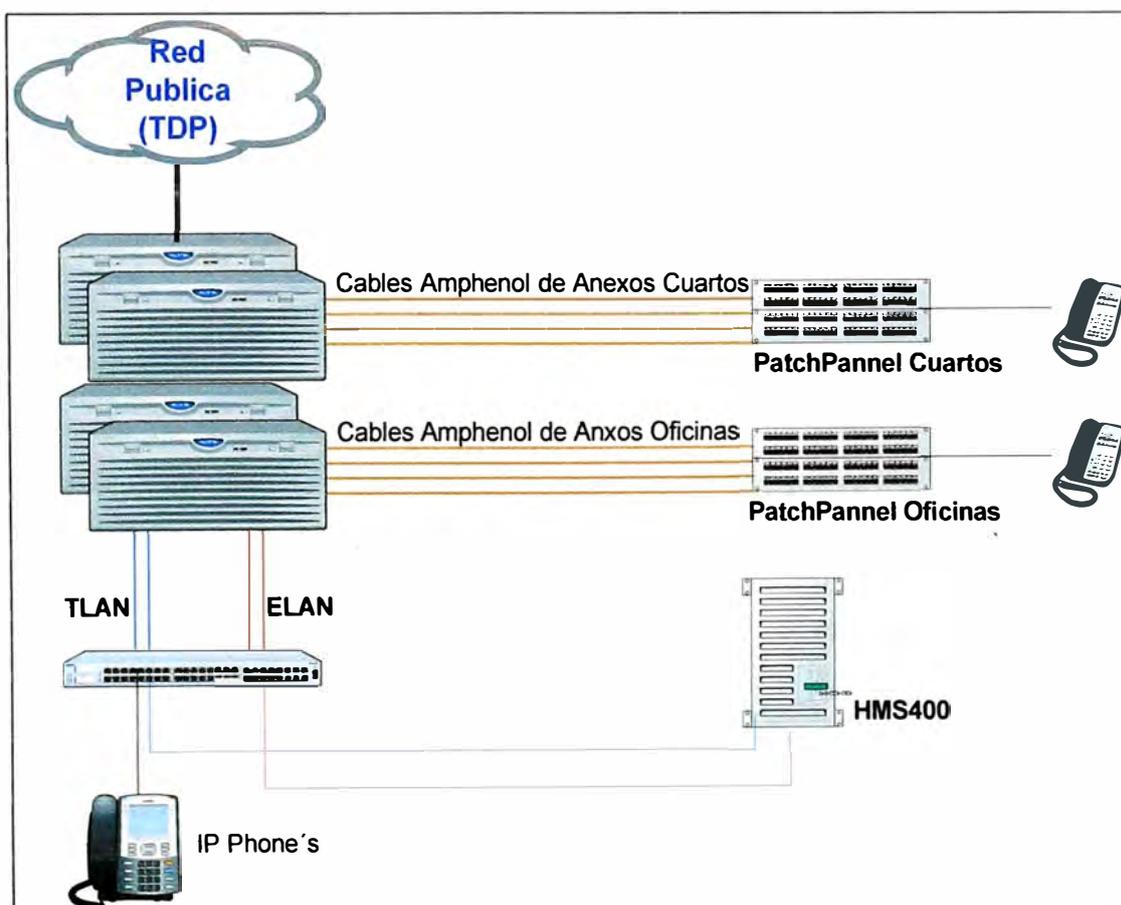
- Una tarjeta procesadora CPPM (Call Processor), la cual realiza todo el procesamiento de las llamadas y control de Hardware.
- Una tarjeta procesadora de telefonía IP CPPM (Signaling Server)
- Hasta 50 Gateways: Que almacenan los recursos para la telefonía tradicional y los recursos de integración

La solución cuenta con Gateways del tipo chasis capaces de soportar:

- 4 tarjetas de periféricos cada uno, uno principal y la otra de expansión.
- 1 tarjeta MGC (Media Gateway Controller) que controla ambos gabinetes.

Entre las tarjetas periféricas soportadas por los Media Gateways se consideran a las tarjetas de acceso primario a la red pública (Primario E1); y a las tarjetas de anuncios (la MICA y la MIRAN) se consideran tarjetas de periféricos como las de anexos.

Para el conexionado, únicamente las tarjetas de anexos poseen una conexión vía un cable amphenol de 25 pares hacia los Patch Panel desde donde se conectarán hacia las habitaciones y los anexos analógicos de los administrativos. En la Figura 3.16 se muestra el conexionado básico de esta central telefónica hacia los usuarios tradicionales.



**Figura 3.16** Conexionado de la Central Telefónica (Fuente: Ibidem)

La central telefónica usa 2 redes separadas para poder tener acceso a la telefonía IP:

- La red ELAN (Embedded LAN): únicamente es usada para la señalización entre equipos. El software 6.0 de la central telefónica ofrece la seguridad de sus mensajes de señalización, de ese modo si se desea tener una captura de los paquetes no podrán ser descifrados de manera simple,
- La red TLAN (Telephony LAN): es usada para la señalización con los teléfonos IP y la señalización estándar de la telefonía IP entre sedes (H323 en nuestro caso).

La Tabla 3.10 muestra la distribución de direcciones IP del cliente Y la Figura 3.17 muestra el conexionado hacia el Switch de los equipos para poder soportar telefonía IP.

