

UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSE DE CALDAS

DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA EL AEROPUERTO “EL CARAÑO” DE QUIBDÓ

Johan Sebastian Romero Melo
CODIGO: 20111005041

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad De Ingeniería, Proyecto Curricular De Ingeniería Electrónica
Bogotá D.C., Colombia
2017

DISEÑO DE UNA RED DE COMUNICACIONES UNIFICADAS PARA EL AEROPUERTO “EL CARAÑO” DE QUIBDÓ

Johan Sebastian Romero Melo
CODIGO: 20111005041

Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de
Ingeniero Electrónico

En la modalidad de
Pasantía

Director Interno:
Ing. José Roberto Cárdenas Castiblanco

Director Externo:
Ing. Oscar Julián Gómez Mora

Empresa:
ITS InfoCom

Universidad Distrital Francisco José de Caldas
Facultad De Ingeniería, Proyecto Curricular De Ingeniería Electrónica
Bogotá, Colombia
2017

CONTENIDO

Página

INDICE DE FIGURAS 5
INDICE DE TABLAS 8
LISTADO DE ACRÓNIMOS 9
1. INTRODUCCIÓN 11
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 12
3. OBJETIVOS 13
3.1. Objetivo General 13
3.2. Objetivos Específicos 13
4. JUSTIFICACIÓN 14
5. MARCO TEÓRICO 15
5.1. Red 15
5.2. Modelos de Red 15
5.2.1. OSI 15
5.2.2. TCP/IP 16
5.3. Redes Convergentes 17
5.4. Next Generation Networking 17
5.5. Redes Confiables 17
5.5.1. Tolerancia a fallas 18
5.5.2. Escalabilidad 18
5.5.3. Calidad del Servicio - QoS 18
5.5.4. Seguridad 18
5.6. Redes Virtuales 18
5.6.1. VLAN 18
5.6.2. VPN 19
5.7. Tipos de Red 19
5.7.1. LAN 19
5.7.2. WAN 19
5.7.3. MAN 19
5.7.4. SAN 19
5.8. Arquitecturas de Red 20
5.8.1. Cliente-Servidor 20
5.8.2. Peer-to-Peer 20
5.9. Topología de Red 20
5.9.1. Topología Bus 21
5.9.2. Topología Estrella 21
5.9.3. Topología Anillo 21
5.9.4. Topología Malla 21
5.10. Componentes de Red 21
5.10.1. Dispositivos Finales 21
5.10.2. Dispositivos Intermediarios 21
5.11. Medios de transmisión 23
5.11.1. Cobre 24
5.11.2. Fibra Óptica 24
5.11.3. Medios Inalámbricos 25
5.12. Estándar IEEE 802.1Q 25
5.13. Troncal SIP 26

5.14. Comunicaciones Unificadas 26
5.15. Servidor Blade 27
6. DESARROLLO DEL PROYECTO 29
6.1. Equipos de red 31
6.1.1. Cisco Catalyst 3850 Series 31
6.1.2. Cisco 2500 Series Wireless Controller 32
6.1.3. Cisco Aironet 2800 Series 32
6.1.4. Cisco Business Edition 6000 33
6.1.5. Cisco Voice Gateway VG310 34
6.1.6. Teléfono IP Cisco UC 7861 35
6.1.7. Teléfono Cisco IP Phone 8841 36
6.1.8. Teléfono Cisco UC Phone 7811 37
6.1.9. Teléfono Cisco Wireless IP Phone 8821 37
6.2. Topología Física 38
6.3. Ubicación: Biblioteca 53
6.3.1. Diseño de la red LAN 53
6.3.2. Diseño de la red WLAN 62
6.3.3. Diseño de la red de Telefonía IP 64
6.4. Ubicación: Hotel 65
6.4.1. Diseño de la red LAN 67
6.4.2. Diseño de la red WLAN 75
6.4.3. Diseño de la red de Telefonía IP 78
6.5. Ubicación: Centro de Servicios 80
6.5.1. Diseño de la red LAN 82
6.5.2. Diseño de la red WLAN 89
6.5.3. Diseño de la red de Telefonía IP 92
6.6. Configuraciones Generales 93
6.6.1. Habilitación de protocolos Capa 2 93
6.6.2. Seguridad 96
6.6.3. Switch Core 99
6.6.4. Redes Inalámbricas 100
6.6.5. Telefonía 106
6.7. Listado de equipos 108
6.7.1. Listado de Equipos Biblioteca 108
6.7.2. Listado de Equipos Hotel 109
6.7.3. Listado de Equipos Centro de Servicios 111
6.7.4. Costo total de los Equipos 112
7. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA PASANTÍA 113
7.1. Cumplimiento del Objetivo General 113
7.2. Cumplimiento de los Objetivos Específicos 113
8. CONCLUSIONES 114
9. REFERENCIAS 115

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Troncal SIP 26
Figura 2 – Comunicaciones unificadas 27
Figura 3 - Servidor Blade 27
Figura 4 - Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó. Piso 1 30
Figura 5 - Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó. Piso 2 30
Figura 6 - Switch Cisco Catalyst 3850 31
Figura 7 - Switch en stack (izq.) y módulos de stack (der.) 31
Figura 8 - Wireless Controller 2504 32
Figura 9 - Access Point Aironet 2800. Ant. Ext. (Izq.) y Ant. Int. (Der) 33
Figura 10 - Cisco Business Edition 6000S 34
Figura 11 - Servicios de Cisco UCS (Cisco, s.f.) 34
Figura 12 - Cisco VG310 35
Figura 13 - Patch Panel 35
Figura 14 - Teléfono IP Cisco UC 7861 36
Figura 15 - Cisco IP Phone 8841 36
Figura 16 – Cisco UC Phone 7811 37
Figura 17 - Cisco Wireless IP Phone 8821 37
Figura 18 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 1 38
Figura 19 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 2 39
Figura 20 - Distribución espacial Biblioteca. Piso 1 (Izq.) y Piso 2 (Der.) 39
Figura 21 - Distribución espacial Hotel. Piso 1 40
Figura 22 - Distribución espacial Hotel. Piso 2 40
Figura 23 - Distribución espacial Hotel. Piso 3 41
Figura 24 - Distribución espacial Hotel. Piso 4 41
Figura 25 - Distribución espacial Hotel. Piso 5 41
Figura 26 - Distribución de Centros de Cableado. Centro de Servicios Piso 1 42
Figura 27 - Distribución de Centros de Cableado. Centro de Servicios Piso 2 43
Figura 28 - Distribución de Centros de Cableado. Biblioteca 43
Figura 29 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 1 44
Figura 30 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 2 44
Figura 31 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 3 45
Figura 32 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 4 45
Figura 33 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 5 45
Figura 34 - Topología física de la red 45
Figura 35 - Distribución de cableado troncal 46
Figura 36 - Distribución de cableado troncal y buitrones 47
Figura 37 - Distribución de cableado troncal Centro de Servicios 47
Figura 38 - Distribución de cableado troncal Biblioteca 48
Figura 39 - Distribución de cableado troncal Hotel 48
Figura 40 – Bandeja tipo canasta sobre techo falso 49
Figura 41 – Canaletas 49
Figura 42 - Rack de 19 pulgadas 51
Figura 43 - Patch Panel Angulado 51

Figura 44 – Faceplate 52
Figura 45 - UPS 160kVA 52
Figura 46 - Distribución espacial Biblioteca. Piso 1 (Izquierda) y Piso 2 (Derecha) 53
Figura 47 – Biblioteca (Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, s.f.) 54
Figura 48 - Biblioteca (Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, s.f.) 55
Figura 49 – Topología básica Biblioteca 56
Figura 50 - Configuración VLANs. Biblioteca 57
Figura 51 - Configuración Puertos Oficinas y Recepción 59
Figura 52 - Configuración de puertos para equipos de seguridad 60
Figura 53 - Configuración de puertos para equipos especiales 60
Figura 54 – Configuración de puertos hacia el router 61
Figura 55 - Configuración de puertos libres 61
Figura 56 - Configuración Ether-Channel. Biblioteca 61
Figura 57 - Ekahau Site Survey 62
Figura 58 - Mapa de Calor Biblioteca. Piso 1 63
Figura 59 - Mapa de Calor Biblioteca. Piso 2 63
Figura 60 - Topología básica Telefonía. Biblioteca 64
Figura 61 - Distribución espacial Hotel. Piso 1 66
Figura 62 - Distribución espacial Hotel. Piso 2 66
Figura 63 - Distribución espacial Hotel. Piso 3 67
Figura 64 - Distribución espacial Hotel. Piso 4 67
Figura 65 - Distribución espacial Hotel. Piso 5 67
Figura 66 – Hotel (Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, s.f.) 68
Figura 67 – Topología general Hotel 69
Figura 68 - Configuración VLANs. Hotel 70
Figura 69 – Conf. Puertos Habitaciones 73
Figura 70- Puertos equipos de seguridad 73
Figura 71 – Puertos equipos especiales 74
Figura 72 – Puerto hacia el router 74
Figura 73 – Puertos libres 74
Figura 74 - Configuración Ether-Channel. Hotel 75
Figura 75 - Mapa de calor. Hotel Piso 1 (Lobby) 76
Figura 76 - Mapa de calor. Hotel Piso 2 76
Figura 77 - Mapa de calor. Hotel Piso 3 77
Figura 78 - Mapa de calor. Hotel Piso 4 77
Figura 79 - Mapa de calor. Hotel Piso 5 77
Figura 80 - Topología básica Telefonía. Hotel 78
Figura 81 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 1 81
Figura 82 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 2 81
Figura 83 - Centro de Servicios (Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, s.f.) 82
Figura 84 - Centro de Servicios (Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, s.f.) 83
Figura 85 - Topología general Centro de Servicios 84
Figura 86 - Configuración VLANs. Biblioteca 85
Figura 87 – Puertos para usuarios 87
Figura 88 – Puertos para equipos de seguridad 87
Figura 89 – Puertos para equipos especiales 88
Figura 90 – Puertos hacia el router 88

Figura 91 – Puertos libres 88
Figura 92 - Configuración Ether-Channel. Biblioteca 89
Figura 93 - Mapa de Calor Centro de Servicios. Piso 1 90
Figura 94 - Mapa de Calor Centro de Servicios. Piso 2 90
Figura 95 - Mapa de Calor Centro de Servicios. Área CECOA 91
Figura 96 - Topología básica Telefonía. Centro de Servicios 92
Figura 97 - Configuraciones de Seguridad. Biblioteca 94
Figura 98 - Configuración CDP. Biblioteca 94
Figura 99 - Configuración LLDP. Biblioteca 95
Figura 100 - Configuración QoS. Biblioteca 95
Figura 101 - Configuración VLAN de Telefonía. Biblioteca 96
Figura 102 - Configuración Storm-Control. Biblioteca 96
Figura 103 - Configuración Port-Security. Biblioteca 97
Figura 104 - Configuración VLAN de Parqueo. Biblioteca 97
Figura 105 - Configuración de acceso por consola y consola Web 98
Figura 106 - Configuración de acceso remoto por SSH 98
Figura 107 - Configuración Pool DHCP Biblioteca 99
Figura 108 - Exclusión de direcciones del pool 99
Figura 109 - Configuración de rutas estáticas hacia el Router 100
Figura 110 - Configuración del Default Gateway 100
Figura 111 - Configuración de Redes Inalámbricas 101
Figura 112 - Configuración de SSID 102
Figura 113 - Configuración de Seguridad de las redes inalámbricas 102
Figura 114 - Parámetros de Radiofrecuencia 103
Figura 115 - Configuración de Data Rate 103
Figura 116 - Configuración de band select 104
Figura 117 - Ejemplo de configuración Access Points 105
Figura 118 - Gestión del AP desde la Controladora 105
Figura 119 - Configuración del AP desde la Controladora 105
Figura 120 – Interfaz Gráfica de la WLC 106
Figura 121 - Cisco Unified Call Manager 108

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 - Definición de VLANs. Biblioteca 57
Tabla 2 - Direccionamiento Biblioteca 58
Tabla 3 - Distribución de puertos. Switch Biblioteca 59
Tabla 4 - Resumen de APs por piso. Biblioteca 64
Tabla 5 - Asignación de Extensiones Biblioteca 65
Tabla 6 - Definición de VLANs. Hotel 70
Tabla 7 - Direccionamiento Hotel 71
Tabla 8 - Distribución de puertos Switch No PoE. Hotel 72
Tabla 9 - Distribución de puertos Switch PoE. Hotel 72
Tabla 10 - Resumen de APs por piso. Hotel 78
Tabla 11 - Asignación de Extensiones Hotel 80
Tabla 12 - Definición de VLANs. Centro de Servicios 84
Tabla 13 - Direccionamiento Centro de Servicios 85
Tabla 14 - Distribución de puertos. Switch Centro de Servicios 86
Tabla 15 - Resumen de APs por piso. Centro de Servicios 91
Tabla 16 - Asignación de Extensiones Centro de Servicios 93
Tabla 17 - Redes Inalámbricas 101
Tabla 18 - Patrones de marcación 107
Tabla 19 - Listado de Equipos. Biblioteca 109
Tabla 20 - Listado de Equipos. Hotel 110
Tabla 21 - Listado de Equipos. Centro de Servicios 112
Tabla 22 - Costo total de los equipos 112

LISTADO DE ACRÓNIMOS

- **AAA** Authentication, Authorization and Accounting
- **AES** Advanced Encryption Standard
- **ANI** Automatic Number Identification
- **BPDU** Bridge Protocol Data Unit
- **BW** Bandwidth – Ancho de Banda
- **CAPWAP** Control and Provisioning of Wireless Access Points
- **CDP** Cisco Discovery Protocol
- **CDR** Call Detail Record
- **CODEC** Codificador / Decodificador
- **Cos/QoS** Class of Service/Quality of Service
- **CUCM** Cisco Unified Communications Manager
- **DHCP** Dynamic Host Configuration Protocol
- **Dial-peer** Patrón de marcación
- **DID** Direct Inward Dialing
- **DNIS** Dial Number ID Service - Servicio de identificación de número marcado
- **DTMF** Double Tone Multifrequency - Multifrecuencia de doble tono
- **Endpoint** Terminal o Gateway SIP o H.323.
- **FXO** Foreign Exchange Office
- **FXS** Foreign Exchange Station
- **Gateway** Puerta de enlace - Convertidor de protocolo
- **H.323** Estándar de ITU de voz y vídeo
- **HCC** Horizontal Cross Connect
- **IDF** Intermediate Distribution Facility
- **IP** Internet Protocol
- **IP Telephony** Telefonía sobre Protocolo de Internet
- **Jitter** Variación de latencia
- **LLDP** Link Layer Discovery Protocol
- **MDF** Main Distribution Facility
- **MGCP** Media Gateway Control Protocol
- **MPLS** Multi-Protocol Label Switching
- **NAT** Network Address Translation
- **PoE** Power over Ethernet
- **POTS** Plain Old Telephone Service
- **PRI** Primary Rate Interface
- **PSK** Pre-shared Key
- **PSTN** Public Switched Telephone Network - Red Telefónica Púbica Conmutada
- **QoS** Calidad de servicio
- **RADIUS** Remote Authentication Dial-In User Service
- **RSSI** Received Signal Strength Indication

- **RSTP** Rapid Spanning-Tree Protocol
- **RTP** Real Time Protocol - Protocolo de Tiempo Real
- **SBC** Session Border Controller
- **SIP** Session Initiation Protocol - Protocolo de inicio de sesión
- **SSH** Secure Shell
- **SSID** Service Set Identifier
- **STP** Spanning-Tree Protocol
- **TACACS** Terminal Access Controller Access Control System
- **Trunk** Troncal, canal de comunicación entre dos puntos.
- **VLAN** Virtual LAN
- **VoIP** Voz sobre IP.
- **WAN** Wide Area Network
- **WiFi** Wireless Fidelity
- **WIPS** Wireless Intrusion Prevention System
- **WLAN** Wireless Local Area Network
- **WLC** Wireless LAN Controller
- **WPA2** WiFi Protected Access

1. INTRODUCCIÓN

El departamento del Chocó está tomando fuerza en el campo de la inversión, el turismo y el comercio, por lo que cada día se detecta un aumento en la densidad de personas que se movilizan desde y hacia este lugar, teniendo como puerta principal al Aeropuerto *"El Caraño"* de la ciudad de Quibdó.

"El Caraño" es uno de los seis aeropuertos del país, junto a los aeropuertos "*Olaya Herrera"* de Medellín, "*José María Córdoba"* de Ríonegro, "*Los Garzones"* de Montería, "*Antonio Roldán Betancur"* de Carepa y "*Las Brujas"* de Corozal, cuya administración y gestión de servicios se encuentra a cargo del operador aéreo privado *Airplan* desde el año 2008. Los objetivos que se plantea la empresa Airplan son la administración, operación, explotación comercial, adecuación, modernización y mantenimiento de dichas terminales aéreas. (Operadora de Aeropuertos Centro-Norte Airplan, s.f.)

En el año 2008 la cantidad de pasajeros acogida por el aeropuerto *"El Caraño"* fue de 125.000, mientras que para el año 2014 esta cifra aumentó a 360.000. Con el fin de tener un Aeropuerto más sofisticado para la creciente tendencia de movilidad en el territorio, se está ejecutando un plan de mejora para esta Terminal Aérea, dentro del cual se contempla la ampliación en 400m de la pista (pasará de tener 1.400m a 1.800m), avance que permitirá la llegada de aeronaves Tipo C de hasta 150 pasajeros, permitiendo una mayor llegada y salida de personas a esta zona, además de la disminución en el costo de los tiquetes aéreos. Adicionalmente, se realizará la construcción de una nueva Terminal de pasajeros conectada con la antigua; esta nueva Terminal estará orientada a la optimización de los espacios y prestación de mejores servicios, en la cual se incluyen espacios comerciales y sociales, abarcando oficinas, un hotel con 50 habitaciones, un auditorio para eventos, una biblioteca y una zona de comidas. (Agencia Nacional de Infraestructura - ANI, 2014) (Sierra, 2014)

Del crecimiento físico que se evidencia en esta organización nace la necesidad de contar con una infraestructura de comunicación segura y confiable, para que tanto el personal administrativo como los clientes que hacen uso de estas instalaciones puedan estar siempre conectados.

Por esta razón, en esta propuesta de pasantía se tiene como fin realizar el diseño de una red convergente, confiable, disponible, escalable y segura que albergue al sector corporativo y al sector de servicios del Aeropuerto *"El Caraño"* de la ciudad de Quibdó, en la que se integren los servicios de comunicaciones unificadas requeridos para la nueva terminal, como lo son las tecnologías de voz y de datos.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, lugar desde el cual se operan vuelos nacionales hacia Bogotá, Medellín, Pereira y la zona del Pacífico, está finalizando su proceso de expansión de la infraestructura física, con el fin de permitir el transporte a una cantidad de pasajeros que va en aumento día a día. Dentro del mencionado proyecto se tiene la construcción de un Centro de Servicios Aeroportuarios de más de 20.000 m^2 que contará con espacios para la integración de la ciudadanía, dentro de los cuales se encuentra un Hotel de 3.707 m^2, una Biblioteca de 1.192 m^2 y una zona comercial, que contempla salas de cine, plazoleta de comidas, zona de juegos infantiles, parqueadero y locales comerciales. (Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, s.f.)

Dado que tanto los consumidores como los trabajadores del Centro de Servicios Aeroportuarios necesitan conectividad durante su permanencia en el mismo para llevar a cabo tareas, responsabilidades y actividades (ya sean cotidianas, de entretenimiento, entre otros.), es indispensable contar con una distribución de red amplía, segura, confiable, escalable y convergente en las nuevas edificaciones del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, que facilite implementar servicios de comunicaciones unificadas. Estas actualizaciones se ejecutan con el objetivo de poder brindarles a los usuarios un mejor servicio, con calidad y comodidad, a la vez que se solventan las distintas necesidades de comunicación local y global, gestión de la información y acceso permanente a la red mundial.

La nueva terminal del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó aún no cuenta con una infraestructura de comunicaciones avanzada que les ofrezca a los clientes movilidad y conectividad. De ahí nacen los siguientes interrogantes: ¿Qué solución de comunicaciones debería tenerse en cuenta para satisfacer las necesidades mencionadas anteriormente? Debido a que los servicios de red deben ser compartidos a nivel corporativo y de clientes ¿qué recomendaciones de arquitectura, topología, configuración, seguridad y privacidad pueden sugerirse para obtener el máximo rendimiento en una futura implementación de red de área local? Por esta razón, se ha propuesto a la empresa Airplan, el diseño de las plataformas LAN, WLAN y Comunicaciones Unificadas para las nuevas construcciones que formarán parte del Centro de Servicios Aeroportuarios del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

- Realizar el diseño lógico y físico de una arquitectura de red convergente que permita la integración de los servicios (LAN, WLAN y de Telefonía analógica y digital) que operarán en las nuevas instalaciones del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un reconocimiento visual de las zonas de la infraestructura física con el fin de identificar la mejor ubicación para los dispositivos intermediarios, discriminando las zonas donde se requieren puntos red, cobertura inalámbrica o puntos de telefonía.
- Determinar las limitaciones físicas que se presentarán en el diseño de los tres frentes de red.
- Diagnosticar la cantidad de dispositivos requeridos para garantizar el acceso de todos los usuarios a la red.
- Definir la topología de la red que se debe implementar en cada una de las sedes (Hotel, Biblioteca y Zona comercial).

4. JUSTIFICACIÓN

La importancia que tiene el desarrollo de este proyecto para el Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó, es dar solución al problema de la falta de conectividad, la cual limita los servicios de la nueva Terminal; con esta solución, se busca hacer posible la conexión entre las dependencias del mismo, optimizando la operatividad, y atrayendo a más usuarios. Por esta razón, se ofrece el diseño de una solución de comunicaciones unificadas, que integre servicios de telefonía IP (ToIP), voice mail, control de llamadas, video y datos, dado que los costos a largo plazo representan un ahorro significativo para la empresa, debido a sus grandes prestaciones y características, tales como colaboración en tiempo real, integración en aplicaciones de negocio, flexibilidad, simplicidad en la gestión administrativa, entre otras.

El desarrollo de este proyecto sirve de guía a futuros estudiantes de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas que deseen aprender y consultar sobre la aplicabilidad y el diseño de redes convergentes, y las soluciones para el buen funcionamiento de una infraestructura de comunicaciones, aplicadas a un escenario actual.

Para el estudiante, el desarrollo de este proyecto ofrece la oportunidad de poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso de formación superior, aplicándolos a la elaboración de un análisis, diagnóstico y diseño que dé solución a una situación actual de una organización.

5. MARCO TEÓRICO

5.1. Red

Una red es un conjunto de dispositivos finales y dispositivos intermediarios conectados entre sí a través de un medio físico para intercambiar información y compartir recursos. Puede clasificarse según su tamaño, alcance, relación funcional.

Al establecer un proceso de comunicación, los dispositivos que hacen parte de la red deben asumir los roles de emisor y receptor, siguiendo unas normas, denominadas protocolos, para la correcta interacción de ambos extremos de la red. (Red USERS, s.f.) (Definición de Red, 2008)

5.2. Modelos de Red

Los modelos de red fueron creados con el fin de establecer una norma a nivel internacional para estandarizar la forma en la que se estaban formando las redes que hoy componen Internet, esto con el fin de hacer que la competencia entre los distintos desarrolladores de dispositivos de red fuera justa. Gracias a la implementación de estos modelos de red, es posible que los dispositivos de red construidos por las muchas empresas del sector puedan operar entre sí, en lugar de limitarse a operar con otros dispositivos de la misma marca. Los dos modelos de red más populares son OSI y TCP/IP. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.2.1. OSI

El modelo OSI (Open System Interconnection) es un modelo de red creado por el instituto ISO (International Organization for Standardization). Este modelo consta de 7 capas:

5.2.1.1. Capa de Aplicación (L7)

La capa de aplicación provee una interfaz entre el usuario y la red, y gracias a esta, el usuario es capaz de entender los datos y la información que se transmite a través de la red. Ejemplos de los datos a nivel de la capa de aplicación son las páginas web, los correos electrónicos, etc. (TCP/IP, s.f.)

5.2.1.2. Capa de Presentación (L6)

La capa de presentación define el formato de los datos que recibe desde la capa de aplicación, es decir, se encarga de su representación, compresión y cifrado. (TCP/IP, s.f.)

5.2.1.3. Capa de Sesión (L5)

La capa de sesión define el inicio y la finalización de las comunicaciones entre los terminales. (TCP/IP, s.f.)

5.2.1.4. Capa de Transporte (L4)

La capa de transporte es la que se encarga de establecer la comunicación desde un extremo de la red hasta el otro. Además, se encarga de la segmentación de la información, convirtiendo los datos en pequeños fragmentos llamados precisamente *Segmentos.* La capa de transporte es capaz además de corregir los errores que puedan aparecer durante la transmisión. (TCP/IP, s.f.)

5.2.1.5. Capa de Red (L3)

La capa de red se encarga del direccionamiento a nivel lógico (direcciones de una red global). Gracias a esta capa, la información es capaz de determinar la ruta que debe seguir a través de la red mundial para llegar de un host a otro. La capa de red toma los segmentos producidos por la capa de transporte, les agrega la información de direccionamiento y encapsula esto en nuevas unidades de datos denominadas *Paquetes.* El dispositivo principal de la capa de red es el *router.* (TCP/IP, s.f.)

5.2.1.6. Capa de Enlace de Datos (L2)

La capa de enlace de datos es la que permite que la información proporcionada por las capas superiores pueda ser transformada para acceder a los medios y así, ser transmitida a través de los medios, para llegar a su destino. La capa de enlace toma los paquetes producidos por la capa de red, les agrega información de direccionamiento físico (direcciones de la red local) y encapsula estos datos en nuevas unidades denominadas *Tramas.* (Cisco Networking Academy, 2016)

5.2.1.7. Capa Física (L1)

La capa de transporte ofrece los medios físicos por los que se transmitirá la información. Estos medios pueden ser cables de cobre, fibra óptica o el aire. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.2.2. TCP/IP

El modelo TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) es un modelo de red creado por el Grupo de Trabajo de Ingeniería de Internet (IETF – Internet Engineering Task Force). Este modelo está ligeramente influenciado por el modelo OSI, mas no son completamente iguales. El modelo TCP/IP está conformado por 4 capas:

5.2.2.1. Capa de Aplicación

En el modelo TCP/IP, la capa de aplicación recoge las funciones de las capas de aplicación, presentación y sesión del modelo OSI en una sola. Esta capa representa datos para el usuario más el control de codificación y de dialogo. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.2.2.2. Capa de Transporte

Al igual que en el modelo OSI, la capa de transporte se encarga de establecer la comunicación entre ambos extremos, se encarga de la segmentación de la

información y convirtiendo los datos en *Segmentos,* corrigiendo los errores que puedan aparecer durante la transmisión. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.2.2.3. Capa de Internet

Al igual que la capa de red en el modelo OSI, la capa de internet se encarga del direccionamiento lógico, con el fin que la información pueda establecer una ruta para llegar desde un host a otro. La capa de internet toma los segmentos producidos por la capa de transporte, les agrega la información de direccionamiento y encapsula esto en nuevas unidades de datos denominadas *Paquetes.* (TCP/IP, s.f.)

5.2.2.4. Capa de Acceso a la Red

La capa de acceso a la red del modelo TCP/IP combina las funciones de las capas físicas y de enlace de datos del modelo OSI. Esta capa determina la forma en la que los datos provenientes de las capas superiores se deben transmitir por la red, controla los dispositivos de hardware y los medios que conforman la red. En la capa de acceso a la red también se definen reglas de acceso al medio, que evitan la colisión de las tramas al establecer un orden para que los dispositivos de la red se comuniquen apropiadamente. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.3. Redes Convergentes

Una red convergente o multiservicios es aquella capaz de integrar servicios de voz, datos y video sobre una misma infraestructura de red, eliminando la necesidad de mantener redes separadas para cada servicio, centralizando la administración de cada servicio al establecer una única topología, lo que trae como ventaja una disminución en los costos de implementación de la misma. (Redes Convergentes, 2009)

5.4. Next Generation Networking

NGN, o ToIP (Telefonía sobre IP) es un servicio de telefonía mediante el cual se enlaza una empresa con un operador mediante una conexión de datos de alta velocidad, por donde se establecen todas las llamadas, tanto entrantes, como salientes. El funcionamiento de este servicio se basa en que la empresa tiene, por un lado, la conexión de todas sus extensiones telefónicas de forma centralizada, y, por otro lado, una conexión, generalmente de fibra óptica, a un operador telefónico. (NGN (next generation network) o la Telefonía Over IP (ToIP), s.f.)

5.5. Redes Confiables

Para que una red se considere confiable debe presentar ciertas características que la hacen óptima a la hora de transportar los distintos servicios y aplicaciones a través de las múltiples tecnologías de transmisión que existen actualmente (fibra óptica, cobre, WiFi). (Cisco Networking Academy, 2016)

5.5.1. Tolerancia a fallas

Es importante que una red confiable esté siempre disponible, es decir, si en algún momento alguno de los enlaces que la componen, se encuentra defectuoso, ésta es capaz de encontrar alternativas para entregar los mensajes a sus destinatarios de forma eficiente. Esta característica se conoce como *Tolerancia a fallas* o *Disponibilidad.* (Cisco Networking Academy, 2016)

5.5.2. Escalabilidad

Las redes actuales tienen un crecimiento constante gracias a la facilidad de conexión que se observa con la presencia de la tecnología inalámbrica. Es común que, en las oficinas, los hogares, las universidades, entre otros, la demanda de la red aumente todos los días. Agregar nuevos dispositivos a la red no debe afectar el funcionamiento y comportamiento de los dispositivos ya existentes en ella. Esta característica se conoce como *Escalabilidad.* (Cisco Networking Academy, 2016)

5.5.3. Calidad del Servicio - QoS

Otro requisito muy importante para considerar una red confiable es la Calidad del servicio. No todos los datos trasmitidos a través de internet deben tener el mismo trato; los distintos tipos de servicios que se transmiten sobre una misma infraestructura de red tienen características diferentes. Por ejemplo, la telefonía sobre IP o el video en tiempo real necesitan que la transmisión de sus datos sea más rápida que un mensaje de correo electrónico. De ahí nace la calidad del servicio, la cual establece prioridades según el tipo de comunicación que se esté ejecutando en dado momento, para evitar congestiones y garantizar la entrega confiable de los datos a los usuarios de la red. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.5.4. Seguridad

Las redes pueden estar expuestas a amenazas de seguridad de infraestructura o de información. Para que una red sea segura se deben considerar tres ítems fundamentales (Cisco Networking Academy, 2016):

- Confidencialidad: Solamente los usuarios autorizados tienen acceso a la información.
- Integridad: Los datos no se alteran durante el recorrido por la red.
- Disponibilidad: Los usuarios autorizados pueden tomar la información de forma oportuna y confiable.

5.6. Redes Virtuales

5.6.1. VLAN

Una VLAN (Virtual Local Area Network – Red de Área Local Virtual) es un método por el cual se pueden obtener distintas redes independientes de manera lógica dentro de una misma red física. La virtualización de redes se hace con el fin de reducir el tamaño del

dominio de difusión, facilitar la administración y separar la red en distintos segmentos para que dispositivos que no deberían intercambiar información entre sí, lo hagan, por ejemplo, en una empresa en la que no todos los empleados deberían tener acceso a la información financiera, se puede crear una VLAN para únicamente los empleados que sí tienen dicho privilegio puedan obtener esa información. (Que es una Vlan y su función ?, 2015)

5.6.2. VPN

Una VPN (Virtual Private Network – Red Privada Virtual) es una conexión que permite la interacción de distintos dispositivos en una misma red, aunque no estén geográficamente en el mismo lugar, o sin un enlace físico entre los mismos, ya que estos se conectan a la red a través de internet. (Ramirez, 2016)

5.7. Tipos de Red

5.7.1. LAN

Una red LAN (Local Area Network – Red de Área Local) es una infraestructura de red que proporciona acceso a los usuarios en un área geográfica pequeña, como una empresa, un hogar, una oficina o incluso un campus universitario compuesto por varios edificios en una misma ubicación geográfica. Las redes de área local son administradas por sus propietarios. Por lo general, este tipo de red concede un ancho de banda alto a sus dispositivos. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.7.2. WAN

Una red WAN (Wide Area Network – Red de Área Amplia) es una infraestructura de red que proporciona acceso a redes de área local, dentro de un área geográfica extensa, como ciudades, países, continentes. La administración y propiedad de este tipo de redes está a cargo de los ISP (Internet Service Provider), organizaciones que arriendan o alquilan el uso de estas redes a los administradores de las redes LAN. Por lo general, este tipo de red concede un ancho de banda más bajo que el de las redes locales. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.7.3. MAN

Una red MAN (Metropolitan Area Network – Red de Área Metropolitana) es una infraestructura de red de mayor tamaño que una LAN, pero de menor tamaño que una WAN. Las redes MAN están a cargo generalmente de una única organización de gran tamaño, o una ciudad. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.7.4. SAN

Una red SAN (Storage Area Network – Red de Área de Almacenamiento) es una infraestructura cuyo principal objetivo es el de admitir servidores de archivos para el

almacenamiento, la recuperación y la replicación de datos. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.8. Arquitecturas de Red

5.8.1. Cliente-Servidor

En la arquitectura Cliente-Servidor, los dispositivos finales toman uno de estos dos roles para compartir los recursos de la red. Los Clientes son terminales que solicitan la información a los Servidores para mostrarla luego al usuario final. Los Servidores son terminales que almacenan la información y la tienen disponible cuando el cliente la solicita.

Existen distintos tipos de información que puede ser transmitida, como correo electrónico, páginas web y archivos. Para cada tipo de datos se requiere un software diferente, ya sea de cliente o de servidor, pero pueden ser ejecutados en el mismo dispositivo simultáneamente, es decir, una misma PC puede actuar como servidor de correo, web y archivos al tiempo.

Los dispositivos pueden ejecutar software de cada tipo de archivos simultáneamente, así, los clientes pueden solicitar información a distintos tipos de servidores a la vez, y los servidores pueden enviar información a distintos clientes simultáneamente. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.8.2. Peer-to-Peer

En la arquitectura Peer-to-Peer, o Igual-a-Igual, los dispositivos funcionan tanto como servidores y como clientes a la vez, proporcionando algunas ventajas respecto al modelo Cliente-Servidor, tales como: configuración sencilla, menor complejidad de la red, menor costo al no ser necesarios dispositivos intermediarios. Sin embargo, también se presentan algunas desventajas, como lo son: administración descentralizada, no escalable, poca seguridad, menor velocidad de la red ya que todos los dispositivos funcionan como clientes y servidores a la vez. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.9. Topología de Red

Una topología de red es un diagrama que permite entender la forma en la que se conectan los dispositivos, facilitando el conocimiento de la misma, ya sea al proporcionar información física o lógica.

Los diagramas de topología física indican la ubicación física de los dispositivos y la instalación de los cables. Los diagramas de topología lógica indican los dispositivos, las conexiones con sus respectivos puertos y el esquema de direccionamiento. (Cisco Networking Academy, 2016)

Existen distintos tipos de topología de red:

5.9.1. Topología Bus

En esta topología, todos los terminales están conectados a la misma línea de transmisión, proporcionando una fácil instalación y funcionamiento, a cambio de una alta vulnerabilidad y propensión a daños. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.9.2. Topología Estrella

Todos los hosts se conectan a un equipo central, generalmente un switch. Esta topología es sencilla y escalable, además de permitir un troubleshooting muy fácil. Sin embargo, su costo es mayor al de una topología Bus. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.9.3. Topología Anillo

En este tipo de topología, todos los hosts se conectan a sus hosts vecinos, formando un anillo. La topología Anillo es similar a la topología Bus, pero no necesita una terminación. Para comunicarse en una red que presente esta topología, los equipos escuchan y luego transmiten, es decir, cada uno espera su turno. (Topología de red, 2017)

5.9.4. Topología Malla

Esta es una topología de red que brinda alta disponibilidad y tolerancia a fallas, aunque se necesitan demasiadas conexiones entre los dispositivos para su implementación, ya que cada uno de estos se encuentra conectado a los demás. Esto puede desencadenar en costos mayores con respecto a las demás topologías (Cisco Networking Academy, 2016).

5.10. Componentes de Red

5.10.1. Dispositivos Finales

Los dispositivos finales son aquellos en los que inicia o finaliza la comunicación en una red. Estos dispositivos interactúan directamente con los usuarios. Ejemplos de estos dispositivos son (Dispositivos finales y su papel en la red, 2011):

- Computadores de escritorio
- Computadores portátiles
- Smartphones
- Tablets
- Teléfonos VoIP
- Impresoras
- Televisores

5.10.2. Dispositivos Intermediarios

Los dispositivos intermediarios son aquellos que forman el camino entre los dispositivos finales a lo largo de una red, e interconectan distintas redes formando lo que hoy se

conoce como Internet. Estos dispositivos son capaces de transmitir la información de un extremo de la comunicación a otro. Entre los dispositivos intermediarios más importantes se encuentran (Conectate, Enrutate y no te pierdas [Blog], s.f.):

5.10.2.1. Router

Un Router es un dispositivo intermediario que se encarga de dar enrutamiento o encaminamiento dentro de las redes de forma lógica, para transmitir los mensajes, segmentados en unidades denominadas *Paquetes*. Los routers son dispositivos que funcionan a nivel de capa 3, según el modelo OSI, o capa de Red, según el modelo TCP/IP. Los routers son capaces de discernir cual es la ruta que el mensaje debe seguir para llegar desde su origen a su destino, sin importar que estos dos se encuentren en extremos opuestos de una ciudad, país, continente, etc.; para lograr este objetivo, los routers utilizan reglas o protocolos de enrutamiento. (Qué es un 'router', 2017)

5.10.2.2. Switch

Un switch es un dispositivo intermediario que se encarga de interconectar distintos dispositivos, tanto finales como intermediarios, dentro de una misma red local. Los switches tienen la capacidad de detectar el dispositivo al cual deben hacer llegar el mensaje, a pesar de ser dispositivos de capa 2, o capa de Enlace de datos. (Sanchez Iglesias, 2015)

5.10.2.3. Hub

Un *Hub* o *Concentrador* es un dispositivo intermediario que opera a nivel de la capa 1 del modelo de referencia OSI, o capa física. Este dispositivo es similar a un switch, con la diferencia que se encarga únicamente de retransmitir por todas las interfaces, la información que recibe por una de sus interfaces, ya que no posee la inteligencia de un switch para determinar cuál es el dispositivo al cual debe entregar el mensaje. En la actualidad, el uso de los hubs ha quedado a un lado, ya que es más común implementar redes utilizando switches, dadas sus ventajas. (¿Qué es un concentrador o un hub?, 2017)

5.10.2.4. Firewall

Un *firewall* o *Cortafuegos* es un dispositivo intermediario encargado de la seguridad de una red. Su función principal es monitorear todo el tráfico entrante o saliente de la misma, determinando si debe permitir o bloquear su paso, basándose en algunas reglas de seguridad. Esto define la diferencia entre una red interna en la que se puede confiar, como una red local, y una red externa en la que no se debe confiar, como Internet. Los firewalls pueden estar compuestos tanto de hardware como de software. (Cisco, s.f.)

5.10.2.5. Wireless Access Point

Los Wireless Access Point, Access Point, Lightweight Access Point, o por sus siglas WAP, AP o LAP, son dispositivos que sirven como una interfaz inalámbrica entre los dispositivos finales y el resto de la red, recibiendo y transmitiendo todo el tráfico entrante y saliente, y actuando también como la unión entre una red local inalámbrica y el resto de la red cableada. (Rouse, s.f.)

Una característica importante de las redes inalámbricas compuestas por varios Access Points es el **'roaming'**, el cual se define como la capacidad que tiene un dispositivo final para desplazarse por distintas áreas de cobertura sin perder la conexión. En el presente proyecto puede entenderse como la facultad que tienen los clientes para trasladarse a lo largo de toda la zona de cobertura, sin perder la conexión a la red inalámbrica a medida que van realizando saltos en la conexión de los distintos Access Points y sus vecinos. Para garantizar la existencia del roaming en una red inalámbrica, no deben existir saltos entre la zona de cobertura de un AP y la de su vecino, por lo que se hace necesario que haya un solapamiento entre las mismas. Según recomendaciones del fabricante Cisco, este solapamiento debe estar entre 15% y el 20% para aplicaciones de voz y video sobre IP. (Comunidad de Soporte de Cisco, 2015)

5.10.2.6. Wireless LAN Controller

Una Wireless LAN Controller, WLC, o simplemente Controladora, es un dispositivo que asume un rol central dentro de una red de comunicaciones inalámbricas unificadas, permitiendo a los Access Points llevar a cabo acciones como asociación y autenticación. Estos se registran a sí mismos en la controladora, y le ceden su administración y el envío de paquetes, lo que le permite realizar la conexión entre los clientes inalámbricos y el resto de la red. Toda la configuración inalámbrica de la red se realiza en la WLC, y al conectar los AP, estos funcionan como interfaces inalámbricas. (Cisco, 2009)

5.10.2.7. Voice Gateway

Un Voice Gateway es un dispositivo utilizado para convertir el tráfico de la telefonía analógica transmitida por la Red Pública Conmutada de Telefonía (PSTN – Public Switched Telephone Network) a información digital, que pueda ser transmitida por una red de datos. La ventaja de utilizar un Voice Gateway se basa en que se puede establecer un sistema de VoIP con teléfonos no IP. (Información de VoIP Gateway – Aprenda sobre pasarelas VOIP, s.f.)

5.11. Medios de transmisión

5.11.1. Cobre

En las comunicaciones a distancia, el cable de cobre es ampliamente utilizado dado su bajo costo y sus buenas características de transmisión. Sin embargo, estas características a veces se ven un poco limitadas, ya que este material es bastante susceptible a las grandes distancias y a la interferencia electromagnética (EMI) y a la interferencia por radiofrecuencia (RFI). Los medios de transmisión que utilizan cobre más conocidos son el cable UTP (Unshielded Twisted Pair) y el cable coaxial. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.11.1.1. Unshielded Twisted Pair

El cable UTP (Par trenzado sin blindaje) es el tipo de cable de cobre más utilizado en el mundo de las comunicaciones. Este tipo de cable consta de varios pares de cables, comúnmente 4; cada par se encuentra trenzado, con el fin de cancelar mutuamente la interferencia electromagnética que pueda ocasionar uno de los cables en el otro (se conoce como *Crosstalk*) y, además, cancelar la interferencia electromagnética proveniente del exterior. Esta característica se conoce como *Auto-blindaje*.

Existe otro tipo de cableado de par trenzado, a diferencia de este, blindado, conocido como STP (Shielded Twisted Pair), pero menos utilizado dada la complejidad de su instalación, su mayor costo, y las mismas limitaciones de distancia que posee el UTP. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.11.1.2. Cable Coaxial

El cable coaxial recibe este nombre debido a que está formado por dos conductores que comparten el mismo eje. El primer conductor es el que transmite la información, mientras que el segundo conductor sirve como retorno o tierra, y, además, proporciona el blindaje contra la RFI y la EMI. El cable coaxial fue desplazado por el cable UTP en las instalaciones de redes, sin embargo, aún es común encontrarlo en conexiones de antenas, e instalaciones de televisión e internet por cable. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.11.2. Fibra Óptica

La fibra óptica es un tipo de cable que utiliza pulsos de luz para transmitir la información. Al transmitir la información por medio de la luz, se eliminan completamente los problemas ocasionados por la EMI y la RFI. Además, la fibra óptica permite realizar tendidos de cableado mucho más extensos, y con mayor ancho de banda, lo que proporciona mayor velocidad de transmisión.

Sin embargo, la fibra óptica también presenta algunas desventajas con respecto al cableado de cobre, pues su instalación es mucho más costosa y compleja, y las terminaciones de los cables exigen un mayor trabajo. Aun así, el uso de la fibra óptica está expandiéndose cada día, y es más común encontrar redes caseras implementadas

completamente con fibra óptica, tendencia que recibe el nombre de Fibre-to-the-home (FTTH). (Cisco Networking Academy, 2016)

Existen dos tipos de cables de fibra óptica: La fibra monomodo y la fibra multimodo.

5.11.2.1. Fibra Monomodo

La fibra óptica monomodo (SMF – Single Mode Fibre) es más costosa que la fibra multimodo, pero permite tendidos de varios miles de kilómetros. Posee un núcleo mucho más pequeño y menor dispersión. Transmite un solo haz de luz, producido por tecnología láser muy costosa. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.11.2.2. Fibra Multimodo

La fibra óptica multimodo (MMF – Multiple Mode Fibre) es menos costosa que la fibra monomodo, que permite tendidos de algunos cientos de kilómetros. Su núcleo es mayor, al igual que su dispersión, pero puede transmitir varios haces de luz, con tecnología Led que es mucho más barata que el láser. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.11.3. Medios Inalámbricos

Los medios inalámbricos son aquellos que no utilizan un medio físico tangible para transmitir la información, sino que lo hacen a través de ondas de radiofrecuencia que viajan por el aire. Existen distintas tecnologías de transmisión inalámbrica, sin embargo, la más difundida a nivel mundial es la tecnología Wireless Fidelity, mejor conocida por su acrónimo WiFi, definida bajo el estándar IEEE 802.11, mediante la cual se permite conectar distintos dispositivos inalámbricos que estén dentro de una misma red de área local.

Gracias a la nueva tendencia de internet conocida como BYOD (Bring Your Own Device – Trae tu propio dispositivo) en la que cualquier persona puede acceder a la red desde su propio smartphone, tablet o laptop, WiFi se ha hecho tan popular que es muy común encontrar redes de este tipo que permiten el acceso a invitados, clientes, huéspedes, etc., en hoteles, aeropuertos, hospitales, centros comerciales, restaurantes, bares, universidades, oficinas, e incluso en zonas abiertas como parques y calles. (Cisco Networking Academy, 2016)

5.12. Estándar IEEE 802.1Q

El estándar IEEE 802.1Q, también conocido como dot1Q, es un protocolo que permite a múltiples redes compartir de forma transparente el mismo medio físico, sin problemas de interferencia entre ellas, es decir, compartir la misma conexión de red física sin que la información de una red pase a otra. Todos los dispositivos de interconexión que soportan VLAN deben seguir la norma IEEE 802.1Q que especifica con detalle el funcionamiento y administración de redes virtuales. (Payan, 2012)

5.13. Troncal SIP

Una troncal SIP es un servicio de telefonía que permite a las empresas conectar su centralita a la red telefónica a través de Internet. Las llamadas se emiten mediante VoIP y ahorran mucho dinero a las empresas en llamadas y cuotas mensuales. Con el SIP Trunk las empresas prescinden del RDSI y primarios, mantienen la conexión a Internet. Los números se portan con el nuevo operador VoIP. Permite desviar las llamadas de forma automática en caso de pérdida de conexión a Internet o electricidad para no perder llamadas. El operador de telefonía VoIP enlaza tu centralita con la Red Pública de telefonía (PSTN).

Para que la centralita de línea telefónica a todos los usuarios de la empresa el operador de telefonía IP la conecta con el mundo exterior (Red Pública de Telefonía) mediante el SIP Trunk. Esta conexión entre centralita y operador VoIP se establece a través de Internet. Todas las extensiones se conectan con la centralita, que a su vez está conectada a través del SIP Trunk con el exterior. Las llamadas internas, entre extensiones de la empresa, no salen de la centralita IP. En cambio, cuando llama al exterior la llamada se enviará a través del SIP trunk para que conecte con el destino. Cuando un cliente llama al número de la empresa el operador de telefonía IP conecta la llamada con la centralita a través de Internet. Una vez recibe la llamada la centralita determinará y ejecutará la acción correspondiente con la llamada: enviarla a una cola de espera, a una extensión concreta, mostrar una locución, etc.

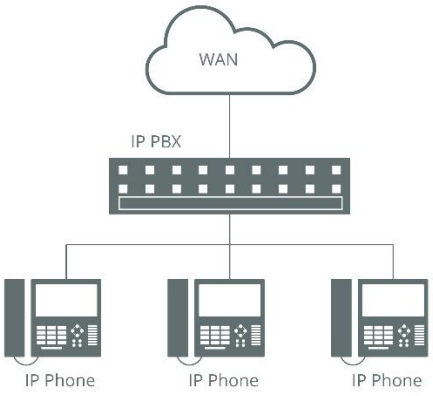


Figura 1 - Troncal SIP

La organización del sistema telefónico de la empresa se crea en la centralita. Es en ella donde se crean las extensiones, se establecen horarios, reglas de enrutado, colas de espera, menús de opciones etc. También donde se determina con qué número se harán las llamadas salientes (número de cabecera); donde enviar la llamada en función del número llamado y mucho más.

5.14. Comunicaciones Unificadas

Las comunicaciones unificadas son el proceso mediante el cual todos los sistemas de comunicaciones de una empresa se integran en una sola plataforma de comunicaciones,

ofreciendo ventajas a los usuarios al permitirles mantenerse en contacto con cualquier persona, desde cualquier lugar y en tiempo real.

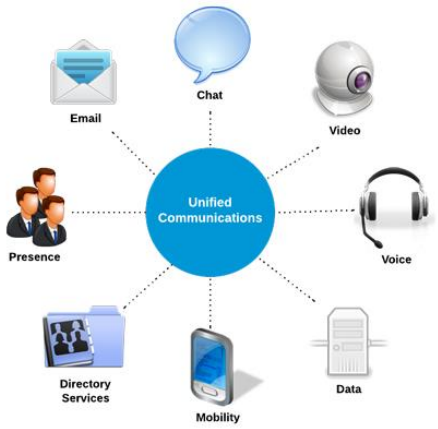


Figura 2 – Comunicaciones unificadas

Las comunicaciones unificadas fueron concebidas con el fin de optimizar los procedimientos laborales, mejorar las comunicaciones entre personas y simplificar los procesos de negocios aumentando las ganancias. (3CX, s.f.)

5.15. Servidor Blade

Un servidor Blade es un dispositivo diseñado para aprovechar al máximo el espacio de un Data Center. Consiste en una delgada tarjeta que contiene únicamente el microprocesador, la memoria y buses, sin embargo, no puede funcionar por su cuenta ya que no cuenta con fuente de alimentación ni tarjetas de comunicaciones propias. Estos últimos, que son de un tamaño considerable, se ubican en el chasis, y son compartidos por todos los servidores Blade situados en el mismo. La finalidad de este tipo de arquitectura es reducir costos y simplificar el cableado. (BROKSOLUTIONS, s.f.)



Figura 3 - Servidor Blade

Las principales ventajas de los servidores Blade son las siguientes:

- **Coste:** Consumen menos energía
- **Espacio:** Caben hasta 16 servidores donde habitualmente sólo caben 4
- **Simplicidad:** Eliminan el cableado y se pueden gestionar remotamente
- **Efectividad:** Fallan menos porque no contienen elementos mecánicos
- **Versatilidad:** Se pueden añadir y quitar servidores sin detener el servicio

6. DESARROLLO DEL PROYECTO

El Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó requiere el estudio previo y el diseño de una solución LAN, WLAN y de Telefonía para dar máxima cobertura a los usuarios de la red.

En principio se llevó a cabo un estudio de redes con los siguientes requerimientos del Aeropuerto:

- Cubrimiento de la red LAN, WLAN y ToIP
- Ubicación requerida de los Access Points
- Ubicación de obstáculos y estructura de las edificaciones para tener en cuenta
- Ubicación de los switches y controladoras
- Dimensionamiento de la red

El estudio del sitio es el primer paso para la implementación de una solución de red optimizada para las nuevas construcciones del Aeropuerto de Quibdó. En dicha etapa, se definieron zonas de cobertura de radio frecuencia, se comprobaron las condiciones de interferencia de radiofrecuencia y se determinó la colocación de los dispositivos de infraestructura para las redes LAN, WLAN y ToIP.

Los pasos dentro del estudio de la biblioteca, el hotel y el centro de servicios fueron los siguientes:

- Definir las necesidades en términos de dispositivos de red.
- Identificación de las áreas de cobertura requeridas.
- Inspección visual de los sitios de implementación en busca de posibles obstáculos a la propagación de las señales de radiofrecuencia, por medio de imágenes, fotografías, planos e información suministrada por el cliente.
- Determinación preliminar de las ubicaciones de los Access Point. En estos lugares se deberá incluir el acceso a fuentes de potencia AC y/o PoE
- Identificación del acceso a la red de cableado estructurado.

Este diseño se realiza siguiendo las recomendaciones del fabricante Cisco, con el fin de garantizar un óptimo rendimiento de cada uno de los espacios que componen la red solicitada, teniendo en cuenta las sugerencias y observaciones dadas por el cliente, las cuales permiten determinar las funcionalidades y utilización de la misma.

Con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos que harán parte del diseño final de esta red, la empresa Airplan proporciona los planos de las nuevas edificaciones del aeropuerto. En las siguientes figuras se observa la distribución espacial del primer y segundo piso de la nueva terminal, distinguiendo las tres zonas principales en las que se planteará el diseño de la red (biblioteca, hotel y centro de servicios), para más adelante, analizar más detalladamente cada una de estas.



Figura 4 - Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó. Piso 1

En el primer piso se destacan la biblioteca (en color verde), el hotel (en color naranja) y el centro de servicios (en color azul). También se observa un espacio dedicado a la cimentación de un almacén SAO, sin embargo, éste no se encuentra dentro del alcance del proyecto, por lo que no se tendrá en cuenta para el diseño de la red.