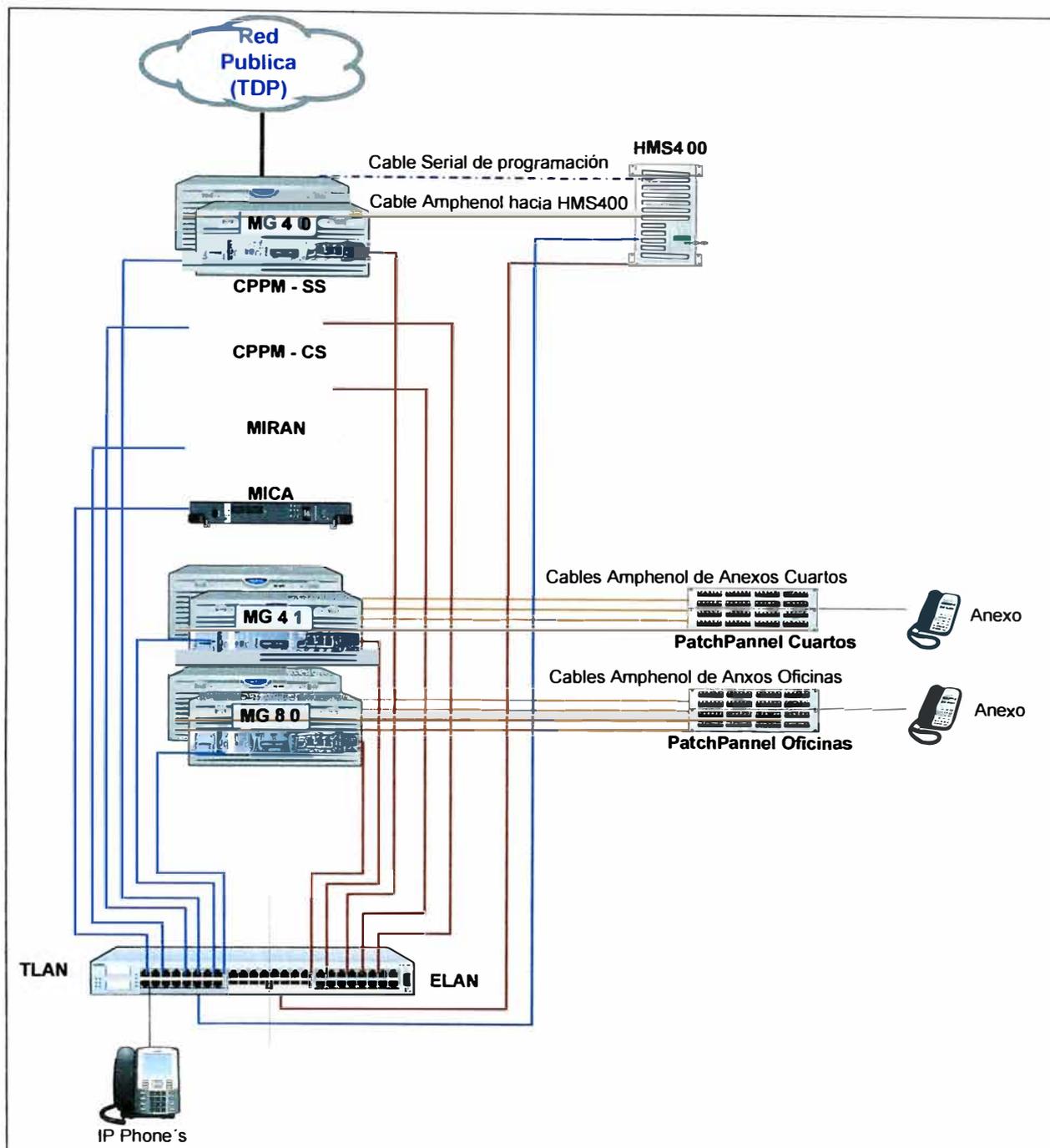
**Tabla 3.10** Direcciones IP de los equipos de la central telefónica (Fuente: Ibidem)

Equipo	Hostname	Media Gateway	ELAN	TLAN
NODE				172.16.1.200
CS_CPPM	CS_HOTEL	4-0	192.168.200.10	
SS_CPPM	SS_HOTEL		192.168.200.12	172.16.1.12
MGC	MGC-4-0		192.168.200.13	172.16.1.13
DSP96				172.16.1.14
DSP32				172.16.1.15
MGC	MGC-4-1		4-1	172.15.25.16
DSP96				172.16.1.17
DSP32				172.16.1.18
MGC	MGC-8-0	8-0	192.168.200.19	172.16.1.19
DSP96				172.16.1.20
DSP32				172.16.1.21
MICA	MICA_HOTEL	4-0		172.16.1.25
MIRAN		4-0		172.16.1.26
HMS400	HMS400		192.168.200.27	172.16.1.27
IP Phones				172.16.1.(50-140)

El cliente (la corporación hotelera) no desea tener llamadas de videoconferencia, únicamente desea tener llamadas entre sedes, por ello sólo es necesario tener un protocolo que sea fácil de realizar tareas de mantenimiento, para ello se elige el protocolo H323 en vez de SIP.

Para tener redundancia de comunicación entre las sedes, los equipos de Avaya-Nortel ofrecen una configuración de servidores colaborativos en los que se puede configurar otro Gatekeeper si es que el principal falla o no es ubicado por problemas de red.

De esta manera se ofrece una configuración resistente ante fallas en la red y las demás sedes aun podrán tener comunicación entre ellas si la sede que posee el Gatekeeper tiene alguna falla.



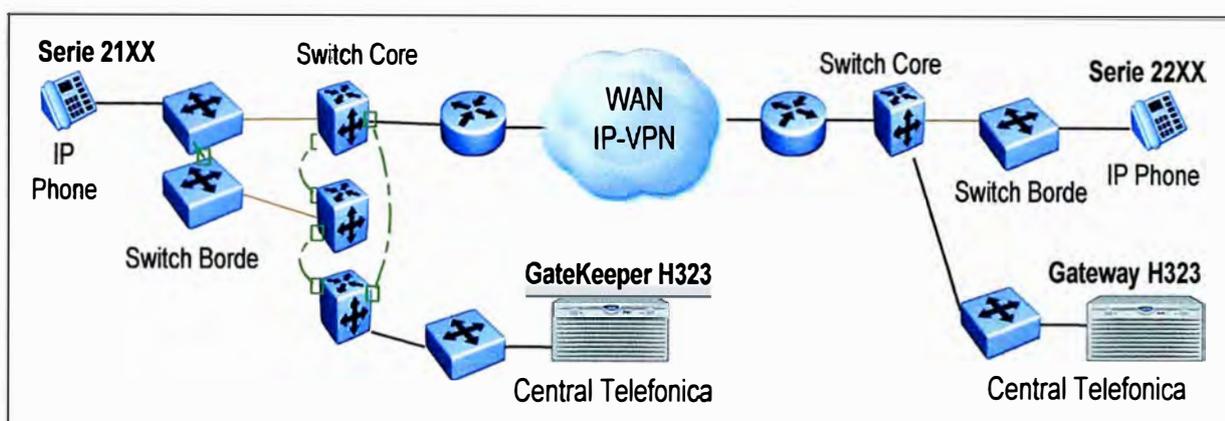
**Figura 3.17** Conexionado IP de Central telefónica (Fuente: Ibidem)

Las centrales Avaya-Nortel ofrecen un equipo llamado el Signaling Server que realiza esta señalización de telefonía IP. En este equipo se instala una aplicación para el enrutamiento en red con los estándares SIP y H323, este aplicativo es conocido como Network Routing Server (NRS).