Para el segundo piso se observa también la biblioteca (en color verde), el hotel (en color naranja), y una zona perteneciente al centro de servicios (en color azul). Los espacios en color gris son vacíos hacia el primer piso del mismo.

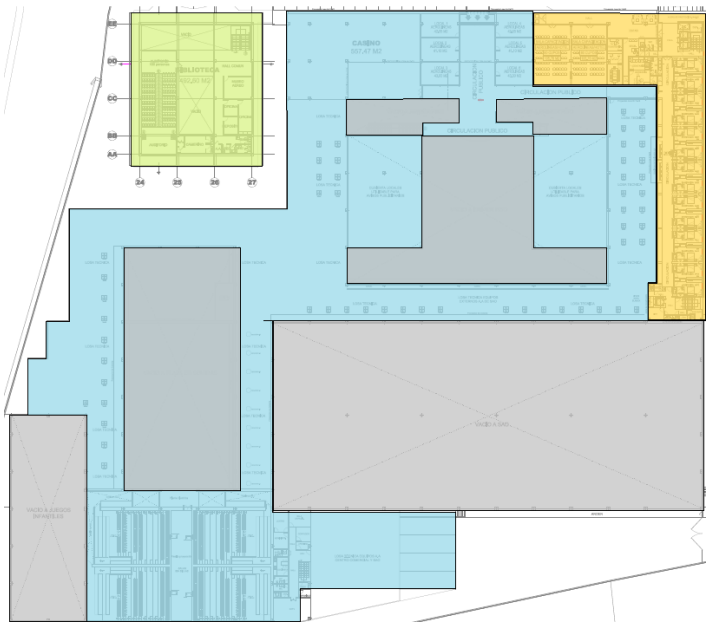


Figura 5 - Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó. Piso 2

El diseño de esta red se desarrollará por separado para cada una de las ubicaciones descritas, y de la misma forma, se pensará por separado en cada uno de los espacios que componen a la misma (LAN, WLAN y ToIP), para facilitar la caracterización de los servicios que deben ser soportados en esta red. Lo anterior se debe a que los requerimientos de los clientes cambian de acuerdo con la ubicación.

6.1. Equipos de red

A continuación, se realiza la descripción de los dispositivos utilizados para el desarrollo de la red propuesta:

6.1.1. Cisco Catalyst 3850 Series

Los switches 3850 son dispositivos capa 2 y capa 3 con memoria RAM de 4GB y memoria Flash de 2GB, que cuentan con 12, 24 o 48 puertos, PoE o No PoE según la necesidad, además de IOS IP Base y módulo stack. Estos switches soportan hasta 100 Access Points por switch/stack, y hasta 2000 clientes conectados a la red inalámbrica por switch/stack.



Figura 6 - Switch Cisco Catalyst 3850

Los switches 3850 cuentan con un módulo de stacking que está basado en la tecnología StackWise, lo cual permite realizar una conexión entre switches de hasta 480Gbps. Con esta configuración, la pila o stack de switches se comporta como si se tratara de una sola unidad lógica en donde uno de los equipos es el master que se encarga de mantener sincronizada toda la información con los demás switches que son esclavos. (Cisco Corp., s.f.)



Figura 7 - Switch en stack (izq.) y módulos de stack (der.)

Este switch tiene dos modelos de queueing, el 1P7Q3T y EL 2P6Q3T (1 queue de prioridad, 7 queues y 3 límites/umbrales para el primer caso y 2 queues de prioridad, 6 queues y 3 límites/umbrales para el segundo caso). Además, este switch utiliza un modelo de asignación de buffers dinámico, evitando el agotamiento de los buffers disponibles en el switch, aumentando de esta manera la eficiencia. La asignación de buffers que realiza el switch Catalyst 3850 se basa en la demanda de tráfico que ingresa a los puertos, en lugar de realizar una asignación estática. Esta asignación dinámica de buffers, y los modelos de queueing contribuyen en gran medida a la mejora del QoS, haciendo de este switch una gran solución para la transmisión de datos, voz y video. (Carlos Villagran, 2017)

6.1.2. Cisco 2500 Series Wireless Controller

La controladora Cisco 2504 proporciona funcionalidades inalámbricas a empresas pequeñas y medianas. Está diseñada para soportar los protocolos 802.11n y 802.11ac, proporcionando comunicaciones en tiempo real entre los Access Point de la línea Aironet, y así, simplificar el despliegue y operación de las redes inalámbricas.



Figura 8 - Wireless Controller 2504

Como un componente de redes unificadas, esta controladora provee configuraciones de seguridad centralizadas, sistema de prevención de intrusiones inalámbricas (WIPS), QoS para voz y video, entre otras. (Cisco Corp., s.f.)

6.1.3. Cisco Aironet 2800 Series

Los Access Points Aironet 2800 ofrecen conexiones en el standard 802.11 ac wave 2 proporcionando velocidad de conexión de 2.6 Gbps por radio (teóricamente). (Cisco Corp., s.f.)



Figura 9 - Access Point Aironet 2800. Ant. Ext. (Izq.) y Ant. Int. (Der)

Además, ofrece las siguientes características principales:

- High Density Experience: Arquitectura RF la cual proporciona cobertura de alto rendimiento para una alta densidad de dispositivos cliente.
- Flexible Radio Assignment: Permite que los APs de una forma inteligente, determine el modo de funcionamiento de los radios basados en el entorno RF en las bandas de 2,4 GHz y 5 GHz.
- Optimized access point roaming: Garantiza que los dispositivos cliente se asocien a un AP más cercano ofreciendo la mayor velocidad de datos disponible.
- Multiuser Multiple-Input Multiple-Output (MU-MIMO) technology: Permite a un AP comunicarse con múltiples dispositivos de forma simultánea maximizando el rendimiento de la red WLAN.

Según la herramienta para el cálculo de distancias de irradiación sugerida por Cisco, para Access Points Aironet, la distancia máxima es de 360m para la banda de 2,4GHz y de 230m para la banda de 5GHz. Estos cálculos se realizan con unas condiciones ambientales normales (terreno promedio con algunas desigualdades, área y temperatura normales), a un data-rate de 54Mbps, y con una potencia de antena de 15mW/12dBm.

6.1.4. Cisco Business Edition 6000

El Cisco BE6000S es un equipo que integra un router-gateway y un servidor Blade para brindar a los usuarios una amplia gama de capacidades de voz. Este dispositivo es ideal para sitios pequeños que necesitan capacidades básicas de voz y telefonía IP. (Cisco Corp., s.f.)



Figura 10 - Cisco Business Edition 6000S

Desde la aplicación *Cisco Unified Communications Manager* integrada en este equipo, se atienden los servicios suplementarios de los usuarios y se realiza el control de las llamadas de toda la red. Además, cuenta con *Cisco Unity Connection* que prestará los servicios de Buzón de voz y de Auto Attendant para los usuarios que lo requieran.

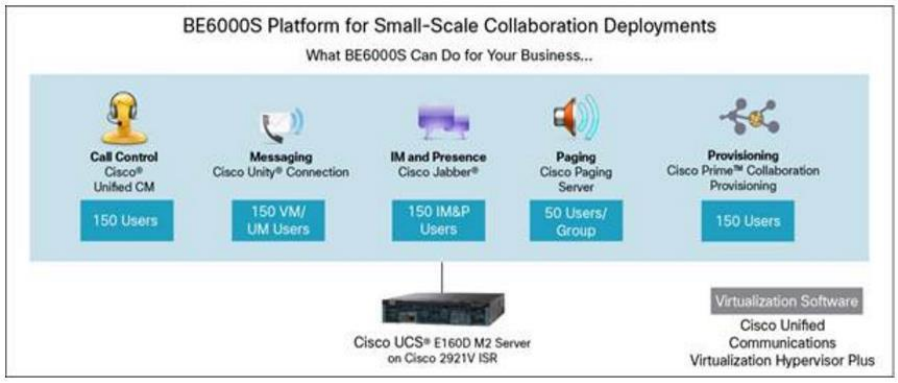


Figura 11 - Servicios de Cisco UCS (Cisco, s.f.)

6.1.5. Cisco Voice Gateway VG310

Este dispositivo es un Gateway de voz de 24 puertos que permite integrar teléfonos, faxes, módems, y demás dispositivos análogos al sistema corporativo de telefonía IP. Adicionalmente soporta la integración de interfaces FXO (Foreign Exchange office), FXS (Foreign Exchange Station), PRI (T1/E1 Primary Rate Interface) y BRI (Basic Rate Interface) a través de dos *voice interface cards (VIC).* Gracias a este equipo, es posible utilizar la solución de telefonía IP en conjunto con dispositivos (teléfonos) análogos tradicionales, tomando así ventaja de los servicios y niveles de productividad ofrecidos por la infraestructura IP.



Figura 12 - Cisco VG310

Como interfaz física entre el Voice Gateway (Cisco VG310) y las terminales análogas, es necesario incorporar un cable como el que indica la imagen a continuación; este cable permite la conexión entre el conector RJ21 del VG310 y un Patch panel con jacks RJ11 para la conexión de las terminales análogas.



Figura 13 - Patch Panel

6.1.6. Teléfono IP Cisco UC 7861

Este teléfono permite acceder a todas las prestaciones de los sistemas de telefonía IP de forma simple, efectiva, económica y segura. Trae incluida una botonera adicional que incluye 16 botones programables en línea que permiten obtener rápido acceso a características o contactos y una pantalla (display) de escala de grises de alta resolución que le permite al usuario interactuar de forma más sencilla y práctica con el dispositivo.

Entre las características más relevantes del teléfono se pueden destacar las siguientes (Cisco Corp., s.f.):

- Teclas dedicadas a funciones comunes específicas
- Altavoz incluido
- permite el uso de diadema
- Power over Ethernet
- Cisco EnergyWise (establece un ahorro en el consumo de energía)

- Switch integrado 10/100 para proporcionar conectividad a un PC sin requerir un punto de datos adicional



Figura 14 - Teléfono IP Cisco UC 7861

6.1.7. Teléfono Cisco IP Phone 8841

El teléfono Cisco IP Phone 8841 permite tener una experiencia de telefonía sencilla, amigable, económica y segura. Sus características más importantes son las siguientes (Cisco Corp., s.f.):

- Display de alta resolución a color para facilitar la interacción con el dispositivo.
- Botones dedicados a funciones específicas para hacer el uso más intuitivo y amable (mensajes, directorio, altavoz, silencio, etc.)
- Permite comunicaciones usando Diadema o Altavoz incorporado.
- Power over Ethernet (PoE) Class 1
- Cisco EnergyWise para ahorro en costos de energía.
- Switch integrado 10/100 para proporcionar conectividad a un PC sin requerir un punto de datos adicional



Figura 15 - Cisco IP Phone 8841

6.1.8. Teléfono Cisco UC Phone 7811

En las habitaciones se tiene previsto instalar teléfonos Cisco IP Phone 7811. Este teléfono permite tener una experiencia de telefonía sencilla, amigable, económica y segura. Incluye entre otras las siguientes características: (Cisco Corp., s.f.)

- Display de alta resolución en escala de grises para facilitar la interacción con el dispositivo.
- Botones dedicados a funciones específicas para hacer el uso más intuitivo y amable (mensajes, directorio, altavoz, silencio, etc.)
- Permite comunicaciones usando Diadema o Altavoz incorporado.
- Power over Ethernet (PoE) Class 1 y Cisco EnergyWise para ahorro en costos de energía.
- Switch integrado 10/100 para proporcionar conectividad a un PC sin requerir un punto de datos adicional.



Figura 16 – Cisco UC Phone 7811

6.1.9. Teléfono Cisco Wireless IP Phone 8821

El IP Phone 8821 se caracteriza por sus altos niveles de confiabilidad, calidad y seguridad; provisto de un exterior reforzado y sellado, y baterías de vida prolongada, lo que lo hace ideal para ambientes altamente activos.



Figura 17 - Cisco Wireless IP Phone 8821

Este equipo está diseñado para usuarios que debido a su actividad no permanecen en un sitio fijo de trabajo. Es hermético y resistente al polvo y permite ser sumergido en el agua a niveles de baja profundidad (1m). Viene equipado con bluetooth y manos libres. Tiene soporte para los protocolos de red WLAN más recientes, como el 802.11ª, b, g, n y ac (Cisco Corp., s.f.)

6.2. Topología Física

El Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó está compuesto por tres instalaciones principales: la biblioteca, el hotel y el centro de servicios.

El Centro de Servicios cuenta con dos pisos, en los cuales se encuentran una recepción, 78 locales comerciales (70 locales en el primer piso y 8 en el segundo), 4 salas de cine, un almacén SAO, una plazoleta de comidas y una plazoleta de eventos. Este lugar cuenta con un área de 136m de frente por 128m de fondo.

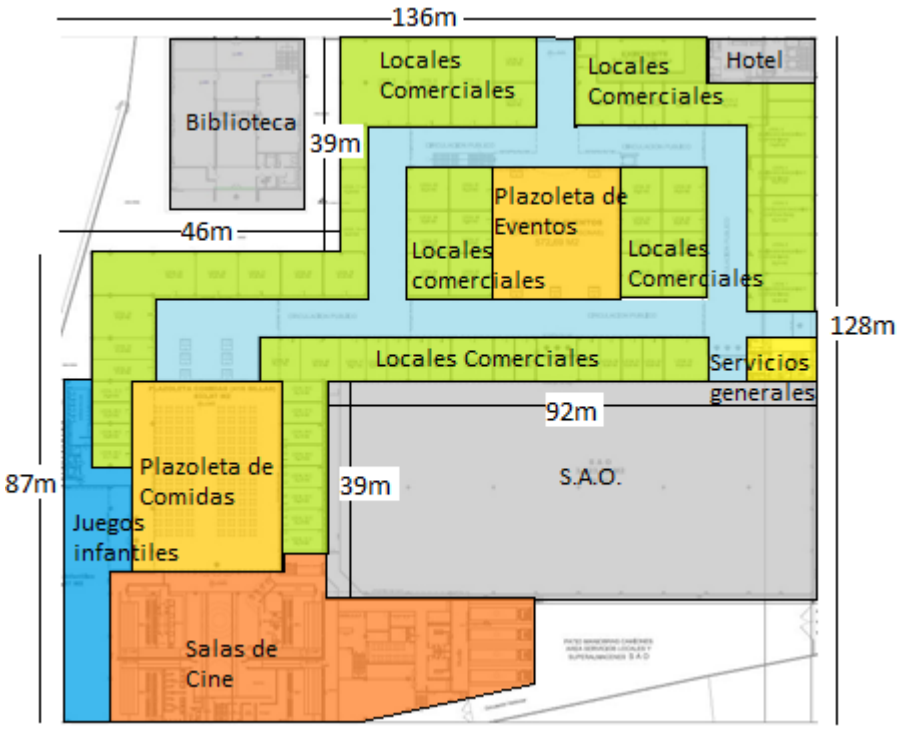


Figura 18 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 1

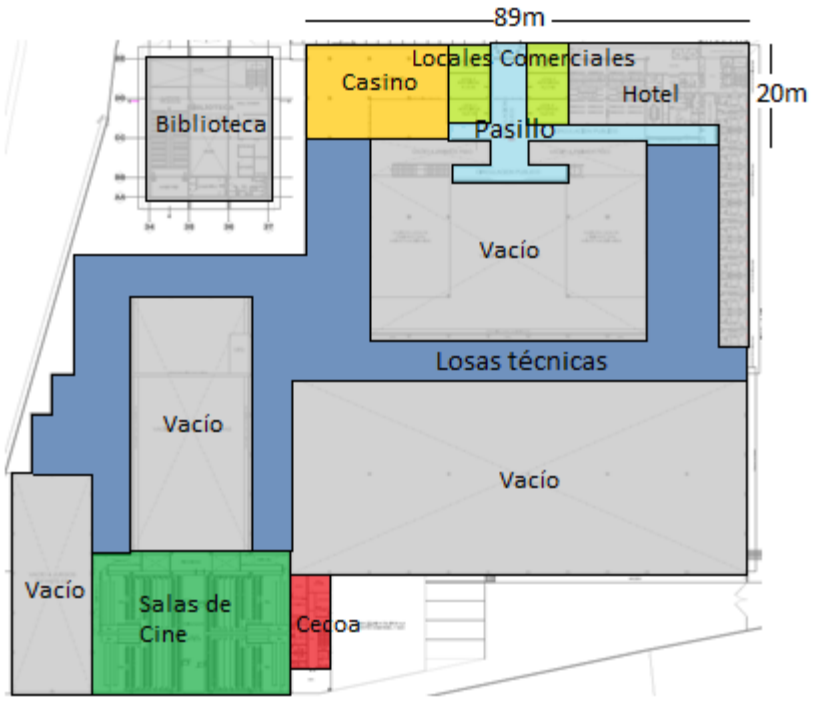


Figura 19 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 2

La biblioteca tiene un área de 24m de frente por 28m de fondo y cuenta con dos pisos, con una altura de 5,3m para ambos pisos, en los que se ubican dos salas de informática, dos oficinas administrativas, una recepción y un auditorio para conferencias y demás eventos.

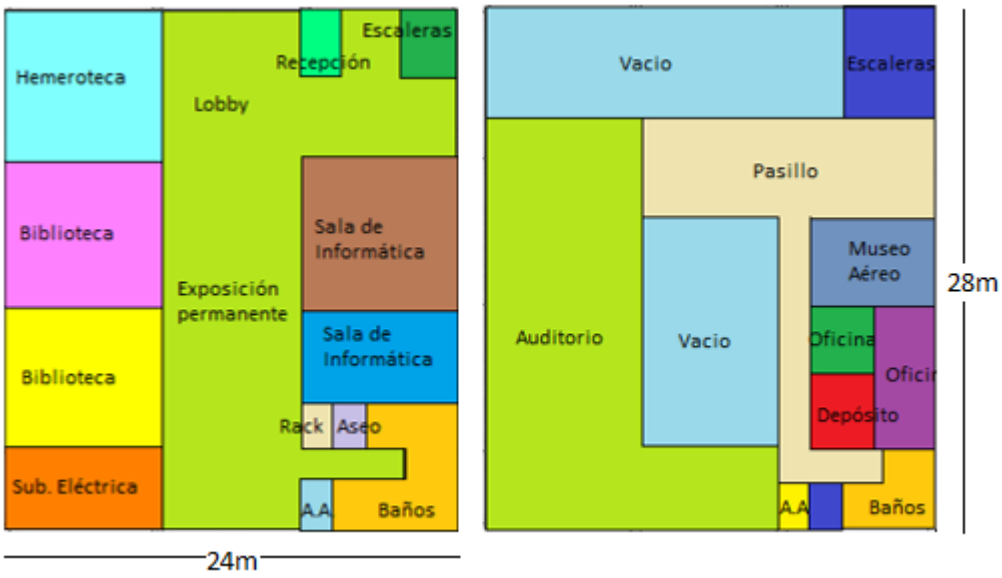


Figura 20 - Distribución espacial Biblioteca. Piso 1 (Izq.) y Piso 2 (Der.)

El hotel consta de 5 pisos en los que se encuentran 50 habitaciones, dos salas de reuniones, restaurante y recepción. En el primer piso se encuentra el lobby y la recepción con un área de 20m de frente por 8 m de fondo; la altura de este piso es de 5,3m. Los pisos del 2 al 5 poseen un área de 8,5m por 64m, con una altura de 2,4m para cada piso. Además, en el segundo piso se encuentran las salas de capacitación, lo que agrega un área de 27m x 15m a dicho piso, como se observa en las siguientes figuras:

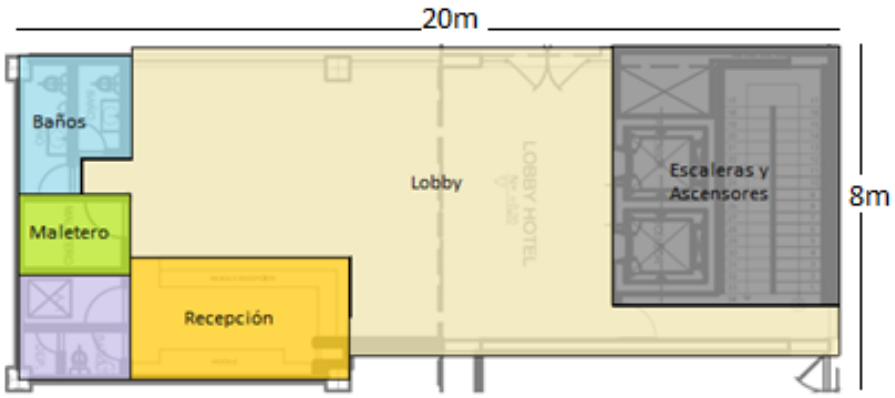


Figura 21 - Distribución espacial Hotel. Piso 1

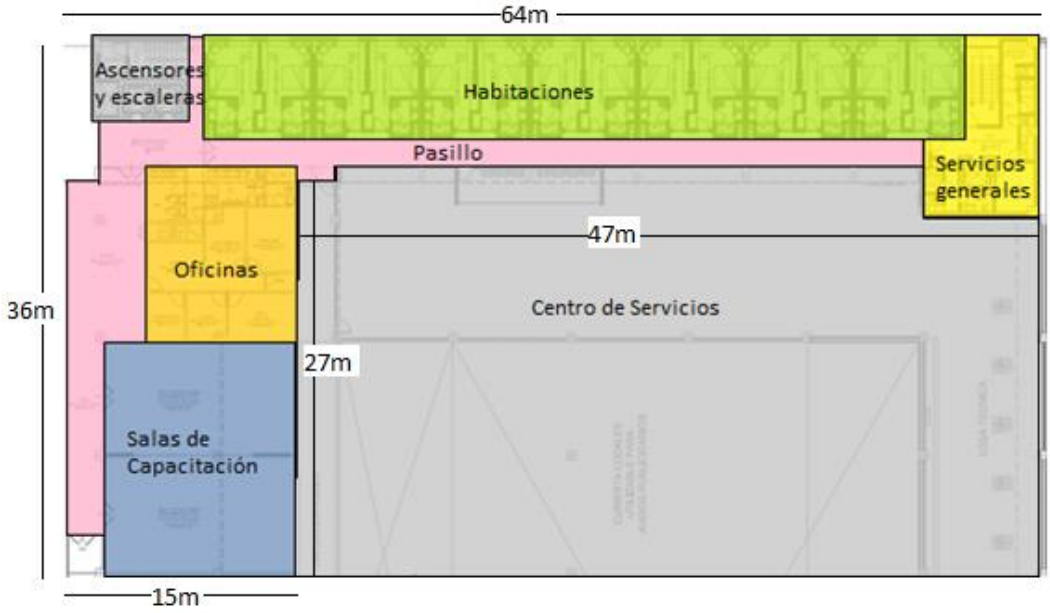


Figura 22 - Distribución espacial Hotel. Piso 2

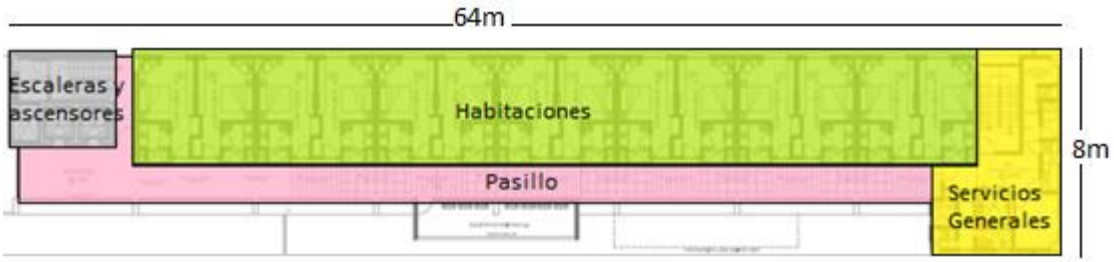


Figura 23 - Distribución espacial Hotel. Piso 3

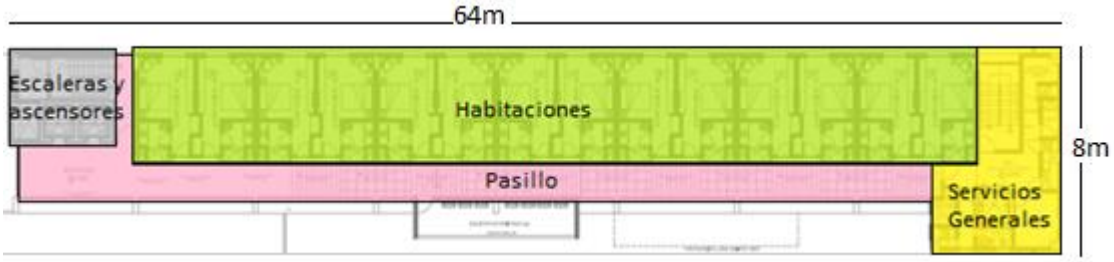


Figura 24 - Distribución espacial Hotel. Piso 4

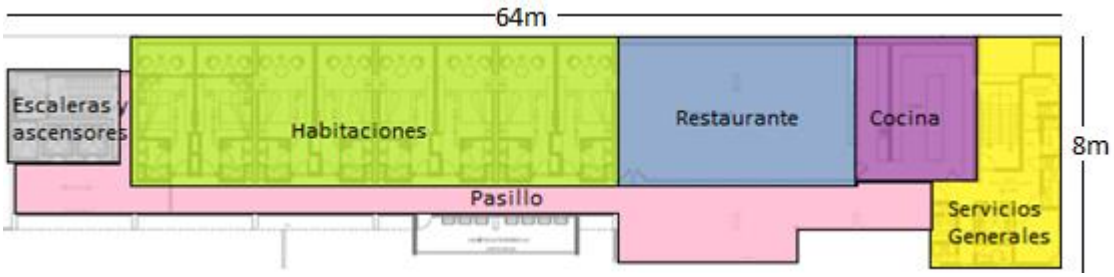


Figura 25 - Distribución espacial Hotel. Piso 5

En la topología física, se define la distribución del cableado por medio del cual se hace la interconexión de los diferentes centros de cableado y los equipos en las estaciones de trabajo. Para realizar un diseño correcto se deben tener en cuenta la cantidad y distribución de los equipos que se deben conectar, el tipo de aplicaciones y tráfico que se debe soportar, la capacidad de crecimiento, entre otras. En cada uno de los edificios se establecerán distintos centros de cableado, según lo dispuesto en la norma ANSI/EIA/TIA-569A. (ANSI/EIA/TIA, 2012) La ubicación de los mismos se muestra a continuación:

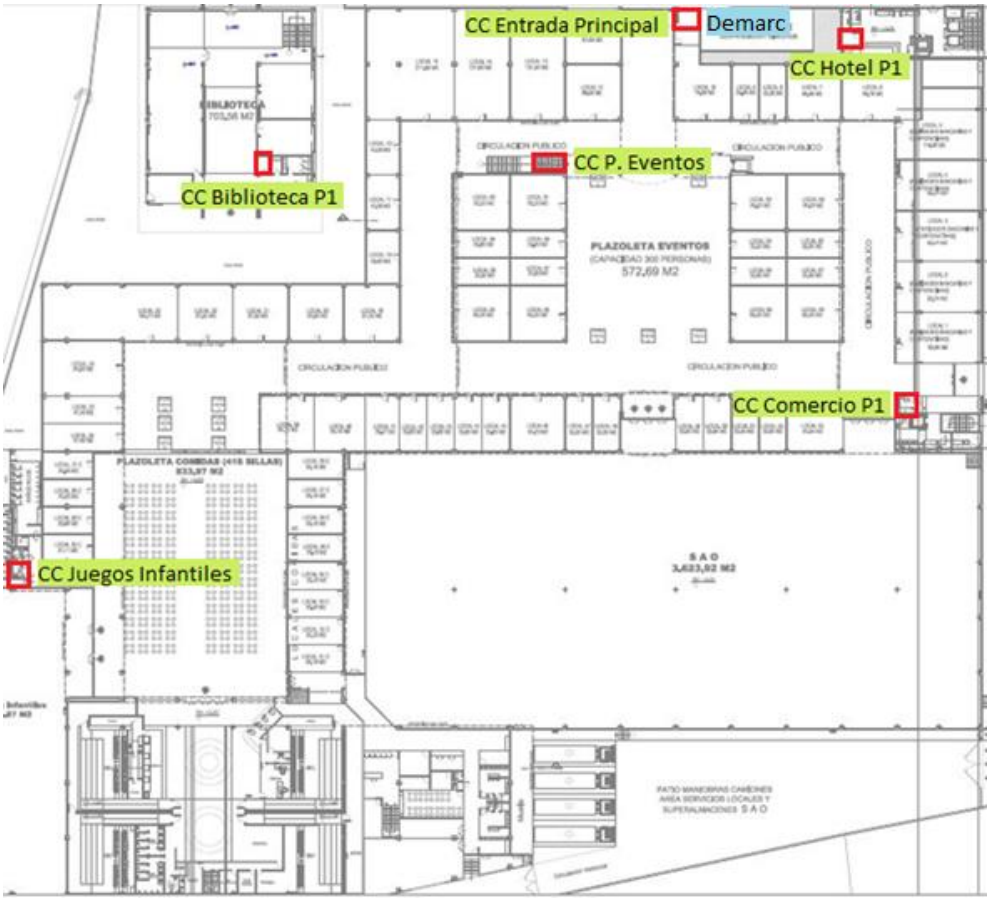


Figura 26 - Distribución de Centros de Cableado. Centro de Servicios Piso 1

En el primer piso del Centro de Servicios se tienen tres centros de cableado con los cuales se busca dar cobertura a toda la red de esta zona. Además, se cuenta con un centro de cableado adicional en el cual se realiza la conexión al Demarc, que es el punto de entrada de los servicios proporcionados por el ISP. Desde este centro de cableado se ejecuta la distribución del servicio a los demás cuartos de telecomunicaciones ubicados en el mismo Centro de Servicios, así como en la Biblioteca y el Hotel.

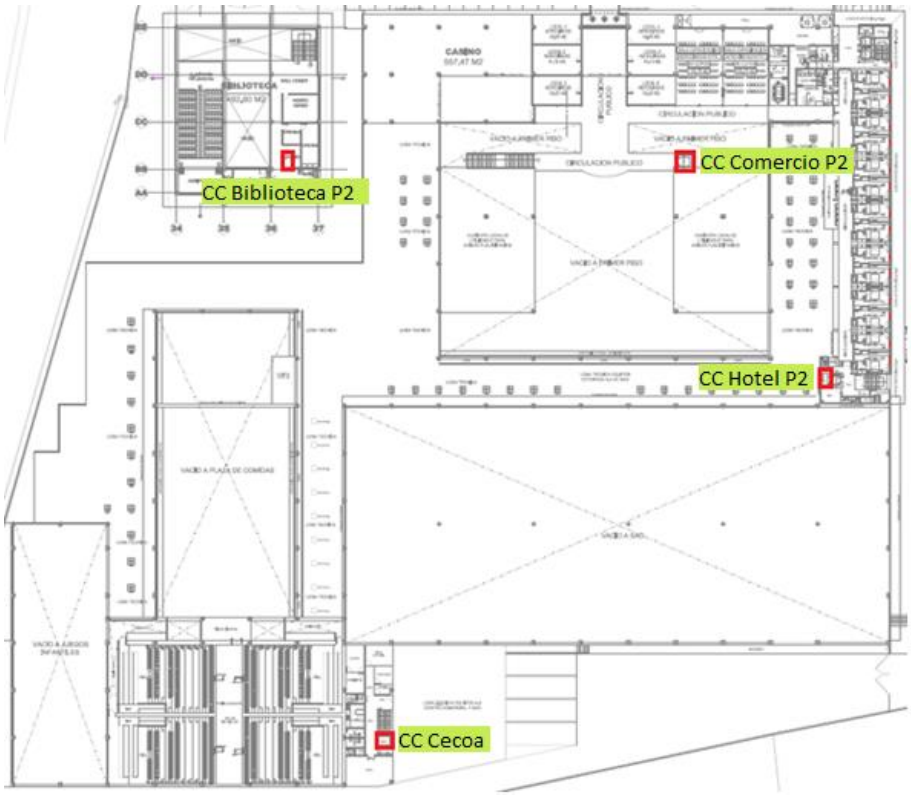


Figura 27 - Distribución de Centros de Cableado. Centro de Servicios Piso 2

En el segundo piso del centro de servicios se situarán dos centros de cableado los cuales darán cobertura a la red perteneciente a la zona comercial del segundo piso, y al centro de coordinación aeroportuaria (Cecoa)

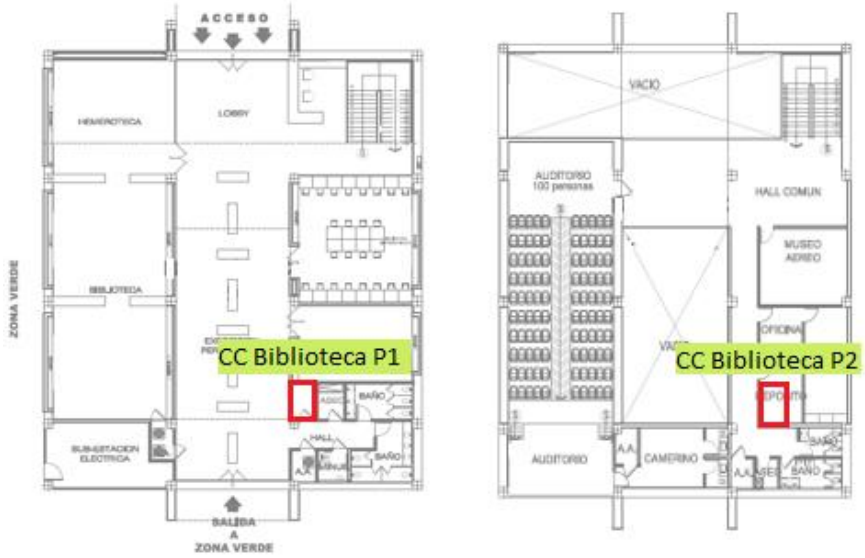


Figura 28 - Distribución de Centros de Cableado. Biblioteca

La biblioteca contará con dos centros de cableado, ubicando uno para cada piso. Así mismo, el hotel poseerá cinco cuartos de telecomunicaciones, distribuidos igualmente en los cinco pisos del mismo, como se muestra en las siguientes imágenes:

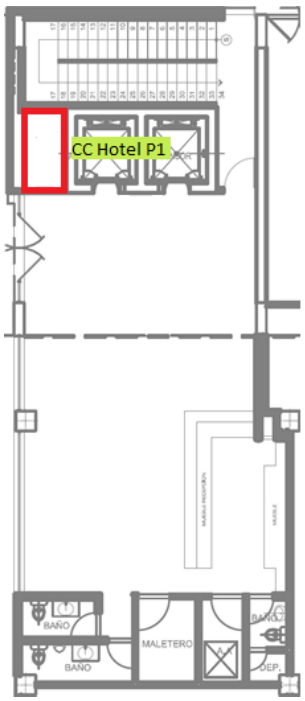


Figura 29 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 1

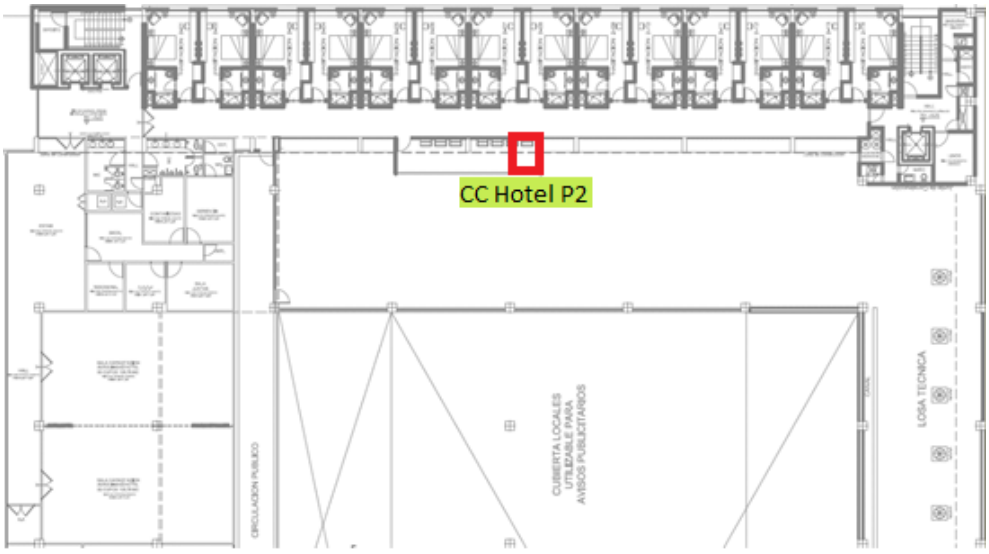


Figura 30 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 2

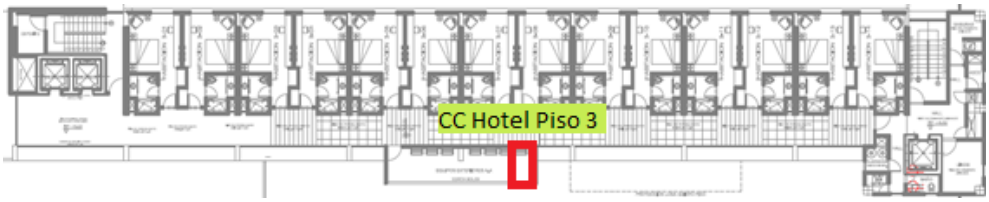


Figura 31 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 3

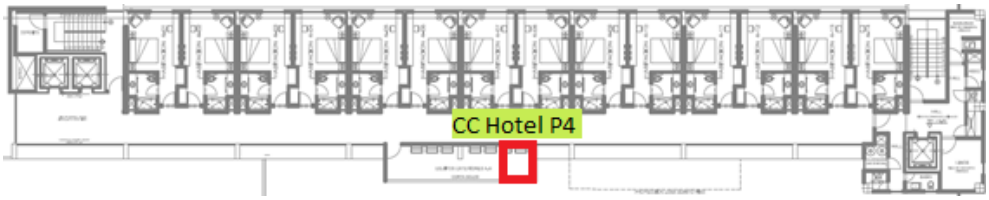


Figura 32 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 4

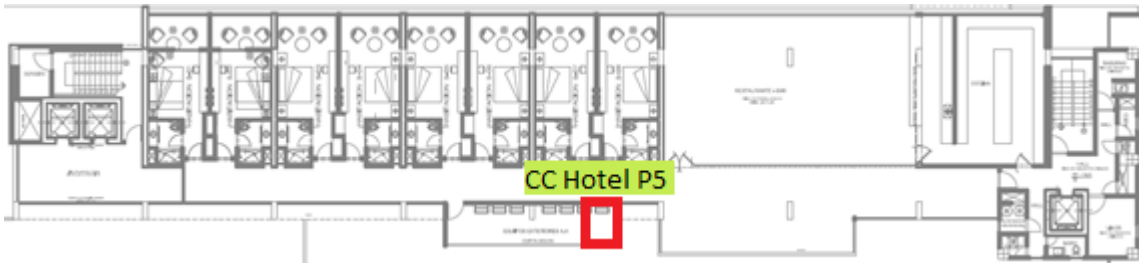


Figura 33 - Distribución de Centros de Cableado. Hotel Piso 5

Una vez definidos los centros de cableado es posible establecer la topología física que se empleará en este campus, la cual será de estrella extendida, teniendo como punto central el MDF, localizado en el *CC Entrada Principal* del Centro de Servicios.

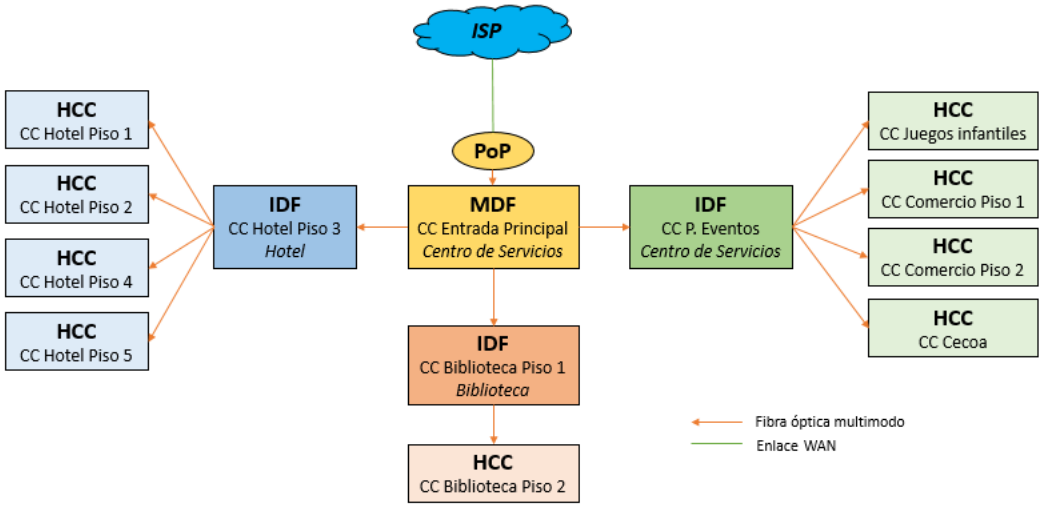


Figura 34 - Topología física de la red

Esta instalación tiene un distribuidor de campus (MDF), distribuidores de edificio en cada uno de los edificios (IDF) y distribuidores de planta en cada uno de los pisos de los tres edificios (HCC) de los cuales se despliega el cableado horizontal hasta las tomas de datos de los puestos de trabajo.

El cableado vertical, o Backbone, es decir, la conexión entre el MDF con los distintos IDF, y a su vez la conexión de los IDF con los HCC se realizará con fibra óptica multimodo de 62.5/125µm. La conexión del PoP con el MDF se hará igualmente con fibra óptica multimodo. Por otro lado, la conexión entre los distintos HCC y las áreas de trabajo se hace con cable UTP de categoría 6A, como se describe a continuación:

- Para el tendido de cableado Backbone de campus se utilizará una manguera de 12 fibras ópticas desde el distribuidor de campus hasta cada uno de los distribuidores de edificio. Las longitudes máximas permitidas para la conexión entre el MDF y los distintos IDF es de 2.700m para fibra monomodo y 1.700m para fibra multimodo.
- Para el tendido de cableado vertical de cada edificio se empleará una manguera de 12 fibras ópticas desde el distribuidor de edificio a cada uno de los distribuidores de planta de cada edificio. Esta opción se utiliza para conexiones de longitud máxima de 300m, tanto para fibra monomodo, como fibra multimodo.
- Para el tendido de cableado horizontal se utilizará cable de cobre UTP de categoría 6A, teniendo en cuenta que la longitud máxima entre los distribuidores de planta y las tomas de comunicaciones no debe ser superior a los 90m.

La distribución del cableado Backbone puede apreciarse a continuación:



Figura 35 - Distribución de cableado troncal

La distribución principal se realiza a partir del MDF (CC Entrada Principal), y llega a los distintos IDF de todos los edificios (CC Biblioteca P1, CC Hotel P3 y CC P. Eventos).

Desde los IDF se realiza una distribución de cableado que llega a los HCC a través de los buitrones que permiten la interconexión de los distintos pisos:

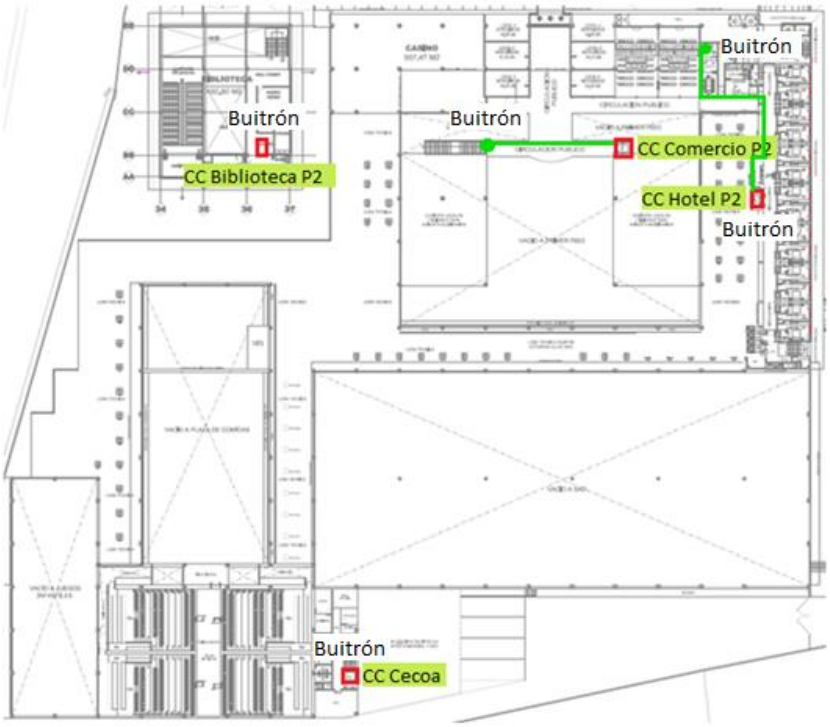


Figura 36 - Distribución de cableado troncal y buitrones

Para el caso del Centro de servicios, se tienen dos buitrones: el primero se encuentra junto al CC P. Eventos, por medio del cual se extiende el cableado hasta el CC Comercio P2. El segundo buitrón se encuentra junto a las salas de cine, permitiendo la llegada del cableado directamente hasta el CC Cecoa en el segundo piso.

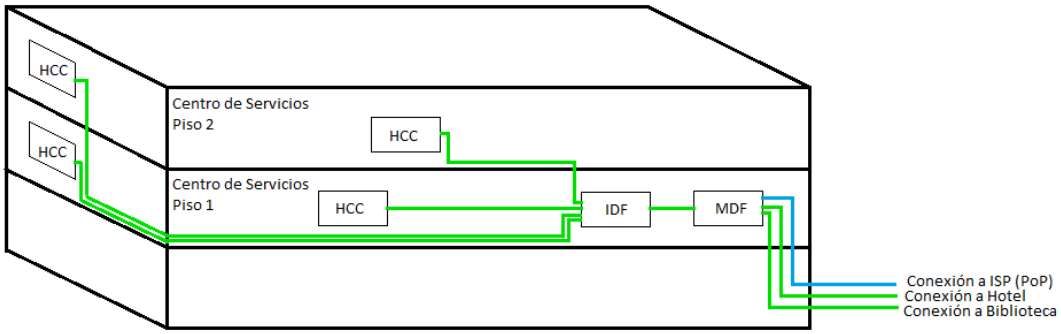


Figura 37 - Distribución de cableado troncal Centro de Servicios

En la biblioteca, dado que un centro de cableado está exactamente encima del otro, se establece un buitrón que permite la conexión directa entre estos dos.

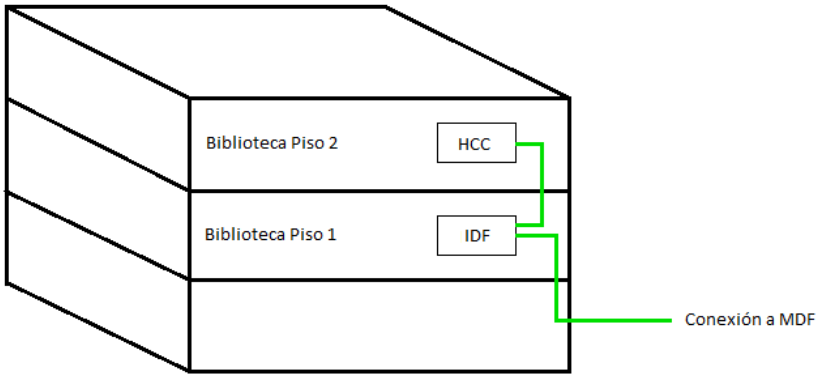


Figura 38 - Distribución de cableado troncal Biblioteca

En cuanto al hotel, dado que los centros de cableado de los pisos 2, 3, 4 y 5 se encuentran uno encima del otro, se establece un buitrón que une a estos cuatro centros de cableado. Para realizar la conexión con el centro de cableado del primer piso se ubica un buitrón en dicho lugar y por medio de canaletas se realiza la conexión con los demás centros de cableado.

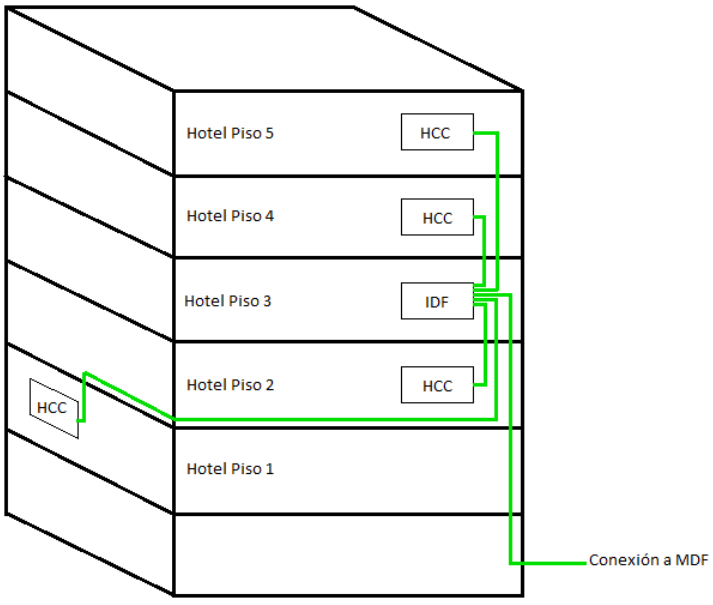


Figura 39 - Distribución de cableado troncal Hotel

Canaletas y bandejas: Para la distribución del cableado vertical se utilizarán bandejas tipo canasta, las cuales permiten una instalación fácil y rápida, además de ser ajustables y requerir poco mantenimiento. Se deben instalar techos falsos o dobles, para así tener un diseño más estético, como se ve en la siguiente figura.

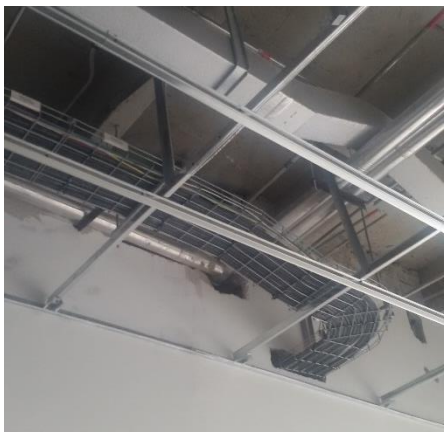


Figura 40 – Bandeja tipo canasta sobre techo falso

En las áreas de trabajo, el cableado se distribuirá por medio de canaletas contiguas a la pared, con unas dimensiones de 75mm x 50mm; la canaleta debe ser de preferencia metálica con división y pintura electroestática para aislar el cableado del ruido y eventualidades que se produzcan en el ambiente. La división permite aislar el cableado de datos del cableado de potencia AC o cualquier otro sistema que se implemente.

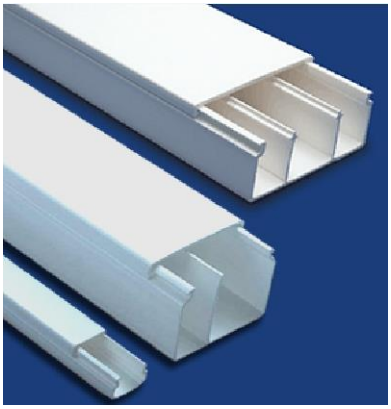


Figura 41 – Canaletas

Cable UTP: Dado que la mayoría de los enlaces que se desarrollarán en el diseño de esta red pertenecen a la tecnología Gigabit Ethernet, se debe instalar un sistema de cableado estructurado en el que se utilizará cable de categoría 6A, el cual alcanza frecuencias de 250MHz, recomendado para redes de alta velocidad de hasta 1Gbps.

Para un correcto funcionamiento de la red, el sistema de cableado horizontal instalado deberá cumplir con los siguientes requisitos, según la normatividad de Telecomunicaciones para edificios comerciales ANSI/TIA/EIA-568-b.2-10 (ANSI; EIA; TIA, 2001):

- Cable de tipo F/UTP con diámetro exterior de 7.36mm, que garantiza un Crosstalk virtualmente nulo
- Cada uno de los cables que componen el cableado horizontal no deben sobrepasar los 90m desde la salida en el cuarto de cableado hasta el área de trabajo. La longitud mínima de los mismos no debe ser menor a 15m.
- El radio mínimo de curvatura se debe mantener dentro de las especificaciones del fabricante en todo momento. Para tal fin, las vías de cableado deben ser seleccionadas de acuerdo con este requerimiento. (el radio máximo de curvatura no debe sobrepasar 4 veces el diámetro exterior del cable)
- No deben existir empalmes en cada enlace entre el rack de cada piso, y los puntos de conexión en el área de trabajo, es decir, todos los dispositivos se deben conectar entre sí por medio de una única pieza de cable.
- En el área de trabajo debe existir una reserva de 30cm de cable, en caso de UTP, y de 1m, en caso de fibra óptica.
- En el cuarto de cableado debe existir una reserva de 1,5m para todos los tipos de cable, los cuales se deben almacenar adecuadamente en bandejas y demás tipos de soporte.

Teniendo en cuenta la norma EIA/TIA-606 (ANSI; EIA; TIA, 2009), cada terminación de cableado debe tener una etiqueta que lo identifique, tanto de lado de los equipos como de lado de los centros de cableado, es decir, cada uno de los extremos de cada cable recibirá un nombre.