En relación al estándar H323, el NRS es quien hace el papel de un GateKeeper para mantener la tabla de enrutamiento "Plan numérico vs. Dirección IP". Para ello se hace un planeamiento del plan numérico de las sedes, de ese modo, si se tuviera que tener el mismo plan numérico de las sedes, se tendría que anteponer un código que diferencie a una sede de otra; estos códigos estarán inscritos en la tabla de enrutamiento del NRS;

Sin embargo, para el caso de estudio, las sedes poseen un plan numérico diferente y planificado, por lo cual no es necesario la inclusión de un código que anteponga la marcación corporativa y únicamente se inscribe el plan numérico de los anexos en la tabla de enrutamiento del NRS (21XX, 22XX, etc).

Para el caso de estudio, la dirección IP del Nodo es la misma que se usa para detallar al Gatekeeper en la estructura H323, y se usa la suscripción del tipo RAS (Registración and Status) para poder tener un monitoreo sobre el enlace con las otras sedes; de acuerdo a las alarmas se puede saber que enlace en la nube IP-VPN es la que cae en momentos de problemas y ayuda a tener un mejor reconocimiento ante fallas. La Figura 3.18 muestra todos los componentes necesarios para una comunicación tipo H323 entre sedes.



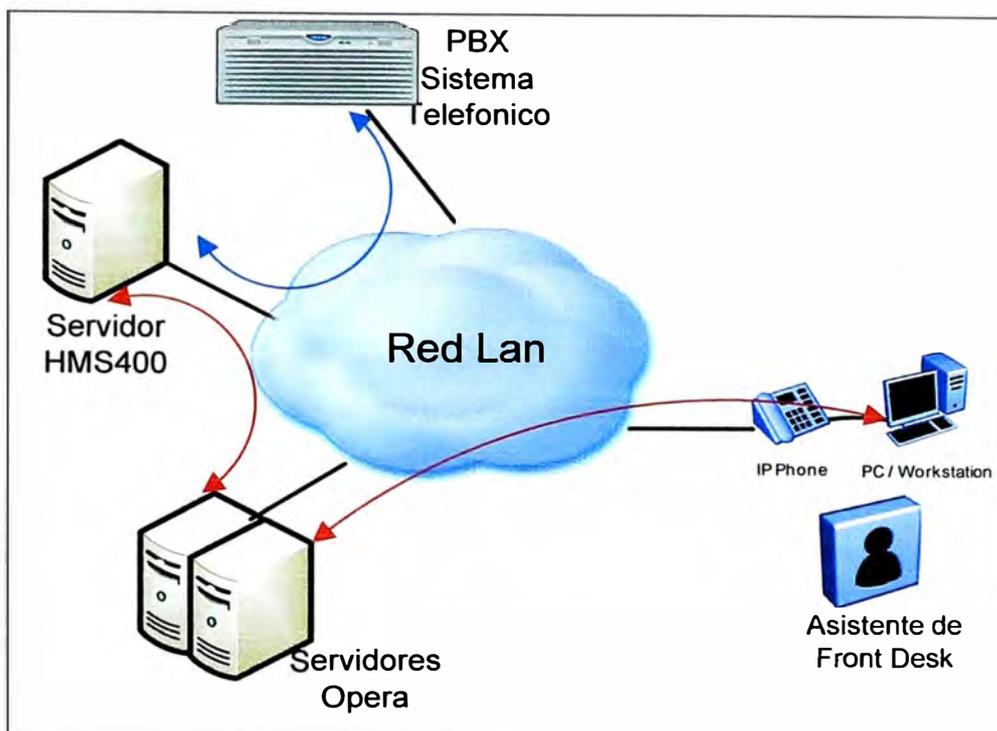
**Figura 3.18** Componentes de enlace de voz H323 (Fuente: propia)

Para la integración con los servicios de gestión hotelera (ofrecidos por el sistema Opera), Avaya-Nortel proporciona el servidor (mostrado anteriormente en las conexiones de la central telefónica) HMS400 (Hospitality Messaging Server 400), el cual brinda las siguientes facilidades de integración:

- Buzón de voz para los huéspedes.
- Actualización de nombre de anexo de la habitación en Check-In y Check-Out.
- Configuración de permisos para llamadas a la pública desde anexo de habitación en un checkin de huésped.
- Sistema telefónico de actualización de estado de cuarto por el personal de mantenimiento (Room Status).
- Sistema telefónico de actualización de estado de minibar de habitación por el personal de mantenimiento (Minibar Status).

Para poder lograr esto, el personal de recepción actualiza el estado de su base de datos de huéspedes, el cual es a través del sistema Opera, éste actualiza la base de datos del servidor HMS400, éste último es quien realiza las configuraciones en la central telefónica de manera automática. En el caso de una actualización de estado de

habitación o minibar, es el personal de mantenimiento quien, a través de un menú de voz, ofrecido por el HMS400, puede actualizar la información, entonces el HMS400 actualiza la base de datos del sistema Opera el cual muestra la información actualizada en las PCs del personal de recepción, quienes sabrán que cuartos están disponibles y que cuartos ocupados y por quienes. Al momento de realizar el resumen de gastos se usa la información del minibar para poder cobrar por los productos utilizados durante la estadía. Todo esto es visto en resumen en La Figura 3.19.



**Figura 3.19** Topología de conexión para la integración hotelera (Fuente: propia)

### 3.3 Equipamiento

En esta parte del informe se presentan las características principales de los equipos a utilizar en la implementación de la solución de actualización de las redes de datos y telefonía, incluyendo la implementación de la red inalámbrica.

#### 3.3.1 De la red cableada

El cableado y los Wiring Closets son implementados por otro proveedor, las conexiones necesarias para esta implementación son los cableados desde los puntos de voz y telefonía tradicional, usando para ello cableado categoría 6 en ambos casos. El conexionado de fibra entre los Wiring Closets y el MC (Main Closet) será del tipo fibra multimodo 50/125 um de 6 hilos. Los equipos a detallar serán los switches usados.

#### ERS 5530 TFD

Las siguientes son sus características (Figura 3.20).

- 24 puertos Ethernet de 10/100/1000
- 12 puertos 1000Base-T/SFP

- 2 puertos 10GBase-XFP
- 2 puertos de Stacking de 80Gbps con 640Gbps en Full-Stack (8 switches)
- Enrutamiento entre VLAN's (1024)
- Enlace ISP (InterSwitch Protocol) en configuraciones HotStandby para redundancia
- Enlace DMLT(Distributed MultiLink Protocol) para enlaces en Cluster
- Enlace SMLT (Split MultiLink Protocol) para conectarse entre switches en stack
- Soporta Protocolo 802.1X en trabajo Multi-VLAN
- LLDP mejorado para teléfonos IP Avaya-Nortel
- Seguridad de ataques DHCP Snooping, DARP Inspection y IGMP Snooping
- Manejo de IPV6
- Soporta BootP y TFTP para mantenimiento y conexionado



**Figura 3.20** Switch ERS 5530 TFD (Fuente: Data sheet)

La Figura 3.21 muestra (de arriba hacia abajo) los switches de la serie 2500: ERS 2526T, ERS 2526T PWR, ERS 2550T, ERS 2550T PWR, respectivamente. Estos son descritos a continuación.



**Figura 3.21** Switches de la serie 2500 (Fuente: Data sheet)

#### **ERS 2526T**

- 24 puertos Ethernet de 10/100/1000
- 2 puertos 10/100/1000ASE T/SFP
- 2 puertos 1000Base T RJ45 en la parte posterior para stack (8 switches)
- Enrutamiento entre VLAN's (1024)
- Enlace DMLT(Distributed MultiLink Protocol) para enlaces en Cluster
- Soporta 802.3ad para MultiLink con otros switches
- Soporta Protocolo 802.1X en trabajo Multi-VLAN
- Realiza el descubrimiento de teléfonos IP Avaya-Nortel mediante 802.1AB
- Soporta 802.1p para priorización QoS

- Manejo de IPV6
- Soporta BootP y TFTP para mantenimiento y conexionado

#### **ERS 2526T PWR**

- 24 puertos Ethernet de 10/100/1000 (12 puertos PoE )
- 2 puertos 10/100/1000ASE T/SFP
- 2 puertos 1000Base T RJ45 en la parte posterior para stack (8 switches)
- Enrutamiento entre VLAN's (1024)
- Enlace DMLT(Distributed MultiLink Protocol) para enlaces en Cluster
- Soporta 802.3ad para MultiLink con otros switches
- Soporta Protocolo 802.1X en trabajo Multi-VLAN
- Realiza el descubrimiento de teléfonos IP Avaya-Nortel mediante 802.1AB
- Soporta 802.1p para priorización QoS
- Manejo de IPV6
- Soporta BootP y TFTP para mantenimiento y conexionado

#### **ERS 2550T**

- 48 puertos Ethernet de 10/100/1000.
- 2 puertos 10/100/1000ASE T/SFP.
- 2 puertos 1000Base T RJ45 en la parte posterior para stack (8 switches).
- Enrutamiento entre VLANs (1024).
- Enlace DMLT(Distributed MultiLink Protocol) para enlaces en Cluster.
- Soporta 802.3ad para MultiLink con otros switches.
- Soporta Protocolo 802.1X en trabajo Multi-VLAN.
- Realiza el descubrimiento de teléfonos IP Avaya-Nortel mediante 802.1AB.
- Soporta 802.1p para priorización QoS.
- Manejo de IPV6.
- Soporta BootP y TFTP para mantenimiento y conexionado.

#### **ERS 2550T PWR**

- 48 puertos Ethernet de 10/100/1000 (24 puertos PoE ).
- 2 puertos 10/100/1000ASE T/SFP.
- 2 puertos 1000Base T RJ45 en la parte posterior para stack (8 switches).
- Enrutamiento entre VLANs (1024).
- Enlace DMLT(Distributed MultiLink Protocol) para enlaces en Cluster.
- Soporta 802.3ad para MultiLink con otros switches.
- Soporta Protocolo 802.1X en trabajo Multi-VLAN.
- Realiza el descubrimiento de teléfonos IP Avaya-Nortel mediante 802.1AB.
- Soporta 802.1p para priorización QoS.

- Manejo de IPV6.
- Soporta BootP y TFTP para mantenimiento y conexionado.