Racks: En cada uno de los centros de cableado pertenecientes a los tres edificios del aeropuerto, se utilizarán racks de 19 pulgadas de ancho, con sus respectivos organizadores verticales, con base en los estándares ANSI/TIA/EIA-568-A (ANSI/EIA/TIA, 2012) y ANSI/TIA/EIA-569 (ANSI; EIA; TIA, 2001). Dentro de estos racks se instalarán los correspondientes switches, equipos de voz (BE6000, VG310) y patch panel.



Figura 42 - Rack de 19 pulgadas

Patch Panel: Los patch panel serán angulados, para minimizar el radio de curvatura del cableado dentro del centro de cableado. Estos patch panel permiten conexión cruzada, cumpliendo con la norma EIA que establece los requisitos de montaje en racks de 19 pulgadas para cableado de categoría 6 y 6A ANSI/TIA/EIA-568-b.2-10 (ANSI/EIA/TIA, 2012).

Se deben elegir preferiblemente patch panel con conexiones RJ45 aterrizadas, para evitar el uso de cables y demás elementos externos para realizar la conexión a tierra.



Figura 43 - Patch Panel Angulado

Conectores y Faceplates: Para la conexión de los distintos dispositivos a través del cable UTP se deben utilizar conectores RJ45 con capacidad para la terminación de cables de calibre 22, 24 y 26 AWG. Estos conectores deben ser construidos con material termoplástico de alto impacto que actúe como retardante de flama, inhibidor de rayos UV.

Se utilizarán faceplates dobles, que permitan la instalación de dos jacks RJ45. En aquellos casos que solo sea necesario un conector, el espacio sobrante se debe tapar con la tapa apropiada.



Figura 44 – Faceplate

Energía: En cada uno de los racks se deben instalar multitomas reguladas, con el fin de energizar los switches y demás dispositivos de la red que lo requieran. Además, se deben realizar los respectivos acondicionamientos de las tierras, según lo establece el estándar ANSI/TIA/EIA-607 (ANSI; EIA; TIA, 2009). Los centros de cableado deben disponer de una toma de tierra, conectada al sistema de puesta a tierra general de la instalación eléctrica de cada uno de los edificios.

Teniendo en cuenta lo anterior, todos los componentes metálicos, ya sean de la estructura o del mismo cableado, (tuberías, canaletas, paneles, equipos y demás) deben ser llevados a tierra para evitar descargas eléctricas por acumulación estática, así como las salidas eléctricas para computadores y demás dispositivos, deben ser polarizados y llevados a una tierra común.

Para evitar pérdidas de información importantes, los equipos de comunicaciones y computadoras principales serán conectados a una UPS de 20kVA.


Figura 45 - UPS 160kVA

Todas las instalaciones internas deben ser certificadas de acuerdo con el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE. (León & Barrientos, 2013)

6.3. Ubicación: Biblioteca

La Biblioteca del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó consta de dos pisos en los cuales se ubicarán dos salas de informática, dos oficinas administrativas, una recepción y un auditorio para conferencias y demás eventos. Los requerimientos de la red planteados por la empresa Airplan son los siguientes:

- Cada una de las salas de informática cuenta con 30 computadores.
- En este edificio se instalarán un total de 10 cámaras de vigilancia.
- Se tiene como referencia la altura de los pisos de aproximadamente 5,3 metros.
- Se estima una cantidad de 150 usuarios conectados a la red inalámbrica: 100 usuarios en el auditorio, y 50 usuarios distribuidos en las demás zonas de la biblioteca.
- Se requiere un total de 10 teléfonos para ubicar en los lugares solicitados por el personal de la biblioteca a lo largo de los dos pisos de la misma.
- Todas las extensiones telefónicas de este lugar deben ser terminales de telefonía IP.

Gracias a la información proporcionada por Airplan, se puede realizar una inspección del sitio de manera remota. De esta información se tiene que el primer piso de la biblioteca está compuesto por la hemeroteca, el lobby y la recepción, las dos salas de informática, dos salas de estudio, una sub-estación eléctrica, baños, el cuarto de aseo y un área común (exposición permanente).

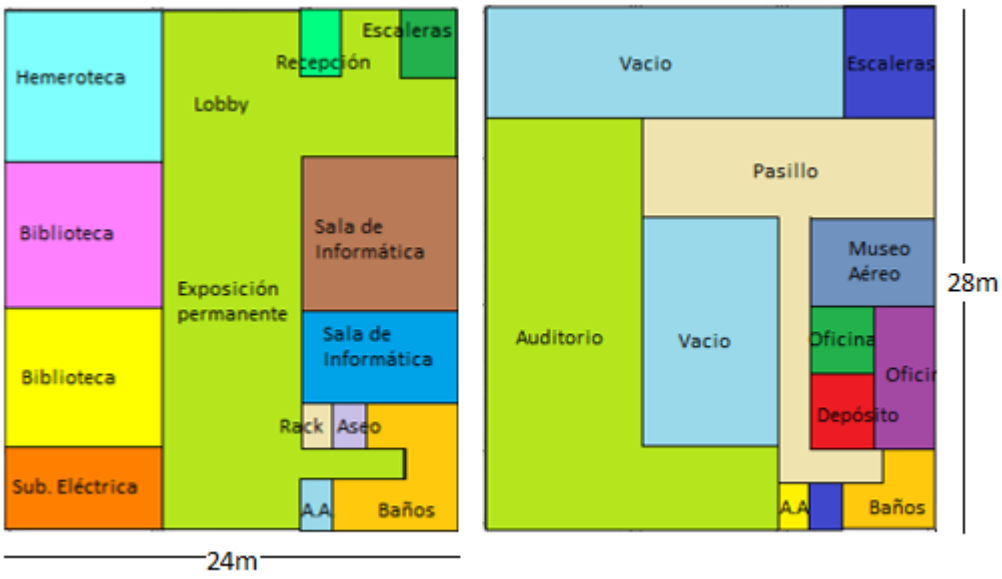


Figura 46 - Distribución espacial Biblioteca. Piso 1 (Izquierda) y Piso 2 (Derecha)

6.3.1. Diseño de la red LAN

Con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, se obtuvieron los planos de los edificios, y se situaron en ellos los centros de cableado, teniendo

en cuenta las distancias entre los mismos y los dispositivos, con el fin de cumplir la normatividad descrita anteriormente.

Para el desarrollo de este proyecto, se analizaron los diseños estructurales, a través de los planos y las fotografías provistas, para así poder detectar la distribución de oficinas, habitaciones, salas y demás puntos que harán parte de los mismos.

En las siguientes imágenes se observa el área para la cual se despliega el diseño de la red; algunas de estas imágenes son renders computarizados de la construcción final, ya que, al momento de realizar el diseño, la construcción no se encuentra finalizada en su totalidad, además, con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, se obtuvieron los planos de los edificios, y se situaron en ellos los centros de cableado, teniendo en cuenta las distancias entre los mismos y los dispositivos, con el fin de cumplir la normatividad descrita anteriormente.

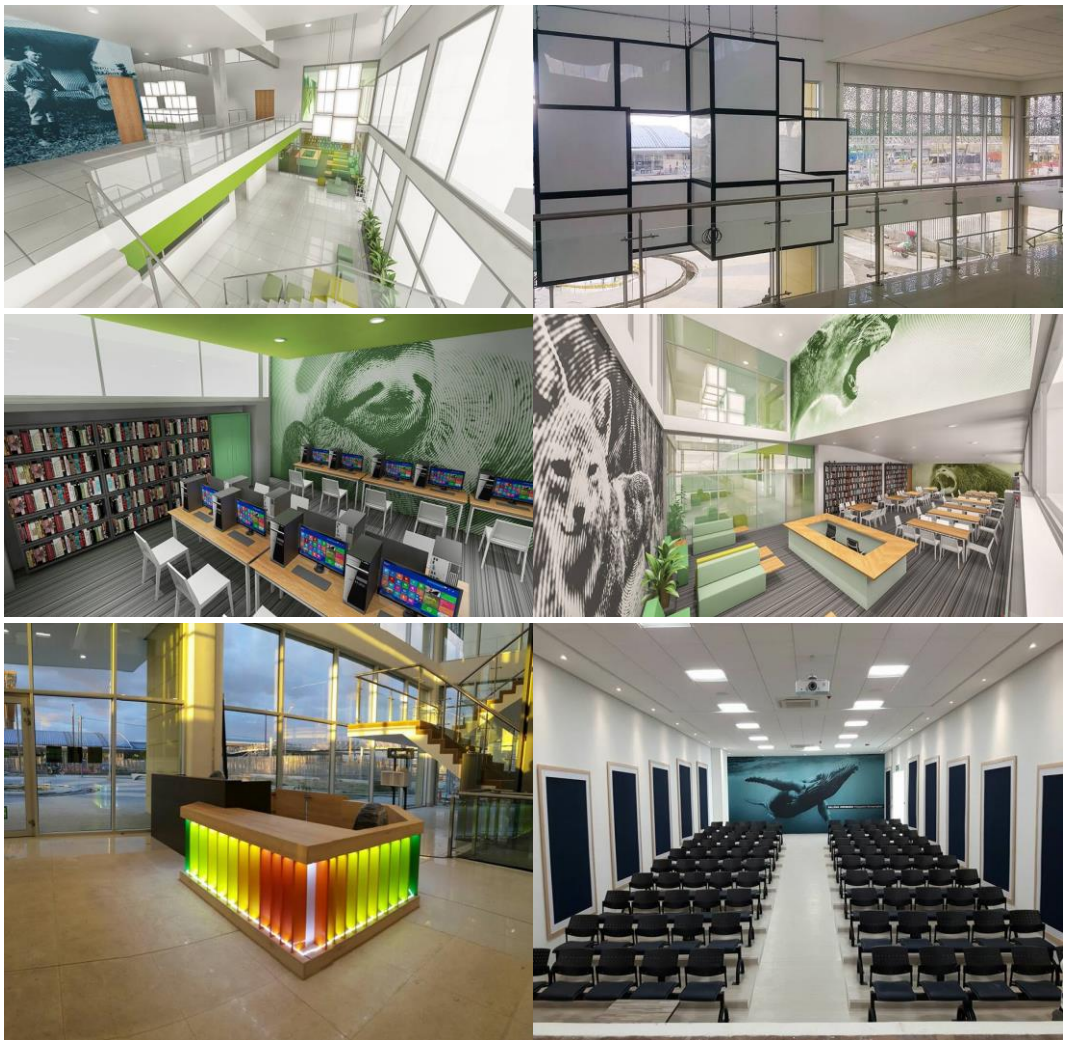


Figura 47 – Biblioteca (Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó, s.f.)

El área de la biblioteca tendrá unas dimensiones de 24m de ancho por 28m de largo. La altura de los pisos es de 5,3m. En el primer piso se ubicará el centro de cableado principal, el cual se conectará al centro de cableado del segundo piso a través de enlaces de fibra óptica verticales. Gracias a estas imágenes, las cuales son proyecciones que muestran el resultado esperado, se pueden detectar zonas y objetos que dificulten el despliegue de la red diseñada, tales como estructuras metálicas, paredes, puertas, ventanas, entre otros.

A continuación, se muestra el estado actual de la obra, la cual no se encuentra finalizada; ya que la información proporcionada al momento de realizar el diseño no es el producto final de la obra en construcción, la implementación de este puede variar, sin embargo, el avanzado estado de la misma permite tener bastante claridad para el desarrollo de un diseño de red muy acertado.



Figura 48 - Biblioteca (Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó, s.f.)

En el centro de cableado del primer piso se conectarán la controladora, y los equipos de telefonía. Los Access Points de cada piso se conectarán al centro de cableado del piso correspondiente, cumpliendo así con los estándares propuestos por la norma ANSI/TIA/EIA-568-A (ANSI/EIA/TIA, 2012). La topología de red para la Biblioteca es la siguiente:

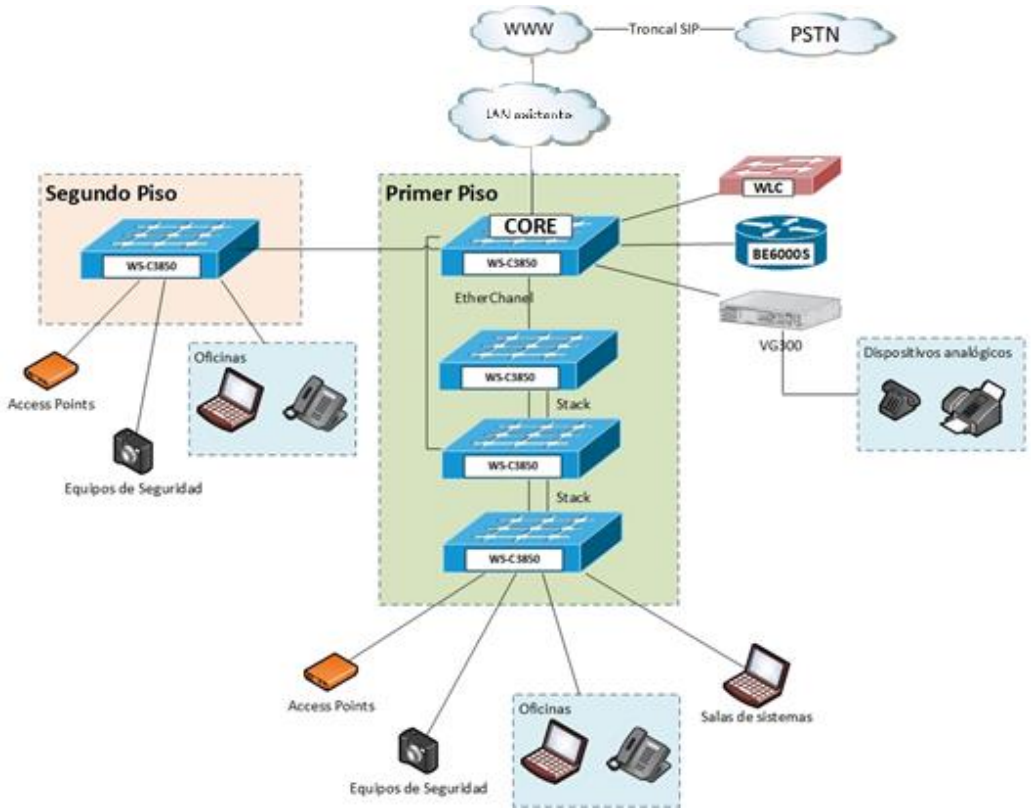


Figura 49 – Topología básica Biblioteca

6.3.1.1. Configuración de VLANs

Con el fin de realizar la segmentación de la red se crearán las siguientes VLANs de acuerdo con la necesidad de conexión:

VLAN	DESCRIPCIÓN
1	Default
10	Usuarios
20	Telefonía IP
30	SSID1
40	SSID2
50	Seguridad
60	Equipos Especiales
90	Gestión

900	VLAN Parqueo

Tabla 1 - Definición de VLANs. Biblioteca

La configuración de las VLAN en los switches Cisco se introduce de la siguiente forma:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 10
Switch(config-vlan)# name USUARIOS
Switch(config-vlan)# vlan 20
Switch(config-vlan)# name TELEFONIA_IP
Switch(config-vlan)# vlan 30
Switch(config-vlan)# name SSID1
Switch(config-vlan)# vlan 40
Switch(config-vlan)# name SSID2
Switch(config-vlan)# vlan 50
Switch(config-vlan)# name SEGURIDAD
Switch(config-vlan)# vlan 60
Switch(config-vlan)# name EQUIPOS_ESPECIALES
Switch(config-vlan)# vlan 90
Switch(config-vlan)# name GESTION
Switch(config-vlan)# vlan 900
Switch(config-vlan)# name PARQUEO
Switch(config-vlan)# end
Switch#
```

Figura 50 - Configuración VLANs. Biblioteca

- Los puertos del switch de los centros de cableado, se configurarán en modo acceso para las conexiones a las impresoras y los puestos de trabajo.
- Para la conexión de teléfonos y puestos de trabajo, se dejará configurada la VLAN 20 como Voice Vlan, independiente de la Vlan de datos. Esto garantiza que se diferencien las marcaciones de QoS del teléfono de los del PC.

6.3.1.2. Direccionamiento

Se asignará un direccionamiento específico para cada una de las VLAN, que se estipulan en el diseño. Esta configuración se realiza de la siguiente forma:

VLAN	DIRECCIONAMIENTO	MASCARA
GESTION	10.10.0.0	255.255.255.192

USUARIOS	172.16.0.0	255.255.255.0
SSID	172.16.1.0	255.255.255.0
SSID2	172.16.2.0	255.255.255.0
TELEFONIA IP	172.16.3.0	255.255.255.128
EQUIPOS ESPECIALES	172.16.3.128	255.255.255.128
SEGURIDAD	172.16.4.0	255.255.255.129

Tabla 2 - Direccionamiento Biblioteca

6.3.1.3. Distribución de puertos del Switch

Con el propósito de facilitar las conexiones y la organización de los puertos, a continuación, se describe la distribución por puerto para los switches WS-C3850-24T-S

Puerto	Tipo	VLAN
1	Punto Datos/VoIP	10-20
2	Punto Datos/VoIP	10-20
3	Punto Datos/VoIP	10-20
4	Punto Datos/VoIP	10-20
5	Punto Datos/VoIP	10-20
6	Punto Datos/VoIP	10-20
7	Punto Datos/VoIP	10-20
8	Punto Datos/VoIP	10-20
9	Punto Datos/VoIP	10-20
10	Punto Datos/VoIP	10-20
11	Punto Datos/VoIP	10-20
12	Punto Datos/VoIP	10-20
13	Punto Datos/VoIP	10-20
14	Punto Datos/VoIP	10-20
15	Punto Datos/VoIP	10-20
16	Punto Datos/VoIP	10-20
17	Access Point	30-40
18	Access Point	30-40
19	Access Point	30-40
20	Puertos especiales	Según caso
21	Puertos especiales	Según caso

22	Puertos especiales	Según caso
23	Puertos especiales	Según caso
24	Troncal	ALL permit
25	Uplink	ALL permit
26	Uplink	ALL permit
27	Uplink	ALL permit
28	ETHER-CHANNEL	ALL permit

Tabla 3 - Distribución de puertos. Switch Biblioteca

6.3.1.4. Configuración de Puertos

La configuración para cada tipo de interfaz se muestra a continuación:

- Puertos de Datos y VoIP (Oficinas y Recepción)

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description Puesto-trabajo
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 20
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 51 - Configuración Puertos Oficinas y Recepción

- Puertos para equipos de Seguridad (Cámaras)

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/23
Switch(config-if)# description VLAN_SEGURIDAD
Switch(config-if)# switchport access vlan 50
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 52 - Configuración de puertos para equipos de seguridad

- Puertos para equipos especiales

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/22
Switch(config-if)# description Equipos_Especiales
Switch(config-if)# switchport access vlan 60
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 53 - Configuración de puertos para equipos especiales

- Puertos hacia el router

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/24
Switch(config-if)# description Conexion_ROUTER
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 10-60,90
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# storm-control unicast level 50.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 54 – Configuración de puertos hacia el router

- Puertos libres

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/10
Switch(config-if)# description LIBRE
Switch(config-if)# switchport access vlan 900
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 55 - Configuración de puertos libres

6.3.1.5. Configuración EtherChannel Switches Piso 1 y 2

Se configurarán puertos ether-channel, sobre los dos primeros Switches del stack de los centros de cableado de piso 1 y piso 2, para tener redundancia y mejorar el ancho de banda del enlace. Se debe configurar un Channel-group X, donde X es el número del EtherChannel.

Esta configuración se realiza ingresando los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/0/24
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport trunk allowed 1,10-60,90
Switch(config-if)# channel-group X mode active
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 56 - Configuración Ether-Channel. Biblioteca

6.3.2. Diseño de la red WLAN

A través de la información suministrada por el cliente, se realizó un reconocimiento del sitio, mediante el cual se identificaron las zonas de cobertura y posibles lugares de instalación de los Access Points, además se identificaron las zonas de colocación de equipos de red, requerimientos de cableado entre otros elementos necesarios para el diseño de la solución LAN, WLAN y ToIP.

Con el fin de ejecutar el estudio de red inalámbrica se utilizó la herramienta de planning *Ekahau Site Survey (ESS)*, la cual es un software especializado certificado por Cisco para diseñar redes WLAN. Para llevar a cabo esta tarea, se identifican los obstáculos que afectarán la cobertura de la señal WiFi (paredes, ventanas, estructuras metálicas, rejillas de aire acondicionado, entre otras), y se establecen otros parámetros, tales como número de clientes, tipos de dispositivos a conectar, altura y dimensiones del área a cubrir, entre otros. Esta herramienta permite elegir también la marca y modelo de los Access Points que se desean utilizar, para así realizar una simulación muy precisa que permita visualizar el comportamiento de la futura red, proponiendo automáticamente el número de dispositivos que se deben utilizar, la ubicación más óptima y canales de operación en las diferentes bandas de frecuencia.



Figura 57 - Ekahau Site Survey

Se realiza un Site Survey para encontrar la mejor ubicación de los Access Points *Cisco Aironet 2800 Series (AIR-AP2802E-A-K9) en el área de la Biblioteca.* Basados en la información recolectada, se obtienen los mapas de calor que indican las zonas de cobertura:



Figura 58 - Mapa de Calor Biblioteca. Piso 1

Al situar los Access Points en la ubicación propuesta se garantiza la cobertura de la señal inalámbrica en toda el área del primer piso.



Figura 59 - Mapa de Calor Biblioteca. Piso 2

Para el segundo piso de la biblioteca, se garantiza la cobertura de señal inalámbrica principalmente en el auditorio y en las zonas comunes.

Se debe tener en cuenta que los Access Points instalados sobre o cerca de estructuras metálicas o columnas de concreto son propensos a pérdida de señal, y esto no se considera como una buena práctica.

De la simulación anterior se observa que se tendrán un total de 5 Access Points en el área de la biblioteca, distribuidos en ambos pisos de la siguiente forma:

Zona	Número de APs
Piso 1	2
Piso 2	3
Total	**5**

Tabla 4 - Resumen de APs por piso. Biblioteca

6.3.3. Diseño de la red de Telefonía IP

La solución está basada en un equipo Cisco Business Edition 6000, el cual será instalado en el centro de cableado principal y ofrecerá las características de control y capacidades de voz necesarias para abastecer la solución hacia los teléfonos IP de la recepción y las oficinas administrativas, y hacia el Voice Gateway Cisco VG310, y estos a su vez a las terminales telefónicas análogas que tenga conectadas.

Este dispositivo debe ser provisto de una troncal SIP de por lo menos 15 canales para ofrecer la integración hacia la red de telefonía pública conmutada (PSTN) como se indica en el diagrama general de la arquitectura.

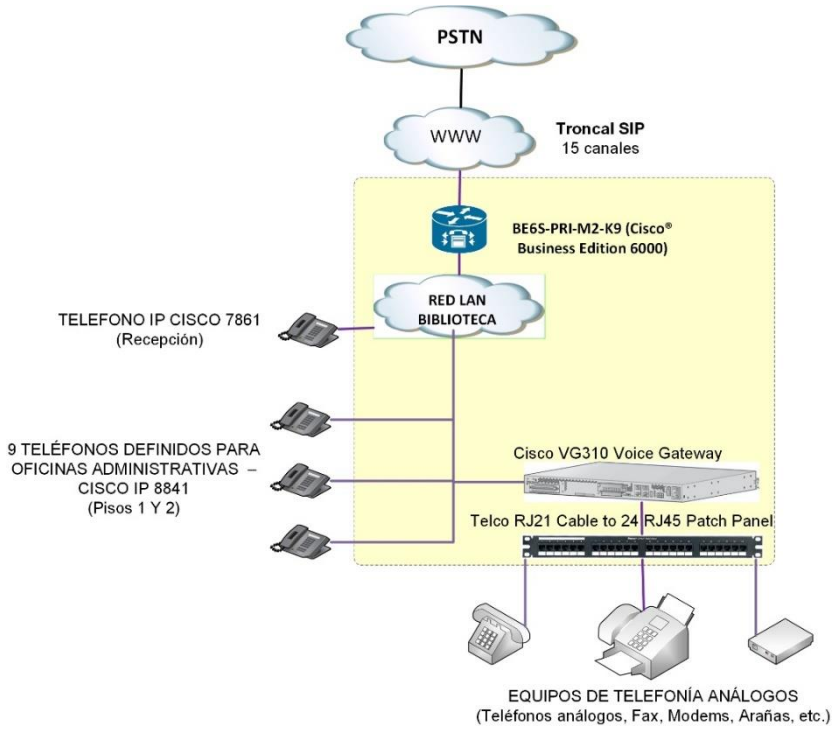


Figura 60 - Topología básica Telefonía. Biblioteca

Como se puede apreciar en la anterior figura, esta incluye la implementación de un equipo Cisco VG310 (Analog Voice Gateway). La integración entre los Voice Gateway y el CUCM se realiza mediante el protocolo SIP (Session Initiation Protocol - Protocolo de inicio de sesión). El direccionamiento IP para la red de telefonía se realizará de forma dinámica a través de DHCP, configurado en el switch Core de la red LAN.

Para la recepción se tiene prevista la implementación de un Teléfono IP Cisco UC 7861, mientras que en las oficinas administrativas se instalarán teléfonos Cisco IP Phone 8841.

6.3.3.1. Plan de Numeración

Con el propósito de facilitar el uso de la solución a los usuarios de la Biblioteca, se propone asignar a cada extensión, números de tres dígitos comenzando desde el 101 hasta el 109. También con el fin de facilitar el uso de la solución al usuario se propone asignar al teléfono de la recepción la extensión 9, como se muestra en la siguiente tabla:

Ubicación	Extensión
Oficina 1	101
Oficina 2	102
Oficina 3	103
Oficina 4	104
Oficina 5	105
Oficina 6	106
Oficina 7	107
Oficina 8	108
Oficina 9	109
Recepción	9

Tabla 5 - Asignación de Extensiones Biblioteca

6.4. Ubicación: Hotel

El Hotel del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó cuenta con 50 habitaciones distribuidas en cuatro pisos, dos salas de capacitación, un restaurante y una recepción. Los requerimientos de la red planteados por la empresa Airplan son los siguientes:

- La red inalámbrica debe soportar transmisión de voz, datos y video.
- Se tiene como referencia la altura de los pisos de aproximadamente 2,4 metros, excepto para el lobby, cuya altura es de aproximadamente 5,3 metros.
- En los pisos de habitaciones, los Access Points deben ubicarse en los pasillos.
- Se estima una cantidad de 250 usuarios conectados a la red inalámbrica: 80 usuarios conectados en las salas de capacitación (ubicadas en el piso 2), 100 usuarios conectados en el restaurante (ubicado en el piso 5) y 70 usuarios conectados en los distintos pisos del hotel, incluyendo el lobby.
- Todas las extensiones telefónicas de este lugar deben ser terminales de telefonía IP, a excepción de los 4 teléfonos de emergencia que estarán ubicados en las zonas de los ascensores en los pisos 2, 3, 4 y 5, y un teléfono de emergencia que estará localizado en el área de la piscina.
- En las áreas del restaurante y la piscina, se deben implementar teléfonos inalámbricos.

Con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, la empresa Airplan proporciona los planos del hotel, los cuales se observan a continuación:

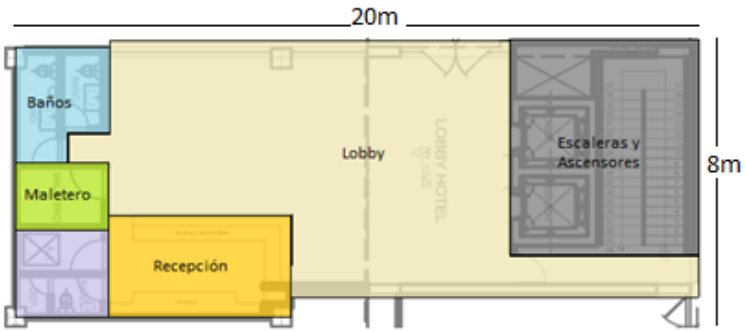


Figura 61 - Distribución espacial Hotel. Piso 1

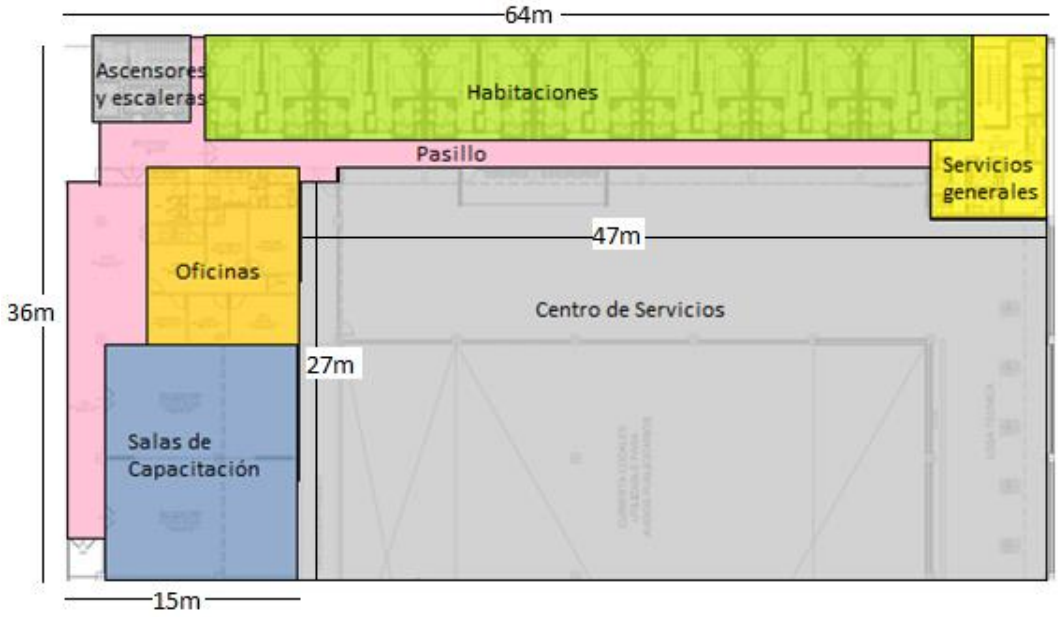


Figura 62 - Distribución espacial Hotel. Piso 2

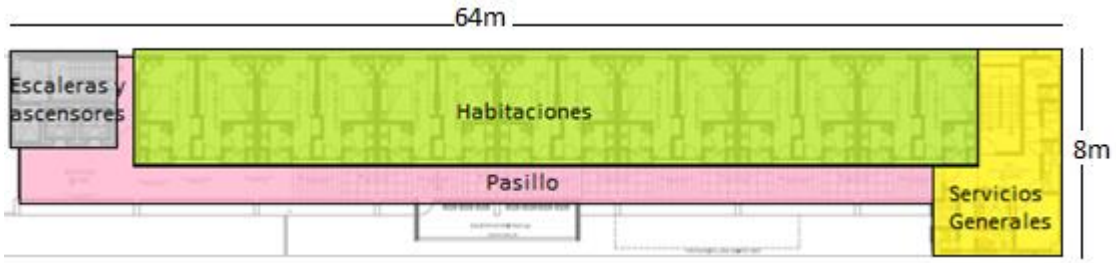


Figura 63 - Distribución espacial Hotel. Piso 3

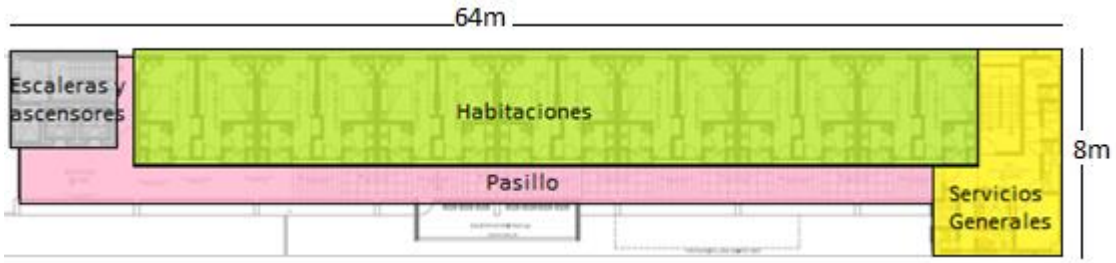


Figura 64 - Distribución espacial Hotel. Piso 4



Figura 65 - Distribución espacial Hotel. Piso 5

Al realizar el estudio y verificación de la información entregada, se establece la ubicación de los cuartos de cableado, en los cuales convergerán todos los puntos de voz y datos que componen esta red, para cada una de las edificaciones.

6.4.1. Diseño de la red LAN

Con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, se obtuvieron los planos de los edificios, y se situaron en ellos los centros de cableado, teniendo en cuenta las distancias entre los mismos y los dispositivos, con el fin de cumplir la normatividad descrita anteriormente.

En las siguientes imágenes se observa el área para la cual se despliega el diseño de la red; algunas de estas imágenes son renders computarizados de la construcción final, ya que, al momento de realizar el diseño, la construcción no se encuentra finalizada en su

totalidad, además, con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, se obtuvieron los planos de los edificios, y se situaron en ellos los centros de cableado, teniendo en cuenta las distancias entre los mismos y los dispositivos, con el fin de cumplir la normatividad descrita anteriormente.



Figura 66 – Hotel (Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó, s.f.)

El área del hotel tendrá unas dimensiones de 8m de largo por 20m de ancho para el primer piso, en el cual se encuentra el lobby. La altura de este piso es de 5,3m. Los demás pisos tienen unas dimensiones de 64m de largo por 8m de ancho, con una altura de 2,4m. Gracias a estas imágenes se pueden detectar zonas y objetos que dificulten el despliegue de la red diseñada, tales como estructuras metálicas, sistemas de aire acondicionado, paredes, puertas, ventanas, entre otros.

En el primer piso se ubicará el centro de cableado principal, el cual se conectará al centro de cableado de los demás pisos a través de enlaces de fibra óptica verticales, según como se indica en el diagrama general de topología. En el centro de cableado del primer piso se conectarán la controladora, y los equipos de telefonía. Los Access Points de cada piso se conectarán al centro de cableado del piso correspondiente, cumpliendo

así con los estándares propuestos por la norma ANSI/TIA/EIA-568-A (ANSI/EIA/TIA, 2012).

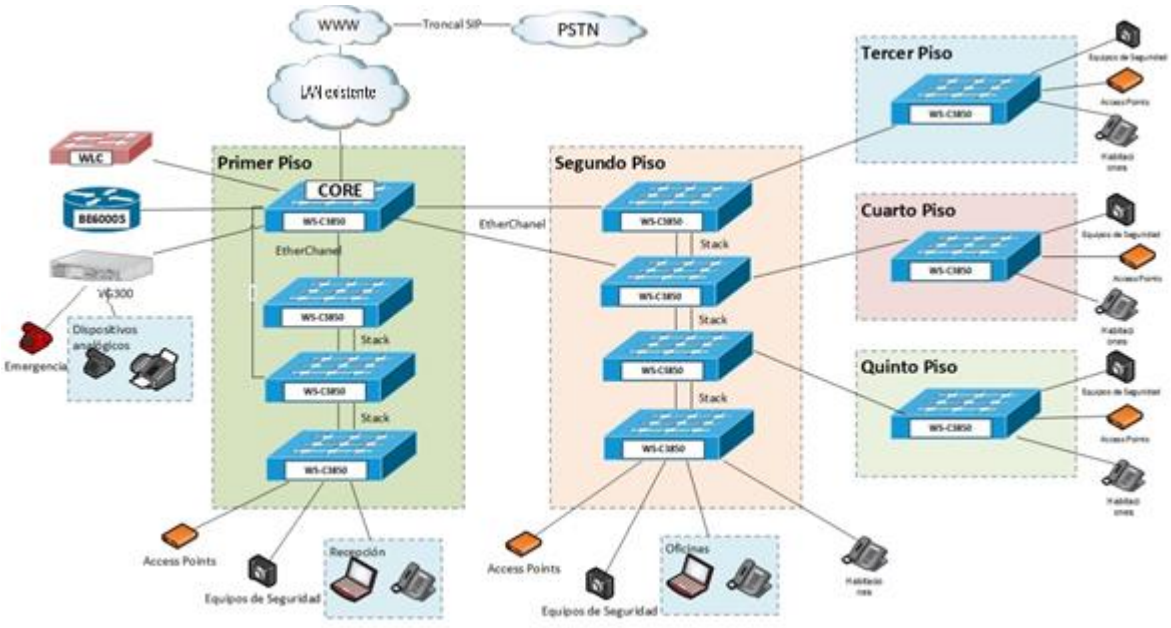


Figura 67 – Topología general Hotel

6.4.1.1. Configuración de VLANs

Con el fin de realizar la segmentación de la red se crearán las siguientes VLANs de acuerdo con la necesidad de conexión:

VLAN	DESCRIPCIÓN
1	Default
10	Usuarios
20	Telefonía IP
30	SSID1
40	SSID2
50	Seguridad
60	Equipos Especiales
90	Gestión
900	VLAN Parqueo

Tabla 6 - Definición de VLANs. Hotel

La configuración de las VLAN en los switches Cisco se introduce de la siguiente forma:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 10
Switch(config-vlan)# name USUARIOS
Switch(config-vlan)# vlan 20
Switch(config-vlan)# name TELEFONIA_IP
Switch(config-vlan)# vlan 30
Switch(config-vlan)# name SSID1
Switch(config-vlan)# vlan 40
Switch(config-vlan)# name SSID2
Switch(config-vlan)# vlan 50
Switch(config-vlan)# name SEGURIDAD
Switch(config-vlan)# vlan 60
Switch(config-vlan)# name EQUIPOS_ESPECIALES
Switch(config-vlan)# vlan 90
Switch(config-vlan)# name GESTION
Switch(config-vlan)# vlan 900
Switch(config-vlan)# name PARQUEO
Switch(config-vlan)# end
Switch#
```