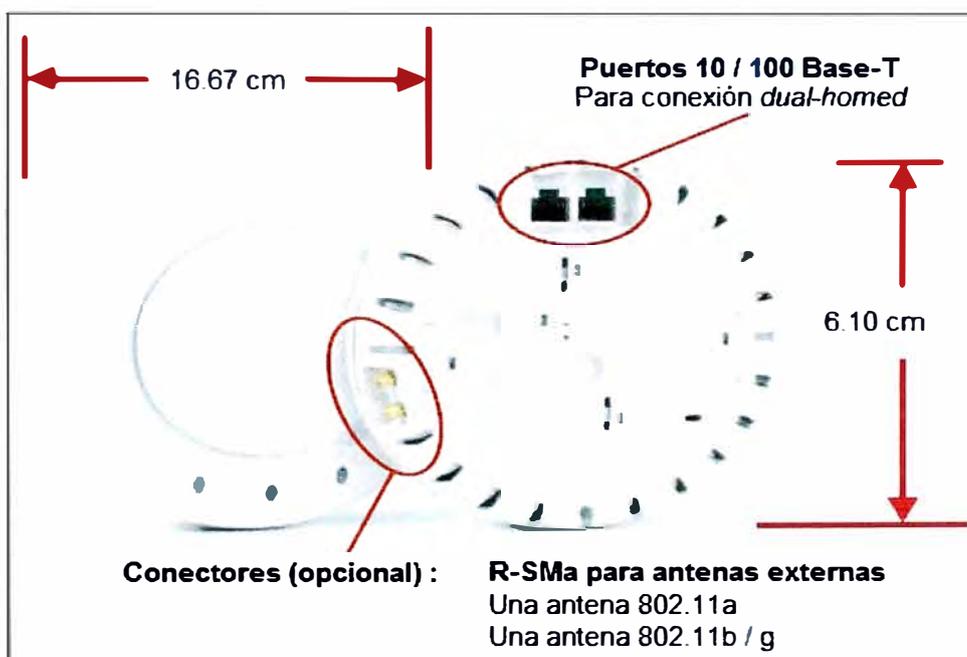
### 3.3.2 De l red inalámbrica

Para los equipos de la red inalámbrica únicamente se usaron 2 tipos, los controladores y los Access Points omnidireccionales.

#### Access Points WLAN 2332

Marca Avaya – Nortel (Figura 3.22). Sus características son:

- 2 puertos 10/100 UTP Dual Homing
- 2 puertos para antenas adicionales
- Soporta estándares 801.11a, 802.11b y 802.11g
- Ganancia máxima de 3.18 dBi en 802.11a entre 5.15 y 5.25 GHz
- Chipset interno para encriptación de hardware
- Soporta P-MP Wireless bridging



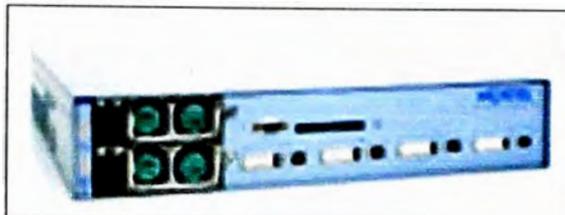
**Figura 3.22** Switches de la serie 2500 (Fuente: Data sheet)

#### Controladores WSS 2332 (Wireless Security Switch)

Marca Avaya – Nortel (Figura 3.23). Sus características son:

- 1 puerto Fast Ethernet para administración
- 2 puertos Gigabit Ethernet (SFP)
- Licencia de control de 32 Access points (capacidad de hasta 128 Access Points)
- Soporta el control de Access Points de otras marcas
- Posee configuración de fuente redundante
- Soporta configuración en Cluster para redundancia de hardware
- Soporta "Roaming" libre entre los diferentes Access Points

- Soporta encriptación WPA, AES y WEP
- Manejo automático del espectro de Radiofrecuencia
- Manejo de QoS para tráfico sensible al retardo
- Manejo de 32 diferentes WLANs



**Figura 3.23** Switches de la serie 2500 (Fuente: Data sheet)

### 3.3.3 De la red telefónica

Los equipos de telefonía son mucho mas generales de acuerdo a su configuración, por ello se mencionan algunas de sus propiedades en el equipamiento.

#### **Teléfono 1120**

Soporta 802.3af PoE, Clase 2, Ver Figura 3.24



**Figura 3.24** Teléfono 1120 (Fuente: Data sheet)

- Usa hasta 6.5 Watts
- Usa fuente de poder 90-260VAC, 50/60Hz de 48VDC y 520mA
- 2 puertos Ethernet 10/100/1000 Base T
- Display LCD de 240x80 pixels
- Soporta un modulo de expansión de teclas
- Soporta Codecs G711, G729 y G722, con cancelación de eco y supresión de silencio
- Soporta estándar de marcado 802.1q, DIFFSERV
- Soporta 802.1ab LLDP para la asignación de la Voice-VLAN

#### **Teléfono 1140**

Soporta 802.3af PoE, Clase 2. Ver Figura 3.25.

- Usa hasta 6.5 Watts
- Usa fuente de poder 90-260VAC, 50/60Hz de 48VDC y 520mA
- 2 puertos Ethernet 10/100/1000 Base T
- Display LCD de 240x160 pixels

- Soporta un modulo de expansión de teclas
- Soporta Codecs G711, G729 y G722, con cancelación de eco y supresión de silencio
- Soporta estándar de marcado 802.1q, DIFFSERV
- Soporta 802.1ab LLDP para la asignación de la Voice-VLAN
- Bluetooth 1.2 integrado para headset (10mts)



**Figura 3.25** Teléfono 1140 (Fuente: Data sheet)

### **Teléfono i2007**

Soporta 802.3af PoE, usa hasta 8.5 Watts. Figura 3.26.



**Figura 3.26** Teléfono i2007 (Fuente: Data sheet)

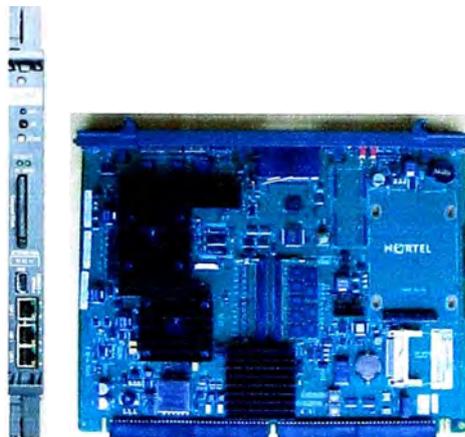
- Usa fuente de poder 90-260VAC, 50/60Hz de 48VDC y 520mA
- 2 puertos Ethernet 10/100 Base T
- Display LCD 5.7" Touch Screen 320x240 pixels
- Soporta un modulo de expansión de teclas
- Soporta Codecs G711, G729 y G722, con cancelación de eco y supresión de silencio
- Soporta estándar de marcado 802.1q, DIFFSERV
- Soporta 802.1ab LLDP para la asignación de la Voice-VLAN

### **CPPM**

De sus siglas Common Processor Pentium Mobile (Figura 3.27)

- Call Server : Intel Pentium M738, 2GB DDR RAM – 1 Compact Flash de 1GB
- Signaling Server : Intel Pentium M738, 2GB DDR RAM – 1 Disco duro de 40GB
- 3 puertos Ethernet – TLAN (Telefonia IP), ELAN (Señalización), HSP (redundancia)
- 1 puerto de Compact Flash externo

- 1 puerto ESB
- 3 puertos seriales DB25

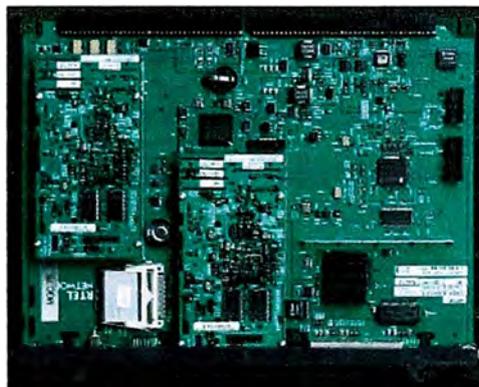


**Figura 3.27** CPPM (Fuente: Data sheet)

### **MGC Media Gateway Controller**

Se muestra en la Figura 3.28. Consta de:

- 2 Tarjetas hijas de DSP's (1 de 96DSP y 1 32DSP)
- 3 puertos seriales DB25
- 4 puertos Ethernet en hub interno (2 ELAN y 2 TLAN)
- 1 Compact Flash interna para el software



**Figura 3.28** MGC (Fuente: Data sheet)

### **Tarjeta Primario E1 2Mb**

Consta de:

- 2 tarjetas hijas para señalización (1 de DCH y 1 para controlar el Clock)
- 1 conexión tipo coaxial para el enlace
- 1 puerto para pruebas de medición en la parte frontal
- Soporta compresión en Ley-u y Ley-a

### **Tarjeta de Anexos Analógicos**

Consta de:

- 16 puertos para anexos en parte posterior de tarjeta, de 2 hilos en batería común

- Impedancia de 600 Ohm por puerto
- Timbrado de 20Hz
- Soporta voltajes de aviso para lámpara de anexo
- Soporta compresión en Ley-u y Ley-a
- Soporta teléfonos de dígitos o del tipo de marcado rotativo, pulsos o tonos
- Necesita -48V para trabajo normal

## CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

En el presente capítulo se tocan los temas involucrados al presupuesto y al cronograma del proyecto de ingeniería.

### 4.1 Costos

En las Tablas 4.1 y 4.2 se muestran los costos involucrados en la implementación separando los equipos por el tipo de red (telefonía y datos) a la que pertenecen para verificar cual es el costo de cada solución. Los costos están en soles e incluyen IGV.

**Tabla 4.1** Costos de la solución de Telefonía

Equipo	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Teléfonos analógicos Hoteleros	240	S/. 75.66	S/. 18,158.12
Teléfonos i2007	40	S/. 523.20	S/. 20,928.00
Teléfonos 1140	20	S/. 392.40	S/. 7,848.00
Teléfonos 1120	30	S/. 255.19	S/. 7,655.65
Tarjeta MGC + Gabinetes Principal y expansión	3	S/. 6,699.01	S/. 20,097.04
Tarjeta DSP 32 para MGC	3	S/. 1,423.41	S/. 4,270.24
Tarjeta DSP 96 para MGC	3	S/. 3,385.41	S/. 10,156.24
Tarjeta de Primario E1	1	S/. 2,394.15	S/. 2,394.15
Tarjeta DCH para Primario	1	S/. 819.42	S/. 819.42
Tarjeta Clock Controller para Primario	1	S/. 447.54	S/. 447.54
Tarjeta MICA	1	S/. 11,327.02	S/. 11,327.02
Tarjeta MIRAN	1	S/. 2,499.31	S/. 2,499.31
Tarjeta de Anexos analógicos	15	S/. 1,794.01	S/. 26,910.18
Tarjeta XCMC para display de analógicos	1	S/. 1,923.53	S/. 1,923.53
Tarjeta Anexos Digitales para HMS400	1	S/. 1,794.01	S/. 1,794.01
Servidor HMS400 c/n 2 tarjetas Digit	1	S/. 31,403.54	S/. 31,403.54
Licencias para anexos IP	100	S/. 183.38	S/. 18,337.65
Licencias para anexos Analógicos	250	S/. 215.44	S/. 53,858.82
Licencia H323 para CS1000E	20	S/. 109.00	S/. 2,180.00
Servicio de instalación Telefonía		S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
<b>Costo Total</b>			S/. 245,508.45

**Tabla 4.2** Costos de la solución de red de datos

Equipo	Estructura	Cantidad	Costo por unidad	Costo total
Access Points WAP2332	Inalámbrico	56	S/. 457.80	S/. 25,636.80
Controladores WSS2382	Inalámbrico	2	S/. 2,286.44	S/. 4,572.87
Paquete de licencia de 32 AP para WSS3282	Inalámbrico	2	S/. 3,007.12	S/. 6,014.24
Switch ERS2526T	Datos	6	S/. 455.24	S/. 2,731.41
Switch ERS2550T	Datos	6	S/. 782.24	S/. 4,693.41
Switch ERS2526T-PWR	Datos	4	S/. 1,305.44	S/. 5,221.74
Switch ERS2550T_PWR	Datos	4	S/. 1,959.44	S/. 7,837.74
Switch ERS5530-24TFD	Datos	3	S/. 6,646.44	S/. 19,939.31
Conector SFP 1Gb Fibra	Datos	28	S/. 296.22	S/. 8,294.26
Servicio de Instalación Datos			S/. 1,600.00	S/. 1,600.00
Servicio de instalación Inalámbrico			S/. 2,500.00	S/. 2,500.00
<b>Costo Total</b>				<b>S/. 89,041.78</b>