Figura 68 - Configuración VLANs. Hotel

- Los puertos del switch de los centros de cableado, se configurarán en modo acceso para las conexiones a las impresoras y los puestos de trabajo.
- Para la conexión de teléfonos y puestos de trabajo, se dejará configurada la VLAN 20 como Voice Vlan, independiente de la Vlan de datos. Esto garantiza que se diferencien las marcaciones de QoS del teléfono de los del PC.

6.4.1.2. Direccionamiento

Se asignará un direccionamiento específico para cada una de las VLAN, que se estipulan en el diseño. Esta configuración se realiza de la siguiente forma:

VLAN	DIRECCIONAMIENTO	MASCARA
GESTION	10.10.0.0	255.255.255.192
USUARIOS	172.16.0.0	255.255.255.0

SSID	172.16.1.0	255.255.255.0
SSID2	172.16.2.0	255.255.255.0
TELEFONIA IP	172.16.3.0	255.255.255.128
EQUIPOS ESPECIALES	172.16.3.128	255.255.255.128
SEGURIDAD	172.16.4.0	255.255.255.129

Tabla 7 - Direccionamiento Hotel

6.4.1.3. Distribución de puertos del Switch

Con el propósito de facilitar las conexiones y la organización de los puertos, a continuación, se describe la distribución por puerto para los switches WS-C3850-24T-S y WS-C3850-24P-S:

Puerto	Tipo	VLAN
1	Punto Habitación	10-20
2	Punto Habitación	10-20
3	Punto Habitación	10-20
4	Punto Habitación	10-20
5	Punto Habitación	10-20
6	Punto Habitación	10-20
7	Punto Habitación	10-20
8	Punto Habitación	10-20
9	Punto Habitación	10-20
10	Punto Habitación	10-20
11	Punto Habitación	10-20
12	Punto Habitación	10-20
13	Punto Habitación	10-20
14	Punto Habitación	10-20
15	Punto Habitación	10-20
16	Punto Habitación	10-20
17	Punto Habitación	10-20
18	SEGURIDAD	50
19	SEGURIDAD	50
20	SEGURIDAD	50
21	SEGURIDAD	50
22	SEGURIDAD	50
23	SEGURIDAD	50

24	SEGURIDAD	50
25	SEGURIDAD	50
26	SEGURIDAD	50
27	SEGURIDAD	50
28	EtherChannel	ALL permit

Tabla 8 - Distribución de puertos Switch No PoE. Hotel

Puerto	Tipo	VLAN
1	Access Point	30-40
2	Access Point	30-40
3	Access Point	30-40
4	Access Point	30-40
5	Access Point	30-40
6	Access Point	30-40
7	Access Point	30-40
8	Access Point	30-40
9	Access Point	30-40
10	Access Point	30-40
11	Punto Habitación	10-20
12	Punto Habitación	10-20
13	Punto Habitación	10-20
14	Punto Habitación	10-20
15	Punto Habitación	10-20
16	SEGURIDAD	50
17	SEGURIDAD	50
18	SEGURIDAD	50
19	SEGURIDAD	50
20	SEGURIDAD	50
21	SEGURIDAD	50
22	SEGURIDAD	50
23	SEGURIDAD	50
24	SEGURIDAD	50
25	SEGURIDAD	50
26	Uplink	ALL permit
27	Uplink	ALL permit
28	Etherchannel	ALL permit

Tabla 9 - Distribución de puertos Switch PoE. Hotel

6.4.1.4. Configuración de Puertos

La configuración para cada tipo de interfaz se muestra a continuación:

- Puertos para habitaciones

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description Punto_Habitación
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 20
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 69 – Conf. Puertos Habitaciones

- Puertos para equipos de Seguridad (Cámaras)

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/23
Switch(config-if)# description VLAN_SEGURIDAD
Switch(config-if)# switchport access vlan 50
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 70- Puertos equipos de seguridad

- Puertos para equipos especiales

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/22
Switch(config-if)# description Equipos_Especiales
Switch(config-if)# switchport access vlan 60
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 71 – Puertos equipos especiales

- Puertos hacia el router

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/24
Switch(config-if)# description Conexion_ROUTER
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 10-60,90
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# storm-control unicast level 50.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 72 – Puerto hacia el router

- Puertos libres

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/10
Switch(config-if)# description LIBRE
Switch(config-if)# switchport access vlan 900
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 73 – Puertos libres

6.4.1.5. Configuración EtherChannel Switches Piso 1 y 2

Se configurarán puertos ether-channel, sobre los dos primeros SW del stack de los centros de cableado de piso 1 y piso 2, para tener redundancia y mejorar el ancho de banda del enlace. Se debe configurar un Channel-group X, donde X es el número del EtherChannel.

Esta configuración se realiza ingresando los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/0/24
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport trunk allowed 1,10-60,90
Switch(config-if)# channel-group X mode active
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 74 - Configuración Ether-Channel. Hotel

6.4.2. Diseño de la red WLAN

A través de la información suministrada por el cliente, se realizó un reconocimiento del sitio, mediante el cual se identificaron las zonas de cobertura y posibles lugares de instalación de los Access Points, además se identificaron las zonas de colocación de equipos de red, requerimientos de cableado entre otros elementos necesarios para el diseño de la solución LAN, WLAN y ToIP.

Se realiza un Site Survey para encontrar la mejor ubicación de los Access Points *Cisco Aironet 2800 Series (AIR-AP2802E-A-K9) en el área del Hotel.* Basados en la información recolectada, se obtienen los mapas de calor que indican las zonas de cobertura:



Figura 75 - Mapa de calor. Hotel Piso 1 (Lobby)



Figura 76 - Mapa de calor. Hotel Piso 2



Figura 77 - Mapa de calor. Hotel Piso 3

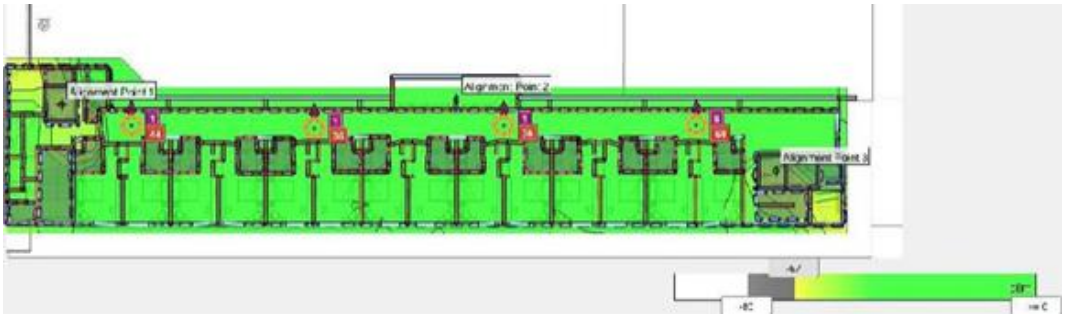


Figura 78 - Mapa de calor. Hotel Piso 4

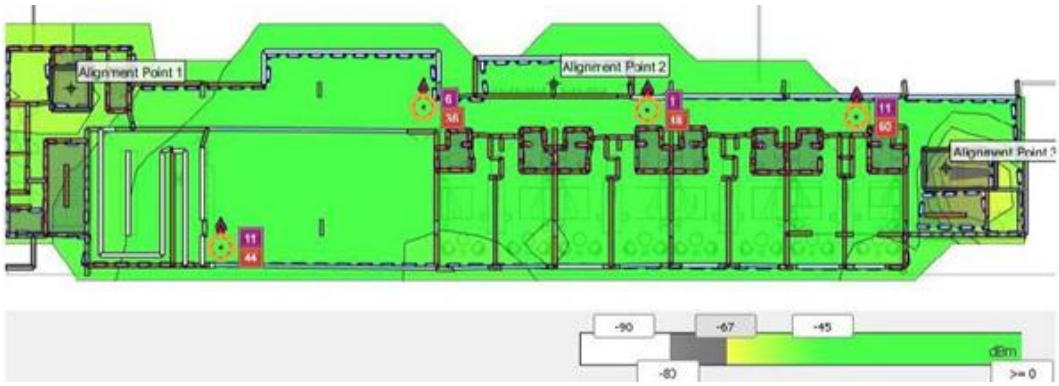


Figura 79 - Mapa de calor. Hotel Piso 5

Se debe tener en cuenta que los Access Points instalados sobre o cerca de estructuras metálicas o columnas de concreto son propensos a pérdida de señal, y esto no se considera como una buena práctica.

De la simulación anterior se observa que se tendrán un total de 20 Access Points en el área del hotel, distribuidos en todos los pisos de la siguiente forma:

Zona	Número de APs
Piso 1	1
Piso 2	7
Piso 3	4
Piso 4	4
Piso 5	4
Total	**20**

Tabla 10 - Resumen de APs por piso. Hotel

6.4.3. Diseño de la red de Telefonía IP

La solución está basada en un equipo Cisco Business Edition 6000, el cual será instalado en el centro de cableado principal y ofrecerá las características de control y capacidades de voz necesarias para proveer la solución hacia los teléfonos IP de la recepción, las habitaciones y las oficinas administrativas, y hacia el Voice Gateway Cisco VG310, y estos a su vez a las terminales telefónicas análogas que tenga conectadas.

Este dispositivo debe ser provisto de una troncal SIP de por lo menos 15 canales para ofrecer la integración hacia la red de telefonía pública conmutada (PSTN) como se indica en el diagrama general de la arquitectura.

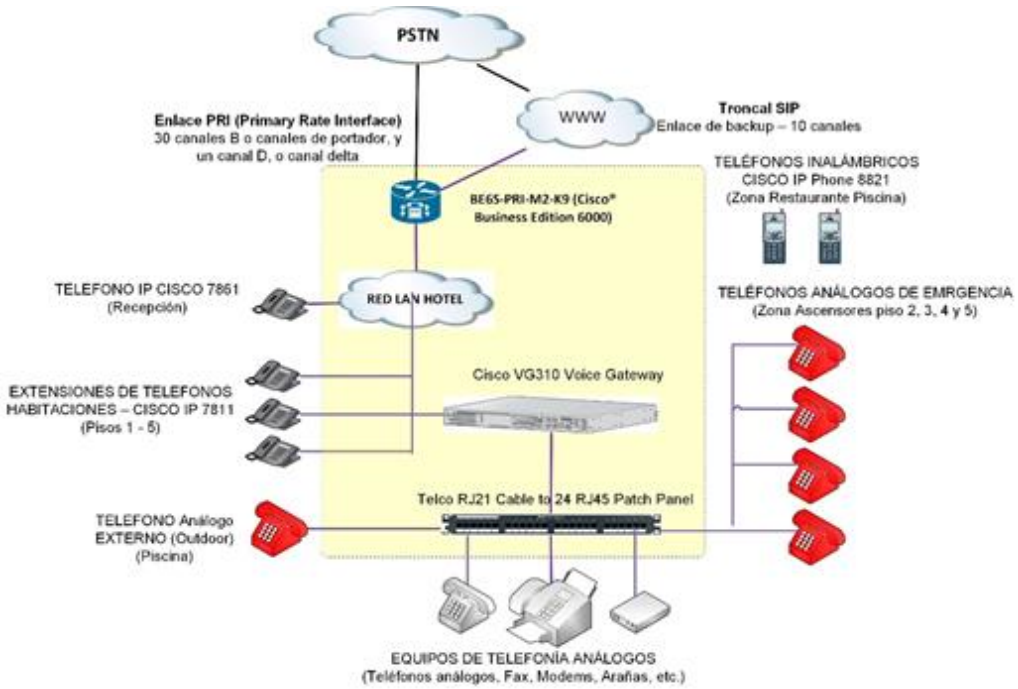


Figura 80 - Topología básica Telefonía. Hotel

Como se puede apreciar en la anterior figura, esta incluye la implementación de un equipo Cisco VG310 (Analog Voice Gateway). La integración entre los Voice Gateway y el CUCM se realiza mediante el protocolo SIP (Session Initiation Protocol - Protocolo de inicio de sesión). El direccionamiento IP para la red de telefonía se realizará de forma dinámica a través de DHCP, configurado en el switch Core de la red LAN.

Al igual que en la biblioteca, para la recepción del hotel se instalará un teléfono IP Cisco UC 7861, el cual permite acceder a todas las prestaciones de los sistemas de telefonía IP de forma simple, efectiva, económica y segura.

En las habitaciones se instalarán teléfonos Cisco IP Phone 7811, debido a su facilidad de uso, la cual permitirá a los usuarios tener una experiencia de telefonía sencilla, amigable, económica y segura. Dada la necesidad del cliente de implementar dos teléfonos inalámbricos para la zona del restaurante y la piscina, se utilizarán dos teléfonos inalámbricos Cisco IP Phone 8821.

En las áreas de los ascensores de los pisos 2, 3, 4 y 5, se instalarán teléfonos analógicos rojos, con el fin de satisfacer el requerimiento de la implementación de teléfonos de emergencia en estas zonas, así como en el área de la piscina, donde se instalará también un teléfono rojo de emergencia, con características para soportar condiciones externas como polvo, viento, lluvia, etc.

6.4.3.1. Plan de Numeración

Con el propósito de facilitar el uso de la solución a los usuarios del Hotel, se asignará a las extensiones de las oficinas, números de tres dígitos desde el 101 al 108, mientras que para las habitaciones se asignarán números de tres dígitos que correspondan al número de la habitación (por ejemplo, extensión 201 para el cuarto 201). También con el fin de facilitar el uso de la solución al usuario, se asignará al teléfono de la recepción la extensión 9. Para los teléfonos inalámbricos de las zonas del restaurante y la piscina, y el teléfono externo se asignarán extensiones de tres digitos iniciando en 6XX, como se muestra en la siguiente tabla:

Ubicación	Extensión
Oficina 1	101
Oficina 2	102
Oficina 3	103
Oficina 4	104
Oficina 5	105

Oficina 6	106
Oficina 7	107
Oficina 8	108
Habitaciones	2XX a 5XX
Piscina Inalámbrico	601
Piscina Externo	602
Restaurante	603
Recepción	9

Tabla 11 - Asignación de Extensiones Hotel

6.5. Ubicación: Centro de Servicios

El Centro de Servicios del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó cuenta con dos pisos, en los cuales se encuentran una recepción, 78 locales comerciales (70 locales en el primer piso y 8 en el segundo), 4 salas de cine, un almacén SAO, una plazoleta de comidas y una plazoleta de eventos. Los requerimientos de la red planteados por la empresa Airplan son los siguientes:

- Se tiene como referencia la altura de los pisos de aproximadamente 5,3 metros.
- Los Access Points deben ubicarse en los laterales del edificio.
- Se estima una cantidad total de 500 usuarios conectados a la red inalámbrica en ambos pisos del edificio, incluyendo las zonas de comida, pasillos y zonas de eventos.
- La red inalámbrica debe soportar transmisión de voz, datos y video.
- Todas las extensiones telefónicas de este lugar deben ser terminales de telefonía IP.
- Se requiere un total de 13 teléfonos para ubicar en los lugares solicitados por el personal del Centro de Servicios a lo largo de los dos pisos del mismo.