#### 4.2 Cronograma

Para el planeamiento de la implementación se debe tomar en cuenta la llegada de los equipos, en este caso la "Logística", que para los teléfonos y las antenas toma entre 15 y 20 días normalmente, pero en el caso de los equipos principales de la solución demoran entre 45 y 60 días. Para este caso, por no ser el proveedor local, se tomará en cuenta los 45 días de llegada de equipos y 3 días para los trámites correspondientes, a partir de ello se realiza la planificación del planeamiento, según se muestra

- Importación equipos CS1000E 45 días
- Traslado de Equipos CS1000E 2 días
- Entrega de Equipos CS1000E 1 día

La programación del CS1000E / Opción Hotelera (2da Etapa), tomó 5 días

- Programación de las Aplicaciones del HMS 1 día
- Integración con el aplicativo Opera 1 día
- Instalación de los teléfonos analógicos 4 días
- Pruebas de funcionalidad 1 día

Dado que la solución de telefonía IP depende de la implementación de los equipos de datos se esperará hasta la finalización de la configuración de los switches para la implementación de los teléfonos, pero la configuración puede empezar de manera casi paralela.

El diagrama de Gantt de la Figura 4.1 muestra la síntesis de trabajos.

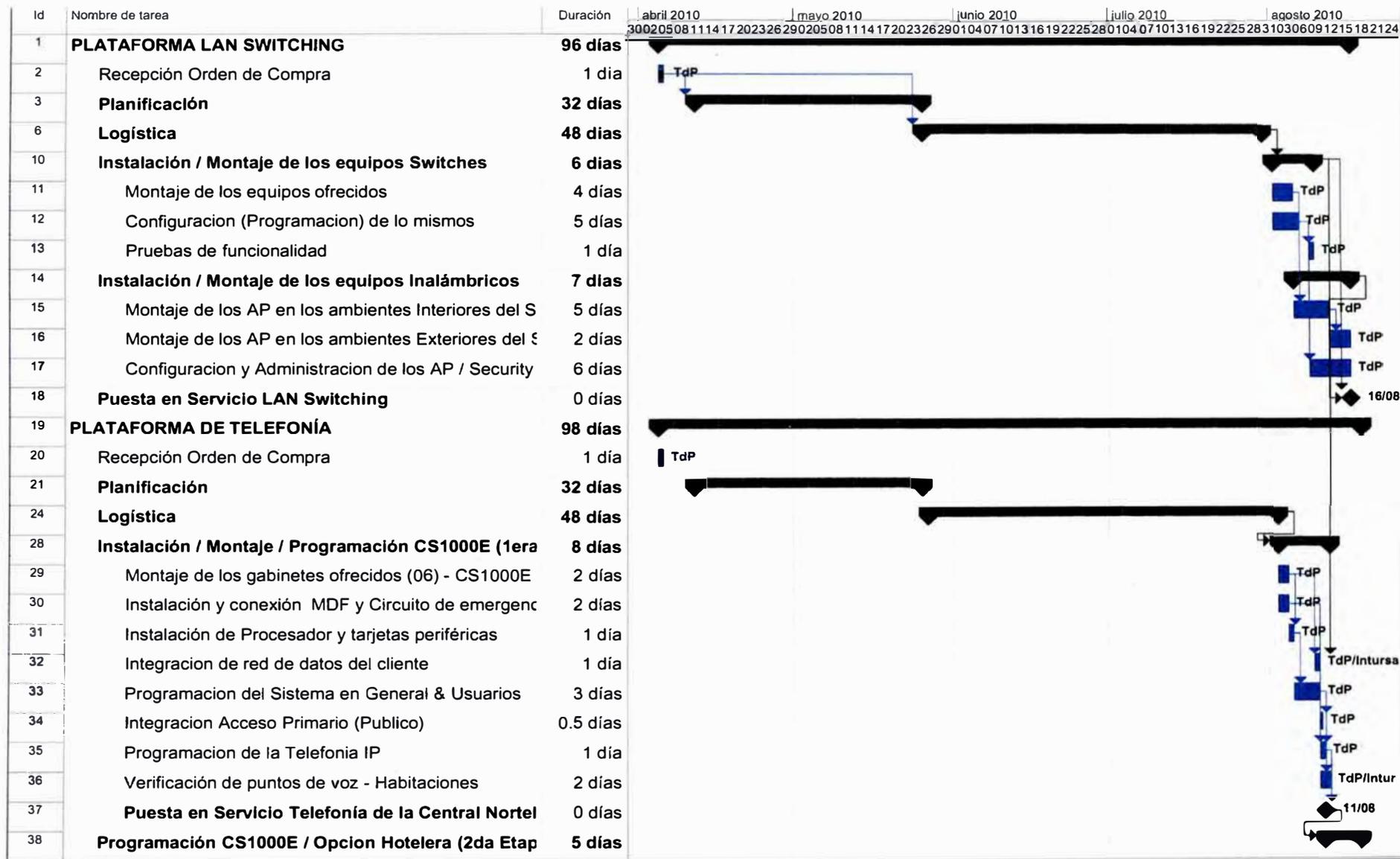


Figura 4.1 Diagrama de Gantt

## **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **Conclusiones**

1. Los trabajos de actualización de las redes de datos y de telefonía para una empresa hotelera añadiéndole servicios de red inalámbrica fue satisfactoria. Los trabajos involucraron la reestructuración de la topología de las redes de datos y la renovación de los equipos de comunicaciones. También se desplegaron puntos de acceso inalámbrico para servicios administrativos y de Internet, se implementó una nueva central telefónica para los servicios de voz tradicionales e IP, y finalmente se interconectaron las sedes a través de un proveedor WAN.
2. La empresa corporativa hotelera ha visto incrementada la performance de sus trabajos así como la satisfacción del cliente. El personal de postventa de esta solución permaneció en contacto con el cliente a fin de verificar que sus requerimientos hayan sido cumplidos y que las aplicaciones que se ejecutan sobre la nueva infraestructura no presenten problemas por falta de capacidad.
3. Las comunicaciones telefónicas intersede han visto mejoradas sus comunicaciones al permitir a los clientes comunicarse con una sede remota a través de una sede local