Con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, la empresa Airplan proporciona los planos de la nueva terminal (o Centro de Servicios), los cuales se observan a continuación:

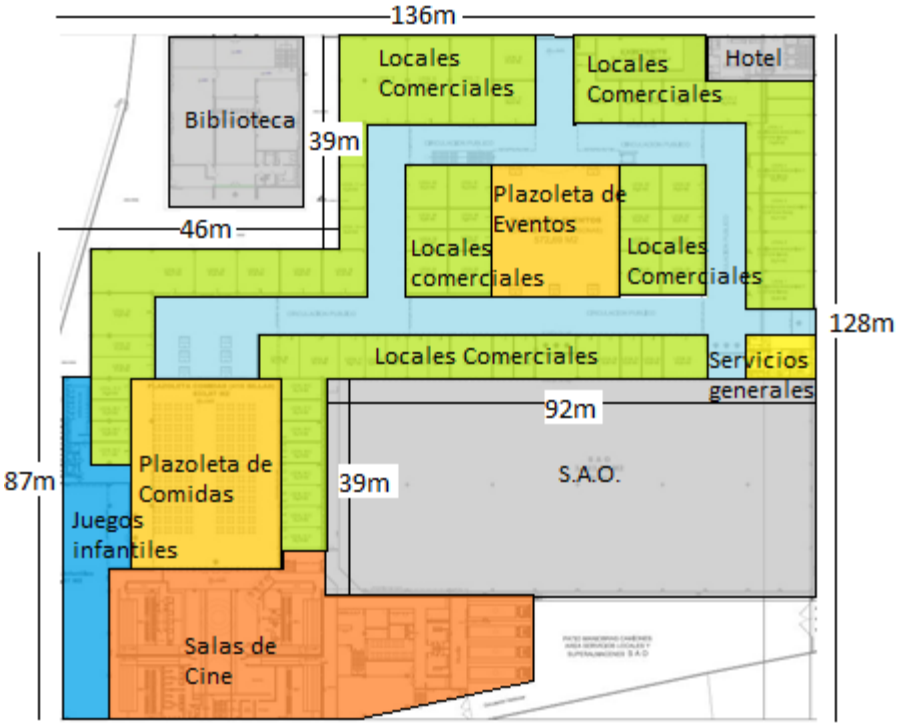


Figura 81 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 1

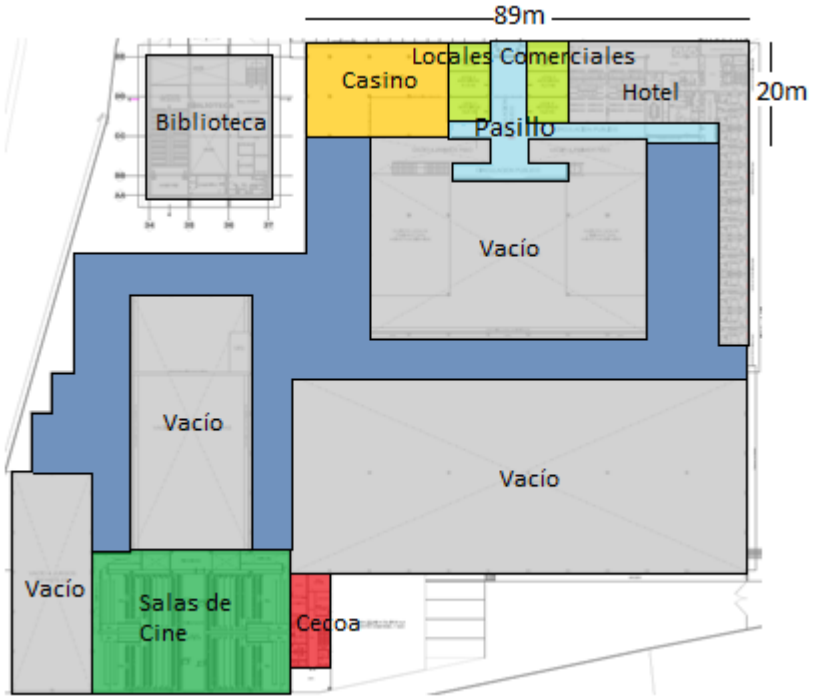


Figura 82 - Distribución espacial Centro de Servicios. Piso 2

Al realizar el estudio y verificación de la información entregada, se establece la ubicación de los cuartos de cableado, en los cuales convergerán todos los puntos de voz y datos que componen esta red, para cada una de las edificaciones.

6.5.1. Diseño de la red LAN

Con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, se obtuvieron los planos de los edificios, y se situaron en ellos los centros de cableado, teniendo en cuenta las distancias entre los mismos y los dispositivos, con el fin de cumplir la normatividad descrita anteriormente.

En las siguientes imágenes se observa el área para la cual se despliega el diseño de la red; algunas de estas imágenes son renders computarizados de la construcción final, ya que, al momento de realizar el diseño, la construcción no se encuentra finalizada en su totalidad, además, con el fin de poder estimar la ubicación y la cantidad de los dispositivos involucrados, se obtuvieron los planos de los edificios, y se situaron en ellos los centros de cableado, teniendo en cuenta las distancias entre los mismos y los dispositivos, con el fin de cumplir la normatividad descrita anteriormente.

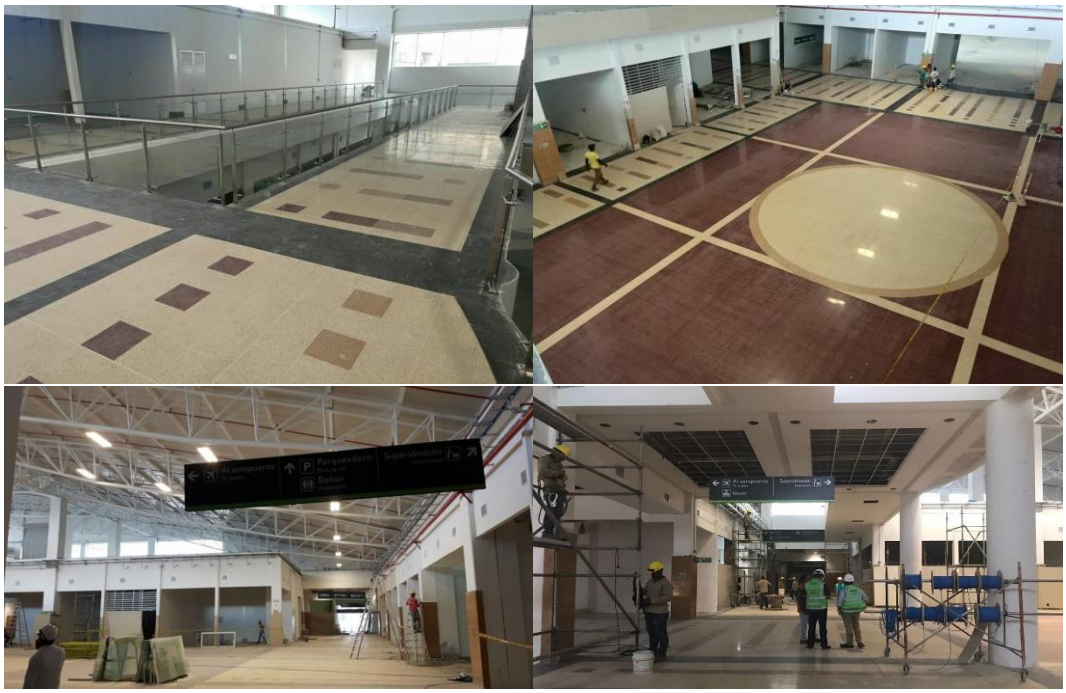


Figura 83 - Centro de Servicios (Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó, s.f.)

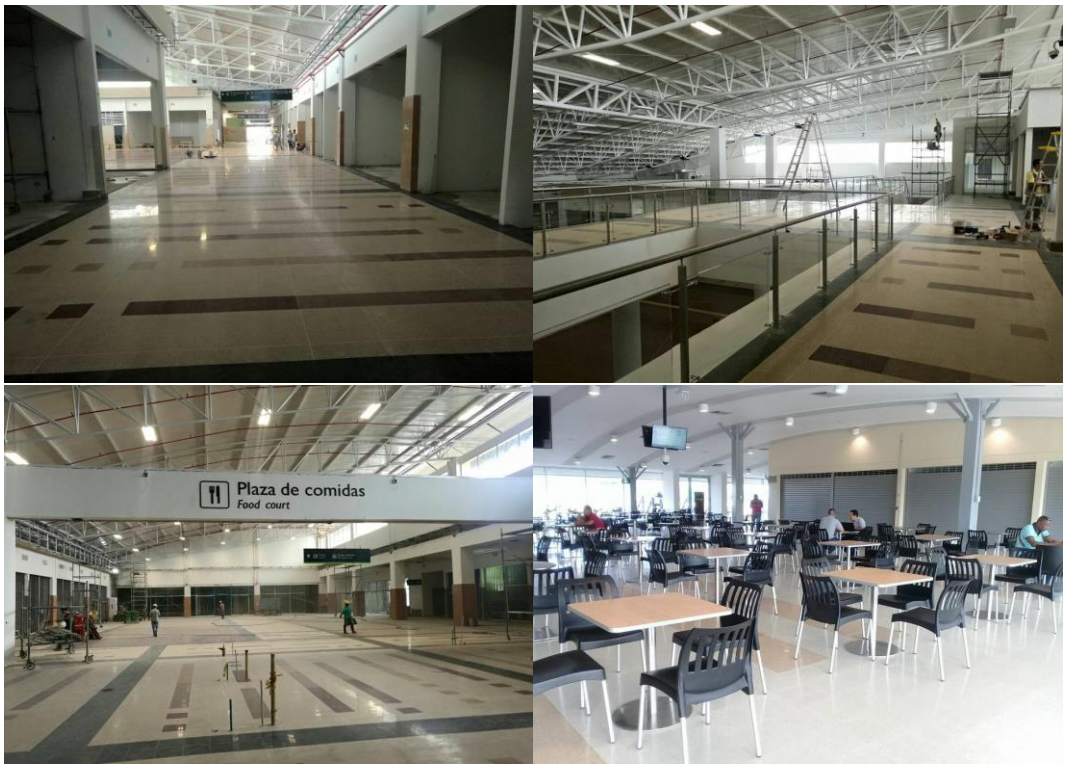


Figura 84 - Centro de Servicios (Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó, s.f.)

El área del centro de servicios tendrá unas dimensiones de 136m de ancho por 128m de ancho. La altura de los pisos es de 5,3m. En el primer piso se ubicará el centro de cableado principal, además de otros dos centros de cableado para cubrir toda la zona del primer piso, los cuales se conectarán a los centros de cableado del segundo piso a través de enlaces de fibra óptica verticales. En el centro de cableado principal del primer piso se conectarán la controladora, y los equipos de telefonía. Los Access Points de cada piso se conectarán al centro de cableado del piso correspondiente, cumpliendo de esta forma con los estándares propuestos por la norma ANSI/TIA/EIA-568-A (ANSI/EIA/TIA, 2012).

La topología de red para el Centro de Servicios es la siguiente:

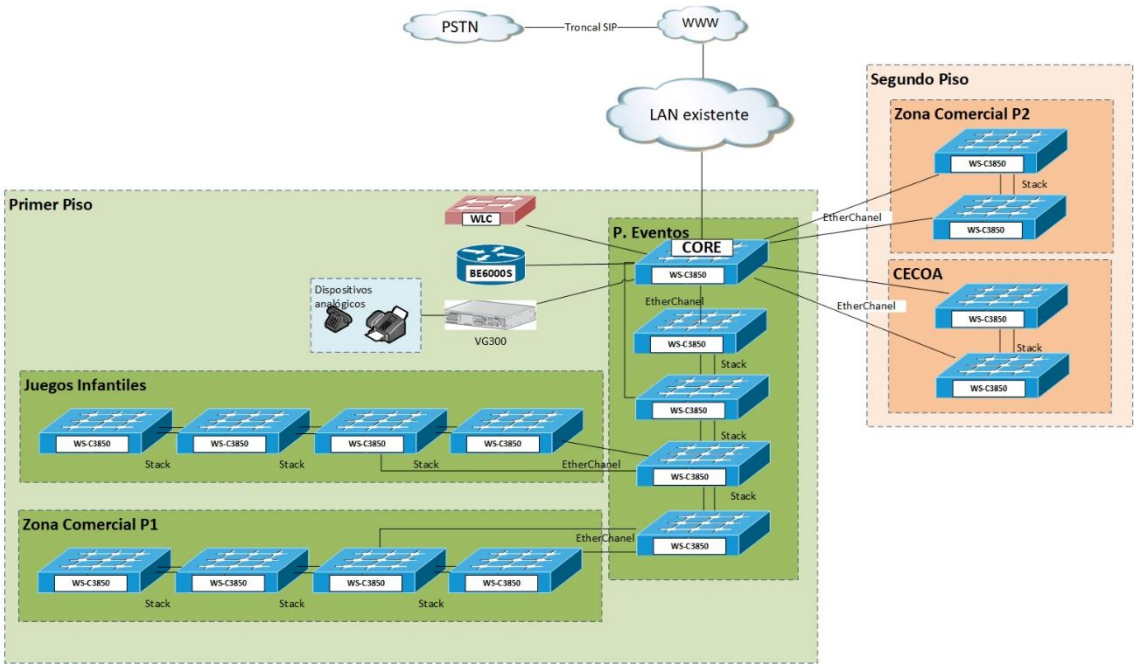


Figura 85 - Topología general Centro de Servicios

6.5.1.1. Configuración de VLANs

Con el fin de realizar la segmentación de la red se crearán las siguientes VLANs de acuerdo con la necesidad de conexión:

VLAN	DESCRIPCIÓN
1	Default
100	Usuarios
142	Telefonía IP
231	SSID1
201	Sistema de información de vuelos
300	Seguridad
60	Equipos Especiales
230	Gestión
900	VLAN Parqueo

Tabla 12 - Definición de VLANs. Centro de Servicios

La configuración de las VLAN en los switches Cisco se introduce de la siguiente forma:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# vlan 100
Switch(config-vlan)# name USUARIOS
Switch(config-vlan)# vlan 142
Switch(config-vlan)# name TELEFONIA_IP
Switch(config-vlan)# vlan 231
Switch(config-vlan)# name SSID1
Switch(config-vlan)# vlan 201
Switch(config-vlan)# name INFORMACION_VUELOS
Switch(config-vlan)# vlan 300
Switch(config-vlan)# name SEGURIDAD
Switch(config-vlan)# vlan 60
Switch(config-vlan)# name EQUIPOS_ESPECIALES
Switch(config-vlan)# vlan 230
Switch(config-vlan)# name GESTION
Switch(config-vlan)# vlan 900
Switch(config-vlan)# name PARQUEO
Switch(config-vlan)# end
Switch#
```

Figura 86 - Configuración VLANs. Biblioteca

- Los puertos del switch de los centros de cableado, se configurarán en modo acceso para las conexiones a las impresoras y los puestos de trabajo.
- Para la conexión de teléfonos y puestos de trabajo, se dejará configurada la VLAN 20 como Voice Vlan, independiente de la Vlan de datos. Esto garantiza que se diferencien las marcaciones de QoS del teléfono de los del PC.

6.5.1.2. Direccionamiento

La nueva terminal del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó se integrará con la antigua terminal, la cual cuenta con una red previamente existente; para no afectar la configuración de tal red, y poder ampliarla para cubrir los requerimientos de esta edificación, se asignará un direccionamiento específico solamente para la VLAN de Gestión, mientras que, para las demás VLAN, el direccionamiento ya está asignado.

VLAN	DIRECCIONAMIENTO	MASCARA
GESTION	10.0.149.11	255.255.255.0

Tabla 13 - Direccionamiento Centro de Servicios

6.5.1.3. Distribución de puertos del Switch

Con el propósito de facilitar las conexiones y la organización de los puertos, a continuación, se describe la distribución por puerto para los switches WS-C3850-24T-S

Puerto	Tipo	VLAN
1	Recepción	100-142
2	Recepción	100-142
3	Recepción	100-142
4	Recepción	100-142
5	Recepción	100-142
6	Recepción	100-142
7	Local	Alternativas
8	Local	Alternativas
9	Local	Alternativas
10	Local	Alternativas
11	Local	Alternativas
12	Local	Alternativas
13	Local	Alternativas
14	Access Point	131
15	Access Point	131
16	Access Point	131
17	Access Point	131
18	SEGURIDAD	300
19	SEGURIDAD	300
20	SEGURIDAD	300
21	Puertos especiales	60
22	Puertos especiales	60
23	Troncal	ALL permit
24	Troncal	ALL permit
25	VLAN PARQUEO	900
26	VLAN PARQUEO	900
27	Ether-channel	ALL permit
28	Ether-channel	ALL permit

Tabla 14 - Distribución de puertos. Switch Centro de Servicios

6.5.1.4. Configuración de Puertos

La configuración para cada tipo de interfaz se muestra a continuación:

- Puertos para usuarios

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description Punto_Usuarios
Switch(config-if)# switchport access vlan 100
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport voice vlan 142
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 5
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 87 – Puertos para usuarios

- Puertos para equipos de Seguridad (Cámaras)

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/23
Switch(config-if)# description VLAN_SEGURIDAD
Switch(config-if)# switchport access vlan 300
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 5
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 88 – Puertos para equipos de seguridad

- Puertos para equipos especiales

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/22
Switch(config-if)# description Equipos_Especiales
Switch(config-if)# switchport access vlan 60
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 5
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 89 – Puertos para equipos especiales

- Puertos hacia el router

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/24
Switch(config-if)# description Conexion_ROUTER
Switch(config-if)# switchport trunk allowed vlan 10-60,90
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# storm-control unicast level 50.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 90 – Puertos hacia el router

- Puertos libres

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/10
Switch(config-if)# description LIBRE
Switch(config-if)# switchport access vlan 900
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 91 – Puertos libres

6.5.1.5. Configuración EtherChannel Switches Piso 1 y 2

Se configurarán puertos ether-channel, sobre los dos primeros SW del stack de los centros de cableado, para tener redundancia y mejorar el enlace de ancho de banda. Se debe configurar un Channel-group X, donde X es el número del EtherChannel.

Esta configuración se realiza ingresando los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface gigabitethernet 1/0/28
Switch(config-if)# switchport mode trunk
Switch(config-if)# switchport trunk allowed 1,10-60,90
Switch(config-if)# channel-group X mode active
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 92 - Configuración Ether-Channel. Biblioteca

6.5.2. Diseño de la red WLAN

A través de la información suministrada por el cliente, se realizó un reconocimiento del sitio, mediante el cual se identificaron las zonas de cobertura y posibles lugares de instalación de los AP, además se identificaron las zonas de colocación de equipos de red, requerimientos de cableado entre otros elementos necesarios para el diseño de la solución LAN, WLAN y ToIP.

Se realiza un Site Survey para encontrar la mejor ubicación de los Access Points *Cisco Aironet 2800 Series (AIR-AP2802E-A-K9)* en el área del Centro de Servicios. Basados en la información recolectada, se obtienen los mapas de calor que indican las zonas de cobertura:



Figura 93 - Mapa de Calor Centro de Servicios. Piso 1



Figura 94 - Mapa de Calor Centro de Servicios. Piso 2

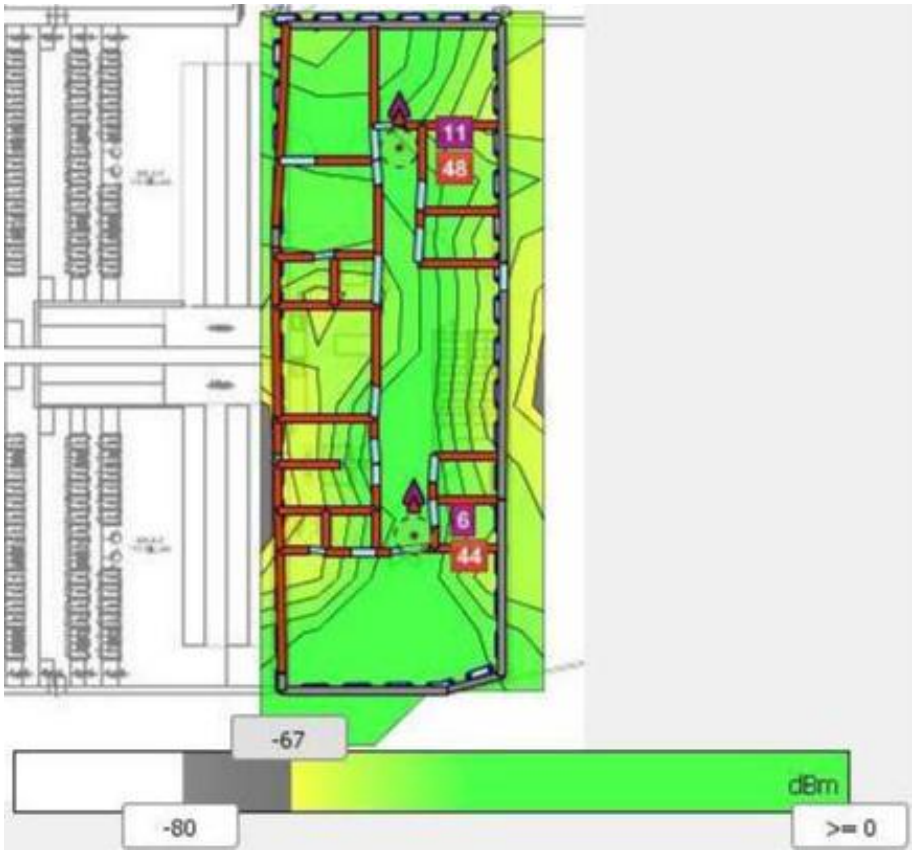


Figura 95 - Mapa de Calor Centro de Servicios. Área CECOA

Se debe tener en cuenta que los Access Points instalados sobre o cerca de estructuras metálicas o columnas de concreto son propensos a pérdida de señal, y esto no se considera como una buena práctica.

De la simulación anterior se observa que se tendrán un total de 20 Access Points en el área del hotel, distribuidos en todos los pisos de la siguiente forma:

Zona	Número de APs
Piso 1	10
Piso 2	2
CECOA	2
Total	**14**

Tabla 15 - Resumen de APs por piso. Centro de Servicios

6.5.3. Diseño de la red de Telefonía IP

La solución está basada en un equipo Cisco Business Edition 6000, el cual será instalado en el centro de cableado principal y ofrecerá las características de control y capacidades de voz necesarias para abastecer la solución hacia los teléfonos IP de la recepción y las oficinas administrativas y hacia el equipo VG310 (Cisco Voice Gateway VG310) y estos a su vez a las terminales telefónicas análogas que tenga conectadas.

Este dispositivo debe ser provisto de una troncal SIP de por lo menos 15 canales para ofrecer la integración hacia la red de telefonía pública conmutada (PSTN) como se indica en el diagrama general de la arquitectura.

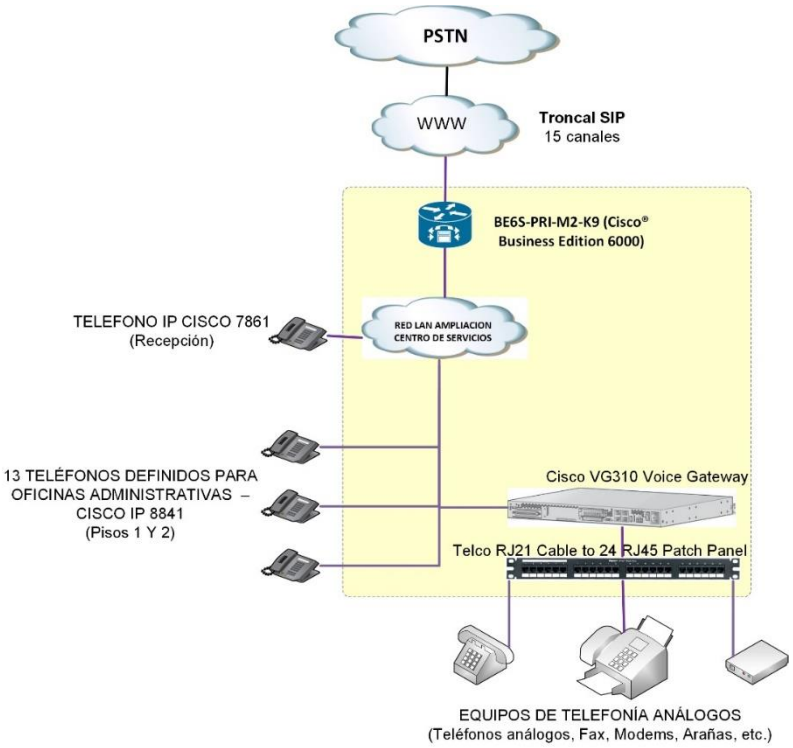


Figura 96 - Topología básica Telefonía. Centro de Servicios

Como se puede apreciar en la anterior figura, esta incluye la implementación de un equipo Cisco VG310 (Analog Voice Gateway). La integración entre los Voice Gateway y el CUCM se realiza mediante el protocolo SIP (Session Initiation Protocol - Protocolo de inicio de sesión). El direccionamiento IP para la red de telefonía se propone manejar de forma dinámica a través de DHCP, configurado en el switch Core de la red LAN.

Para la recepción se tiene prevista la implementación de un Teléfono IP Cisco UC 7861, mientras que en las oficinas administrativas se instalarán teléfonos Cisco IP Phone 8841.

6.5.3.1. Plan de Numeración

Con el propósito de facilitar el uso de la solución a los usuarios del Biblioteca, se asignarán a las extensiones números de tres dígitos comenzando desde el 101 hasta el 113. También con el fin de facilitar el uso de la solución al usuario se asignará al teléfono de la recepción la extensión 9, como se muestra en la siguiente tabla:

Ubicación	Extensión
Oficina 1	101
Oficina 2	102
Oficina 3	103
Oficina 4	104
Oficina 5	105
Oficina 6	106
Oficina 7	107
Oficina 8	108
Oficina 9	109
Oficina 10	110
Oficina 11	111
Oficina 12	112
Oficina 13	113
Recepción	9

Tabla 16 - Asignación de Extensiones Centro de Servicios

6.6. Configuraciones Generales

6.6.1. Habilitación de protocolos Capa 2

6.6.1.1. Spanning-Tree

Los switches se configurarán con el protocolo Rapid PVSTP – Rapid Per VLAN Spanning-Tree. Si se requiere conectar un switch que no pertenece al stack, el root bridge de la topología en capa 2 será el mismo stack.

Los puertos de acceso se dejarán en modo port-fast para reducir el tiempo de activación del puerto, además se configurará la opción *bpdu-guard* para prevenir

que se conecte otro switch a dichos puertos, sin autorización. La configuración del spanning-tree se realiza de la siguiente manera:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# spanning-tree mode rapid-pvst
Switch(config)# spanning-tree extend system-id
Switch(config)# spanning-tree vlan 1-4094 priority 0
Switch(config)#!
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description Puesto_Trabajo
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport vlan voice 20
Switch(config-if)# switchport mode access
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 97 - Configuraciones de Seguridad. Biblioteca

6.6.1.2. CDP

Para facilidad en el troubleshooting, se dejará habilitado el protocolo propietario de Cisco CDP (Cisco Discovery Protocol) en las interfaces entre el switch y el router y en la conexión a los Access-Point. Si el cliente usa teléfonos IP Cisco, el CDP también permitirá descubrir dichos teléfonos.

Para habilitar el protocolo CDP se ingresan los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# cdp run
Switch(config)# end
Switch#
```

Figura 98 - Configuración CDP. Biblioteca

6.6.1.3. LLDP

Se dejará habilitado el protocolo LLDP (Link Layer Discovery Protocol) en caso de que el cliente use teléfonos que no sean de marca Cisco.