### **Recomendaciones**

1. Se debe tomar en cuenta que, para los software de administración de los equipos, es necesario una única PC o servidor en el mejor de los casos, para ello la red está lista para realizar el enrutamiento a través de los equipos, en el caso de Nortel existe una herramienta de administración Nortel Enterprise Network Management System (Nortel ENMS) actualmente en la versión 5.0, que es usado para la administración centralizada de los diferentes equipos Nortel y realiza avisos de alertas ante ciertas amenazas, en el caso de la implementación Wireless que usualmente es la que presenta este tipo de ataques en una infraestructura libre como es la tecnología. También esto ayuda para un entendimiento completo en descubrimiento de la red y sus componentes, a continuación mostramos el diagrama de bloques del software y sus alcances.
2. Se recomienda realizar mantenimiento preventivo de manera semestral, realizando mediciones básicas de energía y tierra, esto incluye las baterías y el sistema UPS que el cliente pueda estar usando en el Data Center, así como la operatividad de los equipos y

sus servicios asociados. Es recomendable realizar un mantenimiento integral de manera anual, realizando la revisión de los equipos durante un apagado total del sistema. Los Access Points deben ser revisados de manera semestral para evitar problemas por degradación física de los equipos pues estos están más expuestos a condiciones ambientales adversas.

3. En el caso que los huéspedes requieran en un futuro tener conexión inalámbrica fuera de las instalaciones del hotel sería necesario colocar un par de antenas en estas áreas: una antena omnidireccional y una antena direccional. El problema con estos ambientes es que las condiciones ambientales de la zona son un poco extremos, para lo que sería necesario realizar un mantenimiento preventivo cada 3 meses en estos casos.

4. Se recomienda el pedido de configuración de Calidad de Servicio en la conexión propietaria con el proveedor para los paquetes de voz, esto ante un posible aumento de intercambio de información entre sedes.

5. La central telefónica CS1000E, la tarjeta MGC en particular, soporta la configuración de Dual Homing para los puertos Ethernet, esto ofrece una conexión extra de redundancia hacia otro Switch, esto es importante pues en el caso que el Switch presente problemas la central telefónica podría perder comunicación con la tarjeta procesadora CPPM y quedar sin funcionamiento, esta conexión Dual Homing no realiza la distribución de tráfico, queriendo decir que la segunda conexión queda deshabilitada hasta que la conexión activa pierda actividad.

6. La infraestructura de telefonía IP actualmente soporta aplicaciones de hotelería en los teléfonos IP de las habitaciones, refiriéndonos a un aplicativo en especial el cual ofrece información a través de la pantalla táctil del teléfono, esta información puede variar desde acceso a Internet básico, hasta menú de la carta del restaurante y promociones especiales del hotel.

7. Actualmente se pueden realizar diversas configuraciones en red corporativas para el flujo de las llamadas, desde operadoras unificadas de las sedes, hasta un ahorro sustancial en el costo de las llamadas entre sedes, intercambiando costos de llamadas nacionales por costos de llamadas locales.

**ANEXO A**  
**GLOSARIO DE TÉRMINOS**

AP	Punto de acceso inalámbrico
BER	Bit Error Rate
BCM	Business Communication Manager
CAS	Channel Associated Signaling
CCS	Common Channel Signaling
CPPM-CS	Call Processor Pentium Mobile Call Server
CPPM-SS	Call Processor Pentium Mobile Signaling Server.
DIFFSERV	Diferencia de Servicios
DMLT	Distributed Multi Link Trunking
DMZ	Área desmilitarizada de Internet
ELAN	Embedded LAN
ERS	Ethernet Routing Switch
HMS	Hospitality Messaging Server
IETF	Internet Engineering Task Force
LAN	Red de datos local
MC	Main Closet
MICA	Meridian Integrated Call Assistance
MGC	Media Gateway Controllers
MIRAN	Meridian integrated Record Announcement
NRS	Network Routing Server
PMS	Property Management System
PoE	Power over Ethernet
QoS	Calidad de Servicio
SAN	Red de Servidores
SMLT	Split MultiLink Protocol
SPF	Small Form-factor Pluggable
SSID	Service Set Identifier
TLAN	Telephony LAN
TOS	Tipo de servicio
VAD	Detector de actividad de voz
WEP	Wired Equivalent Protocol
WPA	Wi-fi Protected Access
WSS	Wireless Security Switch

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Software de gestión Hotelera Win Hotel Solution, [http://www.winhotel.es/pms\\_hotel](http://www.winhotel.es/pms_hotel)
- [2] Wireless Security Hadnbook . Merritt Maxim, David Pollino – Google Books
- [3] Converging the Data Network with VoIP Fundamentals, Avaya Communication Server 1000. <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100119608>
- [4] IP Peer Networking Installation and Commissioning, Avaya Communication Server 1000. <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100119837>
- [5] Switch Clustering (SMLT/SLT/RSMLT/MSMLT) Supported Topologies and Interoperability with ERS 8600 / 5000 / 8300 / 1600. <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100102357>
- [6] Configuration — VLANs, Spanning Tree, and Multi-Link Trunking, Avaya Ethernet routing Switch 2500 Series. <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100120357>
- [7] Nortel WLAN 2300 Series Design and Implementation Guide, <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100098898>
- [8] Installation — SFPs, Avaya Ethernet Routing Switch 2500 Series. <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100120346>
- [9] Communication Server 1000 Collection Data, [http://support.avaya.com/css/Products/P0714/All\\_Documents](http://support.avaya.com/css/Products/P0714/All_Documents)
- [10] Integrated Call Assistance Fundamentals, Nortel Communication Server 1000. <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100099631>
- [11] Integrated Record Announcer Fundamentals, Nortel Communication Server 1000. <http://support.avaya.com/css/P8/documents/100122332>
- [12] Hospitality Messaging Server 400, Installation and Configuration Guide, <http://www.hcwt.com/nortel/nortel-hotel-phone-solution-technical.pdf>