Para habilitar el protocolo LLDP se ingresan los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# lldp run
Switch(config)# end
Switch#
```

Figura 99 - Configuración LLDP. Biblioteca

6.6.1.4. QoS

En la configuración global del switch se habilitará el comando *mls QoS* para establecer la Calidad del Servicio, además en la configuración de los puertos de acceso se establecerá el *trust CoS* para que se respete la marcación que el teléfono envíe.

Para configurar los parámetros de Calidad del Servicio (QoS) se ingresan los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# mls qos
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description PUESTO TRABAJO
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport vlan voice 20
Switch(config-if)# mls qos
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
```

Figura 100 - Configuración QoS. Biblioteca

6.6.1.5. VLAN de Telefonía IP

Los puestos de trabajo y oficinas son estaciones en las que se hace uso tanto de computador como de teléfono, por eso, las interfaces correspondientes deben permitir el paso de los paquetes pertenecientes a la VLAN de voz y la de Usuarios, por lo tanto, se configurará una VLAN para telefonía sobre todas las interfaces de puesto de trabajo.

Esta configuración se realiza ingresando los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description PUESTO TRABAJO
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport vlan voice 20
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 101 - Configuración VLAN de Telefonía. Biblioteca

6.6.2. Seguridad

En la configuración de los switches se tendrán en cuenta las siguientes políticas de seguridad:

6.6.2.1. Storm-control

Para prevenir tormentas de Broadcast; se deja un límite del 20% para este tipo de tráfico. Cuando un puerto supere abruptamente este tráfico, este se apagará para evitar que se propague a otros puertos y afecte todo el servicio.

Para configurar los parámetros de Storm-control se ingresan los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description Punto_Habitación
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport vlan voice 20
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 102 - Configuración Storm-Control. Biblioteca

6.6.2.2. Port-Security

Con esta configuración se busca limitar a 3 el número de MACs que se reciben por un puerto, para evitar que se conecten otros dispositivos como switches o Hubs sin control del área responsable del servicio de comunicaciones.

Para configurar los parámetros de Port-security, se ingresan los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/1
Switch(config-if)# description PUESTO TRABAJO
Switch(config-if)# switchport access vlan 10
Switch(config-if)# switchport vlan voice 20
Switch(config-if)# switchport port-security maximum 3
Switch(config-if)# switchport port-security
Switch(config-if)# mls qos trust dscp
Switch(config-if)# storm-control unicast level 10.00
Switch(config-if)# storm-control action shutdown
Switch(config-if)# spanning-tree portfast edge
Switch(config-if)# spanning-tree bpduguard enable
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 103 - Configuración Port-Security. Biblioteca

6.6.2.3. VLAN de Parqueo

Los puertos que queden sin utilizar en cada uno de los switches se dejarán en la vlan 900 y se apagarán. Con esto se busca evitar que se conecte personal no autorizado a la LAN.

La configuración de seguridad para los puertos libres en la VLAN de Parqueo se realiza ingresando los siguientes comandos:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# interface GigabitEthernet 1/0/24
Switch(config-if)# description PUERTO_INACTIVO
Switch(config-if)# switchport access vlan 900
Switch(config-if)# shutdown
Switch(config-if)# end
Switch#
```

Figura 104 - Configuración VLAN de Parqueo. Biblioteca

6.6.2.4. Acceso al Switch

El acceso remoto a los switch será por medio del protocolo SSH (Secure SHell), se deshabilitará el acceso por TELNET y por consola WEB según las buenas prácticas de seguridad. Dicha configuración se realiza de la siguiente forma:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# username airplan password 12345678
Switch(config)# no ip http server
Switch(config)# line con 0
Switch(config-line)# login local
Switch(config-line)# end
Switch#
```

Figura 105 - Configuración de acceso por consola y consola Web

Con el comando *no ip http server* se desactiva el acceso por consola web, de esta forma, es imposible acceder a la configuración del switch a través de cualquier navegador web introduciendo la dirección IP asignada al mismo. También se habilita el acceso a través del puerto de consola, ingresando de forma local con el nombre de usuario y la contraseña establecidos.

La configuración *login local* establece una búsqueda de usuarios a nivel global en la configuración del switch (a manera de ejemplo se estableció el nombre de usuario *airplan* y la contraseña *12345678*). Este nombre de usuario y contraseña serán las mismas credenciales que se utilizarán para el acceso mediante protocolo SSH, el cual se configura de la siguiente manera:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip domain-name domain_airplan.aero
Switch(config)# crypto key generate rsa
Switch(config)# 1024
Switch(config-line)# line vty 0 15
Switch(config-line)# login local
Switch(config-line)# transport input ssh
Switch(config-line)# end
Switch#
```

Figura 106 - Configuración de acceso remoto por SSH

Para la configuración del protocolo SSH, se debe definir un nombre de dominio; para este caso es *domain_airplan.aero.* Al igual que el acceso por puerto de consola, a través del comando *login local,* la búsqueda de usuarios se hace a nivel

global, y no se define un nombre de usuario y una contraseña específicos para este acceso.

6.6.3. Switch Core

6.6.3.1. Configuración DHCP

El switch Core de cada una de las edificaciones es el encargado de asignar el direccionamiento de forma dinámica para los diferentes segmentos de red. La configuración del protocolo DHCP se realiza de la siguiente forma:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip dhcp pool USUARIOS
Switch(dhcp-config)# network 172.16.0.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)# default-router 172.16.0.1
Switch(config)# ip dhcp pool SSID
Switch(dhcp-config)# network 172.16.1.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)# default-router 172.16.1.1
Switch(config)# ip dhcp pool SSID2
Switch(dhcp-config)# network 172.16.2.0 255.255.255.0
Switch(dhcp-config)# default-router 172.16.2.1
Switch(config)# ip dhcp pool TELEFONIA_IP
Switch(dhcp-config)# network 172.16.3.0 255.255.255.128
Switch(dhcp-config)# default-router 172.16.3.1
Switch(dhcp-config)# end
```

Figura 107 - Configuración Pool DHCP Biblioteca

Una vez configurados todos los segmentos de DHCP, se debe excluir la primera ip de cada sub-red, para evitar que esta ip sea entregada a un usuario ya que la ip es la puerta de enlace de cada segmento de red, de la siguiente manera:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip dhcp excluded-address 172.16.0.1
Switch(config)# ip dhcp excluded-address 172.16.1.1
Switch(config)# ip dhcp excluded-address 172.16.2.1
Switch(config)# ip dhcp excluded-address 172.16.3.1
Switch(config)# end
Switch#
```

Figura 108 - Exclusión de direcciones del pool

6.6.3.2. Configuración de rutas estáticas hacia el Router

El switch Core será un switch de capa 3, al igual que los demás switches de acceso. Para que los paquetes propagados internamente en la red tengan una ruta

hacia el exterior, se debe configurar en este switch una ruta estática para que todo el tráfico pueda dirigirse hacia el Router, y de esta forma dirigirse a redes remotas.

Las rutas estáticas se configuran de la siguiente manera:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 int gi 1/0/25
Switch(config)# ip route 10.10.0.0 255.255.255.192 0.0.0.0
Switch(config)# end
Switch#
```

Figura 109 - Configuración de rutas estáticas hacia el Router

Con la anterior configuración se direccionan todos los paquetes de forma predeterminada hacia el router (conectado a la interfaz Gigabit Ethernet 1/0/25), aunque se dirijan a redes que no estén indicadas en la tabla de enrutamiento. El router será el encargado de realizar el enrutamiento externo.

6.6.3.3. Default Gateway

Para la conexión entre los switches, se debe habilitar la puerta de enlace de la vlan de gestión. Esta configuración se realiza de la siguiente forma:

```
Switch> enable
Switch# configure terminal
Switch(config)# ip default-gateway 10.10.0.1
Switch(config)# end
Switch#
```

Figura 110 - Configuración del Default Gateway

6.6.4. Redes Inalámbricas

6.6.4.1. Definición de Redes Inalámbricas

La red WLAN del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó contará con un esquema de red centralizado, donde toda la configuración y operación del servicio WiFi convergen en la WLC, siendo este equipo el Core para la red wireless.

Se habilitarán 2 redes inalámbricas (una red corporativa y otra red para invitados). La siguiente tabla contiene la información de las redes Wireless que se crearán para el servicio en la sede. Cada red inalámbrica tendrá un direccionamiento IP independiente y trabajarán en VLAN diferentes.

SSID	Visibilidad	VLAN	Autenticación	Red	Gateway
Airplan_Emp	Visible	30	WPA2	172.16.1.0/24	172.16.1.1
Invitados_Airp	Visible	40	Portal Cautivo	172.16.2.0/24	172.16.2.1

Tabla 17 - Redes Inalámbricas

Las redes WLAN se configurarán para operar a través del protocolo WPA2 con cifrado AES y autenticación local. Una vez sean verificadas las credenciales, la WLC permitirá la navegación del usuario mediante la red LAN y permitirá la salida hacia internet a través del canal corporativo.

El SSID Airplan_Emp servirá para otorgar acceso a la red corporativa. El SSID Invitados_Airp servirá para otorgar acceso a los usuarios externos o visitantes del Aeropuerto. El SSID para los invitados operará haciendo uso de autenticación en capa 3 mediante un portal cautivo personalizado.

6.6.4.2. Configuración Redes Inalámbricas

Inicialmente se deben crear las interfaces, a las cuales se les asocia la VLAN de cada una de las redes, para posteriormente asociar las interfaces con las redes inalámbricas creadas:



Figura 111 - Configuración de Redes Inalámbricas

Debido a que se contará con una controladora local, los Access Points se habilitarán igualmente de manera local. En la controladora deben crearse las 2 redes inalámbricas. Desde el módulo de WLAN, se asignará un ID, un nombre de perfil y el SSID.



Figura 112 - Configuración de SSID

Una vez creado cada SSID, se debe configurar el tipo de autenticación que se utilizara, ya sea con una contraseña establecida (Layer 2 WPA o WPA2 para el SSID corporativo) o con un portal cautivo (Layer 3 para el SSID de invitados), o en caso de contar con un servidor LDAP o RADIUS se puede habilitar la autenticación mediante servidores AAA.

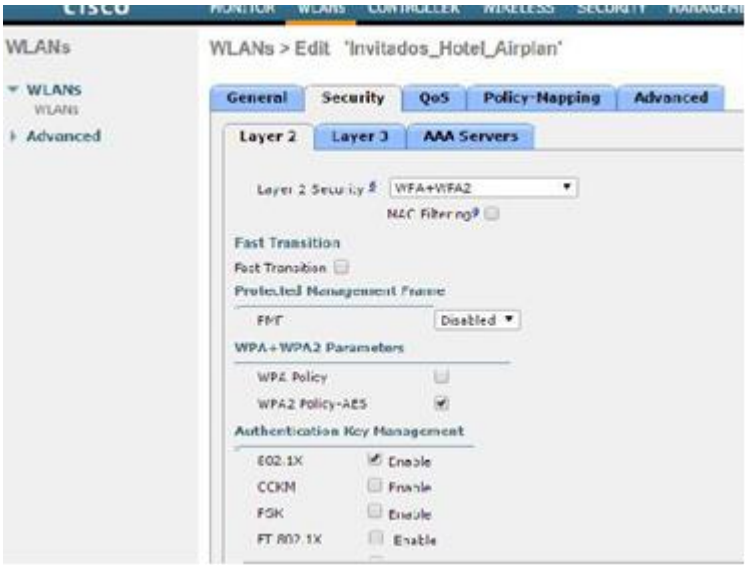


Figura 113 - Configuración de Seguridad de las redes inalámbricas

6.6.4.3. Parámetros de las Redes Inalámbricas

Las controladoras se habilitarán de manera local en cada uno de los edificios del Aeropuerto (Biblioteca, Hotel y Centro de Servicios). Con el fin de generar una buena experiencia para los clientes, se afinarán parámetros globales como Roaming y data rates soportados.

- **Roaming:** Los controladores ofrecen servicios inalámbricos de gama alta a los clientes que se desplazan a través de la red inalámbrica. Ahora los servicios

inalámbricos se integran con los conmutadores, lo que ofrece un valor añadido. Se ajustarán los valores de scan y mínimum RSSI, para ajustar cual será el valor mínimo de recepción de señal de un cliente, para que se inicie el escaneo de un Access Point que pueda brindar una conexión más estable y con una recepción más alta.



Figura 114 - Parámetros de Radiofrecuencia

- **Data Rate 802.11 b/g/n – a/n/ac:** Una buena práctica es desactivar los valores de Data Rate más bajos, ya que cuando los valores más bajos están habilitados, se extienden el área de servicio que puede dar un AP. El permitir la negociación de valores de Data Rate bajos implica que el rendimiento se vea afectado para todos los clientes inalámbricos.

  También existe la opción de habilitar *RSSI Low Check*. Si se tiene un cliente con un valor de RSSI más bajo al especificado, el Access Point rechazará esta petición de autenticación y no permitirá al cliente conectarse en ese Access Point.

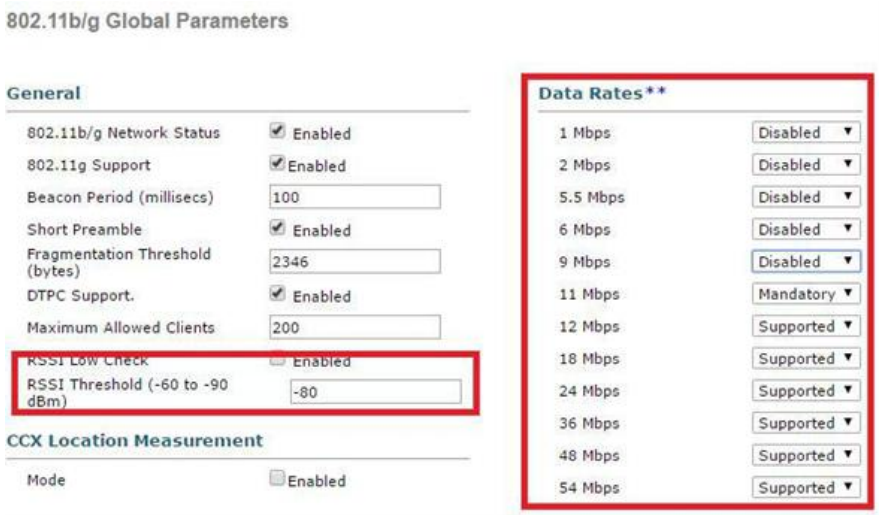


Figura 115 - Configuración de Data Rate

También se habilitará la opción *Client* Ba*nd Select*, con el fin de que los clientes con dispositivos compatibles con banda 5GHZ puedan seleccionar esta banda de operación:



Figura 116 - Configuración de band select

Es importante dejar de usar el protocolo 802.11 (b), delimitar en los SSID que solo se usen protocolos de conexión de clientes g/n/a/ac, debido a que los dispositivos que usan el protocolo (b) operan hasta 11Mbps produciendo sobrecarga en los canales de la banda 2,4Ghz. En la utilización de VoIP y video sobre la WLAN es importante que los dispositivos usen la banda de 5Ghz, debido que es la menos propensa a ser afectada por interferencias y tener afectación entre los canales

6.6.4.4. Configuración de los Access Point

Estos dispositivos se habilitarán en modo local. Al igual que a la controladora, se les debe asignar direccionamiento perteneciente a la VLAN 90 (vlan de gestión). En caso de que esta vlan cuente con DHCP habilitado, los Access Point se asociaran de manera automática a la controladora, en caso contrario será necesario configurar directamente cada Access Point por línea de comandos, conectándose al puerto de consola con el que cuenta cada uno de ellos.

Debido a que los Access Point operarán con 3 diferentes VLANs (Gestión, Empleados, Invitados), será necesario configurar el switch de capa 3, a fin de habilitar el protocolo 802.1Q y crear las diferentes sub interfaces que servirán de puerta de enlace para las diferentes vlan

De ser necesario realizar la configuración de los Access Points mediante puerto consola se debe hacer uso del protocolo CAPWAP (Control And Provisioning of Wireless Access Points / Control y Aprovisionamiento de Wireless Access Points), haciendo uso de los siguientes comandos:

```
capwap ap ip address 172.16.2.10 255.255.255.0
capwap ap ip default-gateway 172.16.2.1
capwap ap controller ip address 172.16.2.2
```

Figura 117 - Ejemplo de configuración Access Points

Una vez los dispositivos estén asociados en la controladora, podrán ser configurados y administrados desde la interfaz gráfica de la misma:

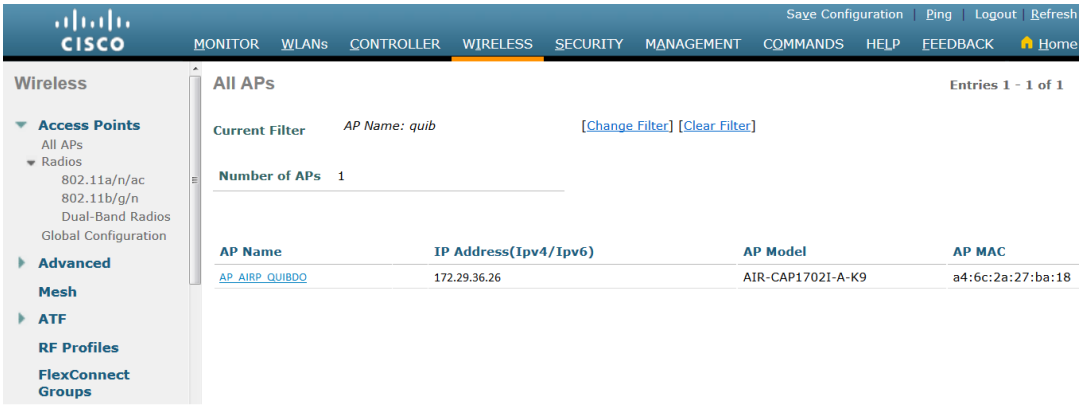


Figura 118 - Gestión del AP desde la Controladora

Después de estar registrados se realizará el cambio de nombre y asignación de una descripción, con el fin de tener identificada cual será la ubicación de cada uno de los dispositivos:

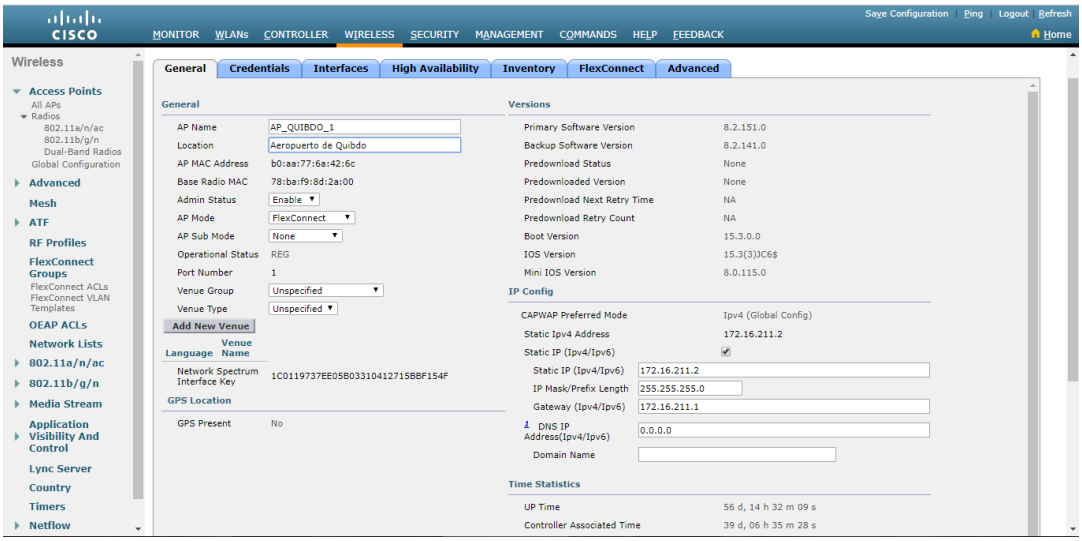


Figura 119 - Configuración del AP desde la Controladora

6.6.4.5. Gestión De Controladora WLC

Para la administración de la WLC se configurará el protocolo SSH para acceso remoto a través de línea de comando al equipo. El ingreso a la línea de comando se restringe por un usuario y password configurados localmente.

Adicionalmente la WLC dispone de acceso a la gestión de forma gráfica a través de protocolo **https://**. Esta sesión grafica está permitida desde cualquier segmento que alcance la vlan de gestión, el certificado digital utilizado para esta gestión es emitido de forma local por la WLC.

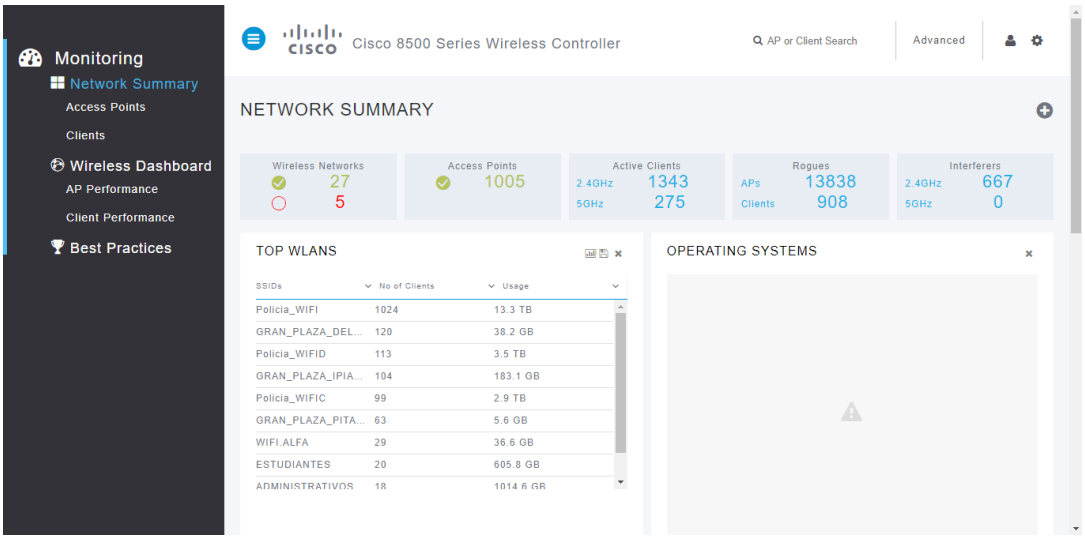


Figura 120 – Interfaz Gráfica de la WLC

6.6.5. Telefonía

6.6.5.1. Buzón de Voz

La solución propuesta para los servicios de buzón de voz se basa en la plataforma Cisco Unity que operará de forma centralizada y virtual dentro del Cisco Business Edition BE6KS. Cuando el usuario no esté disponible para contestar la llamada, la plataforma Cisco Unity tomará la llamada y grabará los mensajes. Los usuarios podrán recuperar estos mensajes desde su propia extensión telefónica.

Cuando se recibe una llamada para un usuario, se tienen los siguientes escenarios:

- Si el usuario está ocupado o no responde, el sistema de telefonía encamina la llamada y la información asociada, incluyendo la extensión del usuario, hacia la infraestructura Cisco Unity.

- Cisco Unity contesta la llamada, busca la extensión del usuario en la base de datos, reproduce el saludo personal del usuario, y permite al llamante dejar un mensaje.
- Cuando el llamante finaliza la llamada, el mensaje se almacena temporalmente en el disco duro del servidor Unity.

6.6.5.2. Permisos Y Patrones de Marcación

Se establecerá el siguiente esquema de patrones de marcación, el cual es utilizado típicamente en las soluciones de telefonía IP de Cisco:

PATRON DE MARCADO	DESCRIPCION
003 + núm. cel.	Llamadas a Celular
0 009 + tel.	Llamadas Internacionales
009 + indicativo + tel.	Llamadas Nacionales
0 + tel.	Llamadas Locales
0 01[89]00 XXXXXX	Llamadas a líneas 01 800
01 + cód. emergencia	Llamadas Emergencia
[1-7]XX	Llamadas a extensiones internas
9	Recepción

Tabla 18 - Patrones de marcación

En cuanto a los permisos, se permitirá en las oficinas, las habitaciones y las recepciones libremente la salida de llamadas de emergencia, internas y locales, y con código de autenticación la salida de llamadas nacionales, internacionales y a celular. En caso de requerir hacer una llamada nacional, internacional o a celular desde las oficinas, se debe ingresar el código de autorización, que será definido a través de la interfaz del Call Manager.

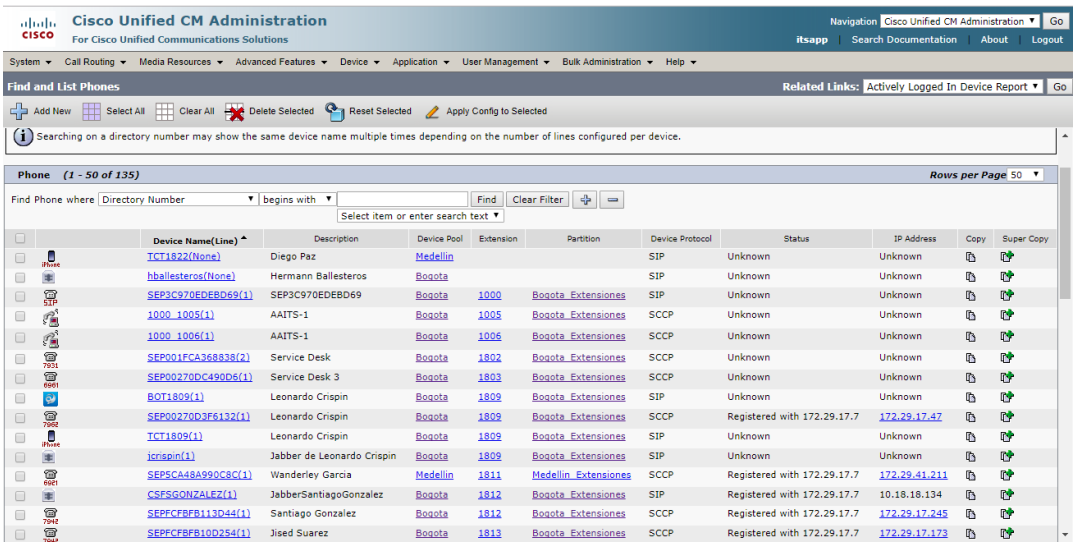


Figura 121 - Cisco Unified Call Manager

6.7. Listado de equipos

Los dispositivos necesarios para llevar a cabo la implementación del diseño realizado, y su respectivo costo unitario y total se muestran a continuación:

6.7.1. Listado de Equipos Biblioteca

Nombre	No. Parte (P/N)	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
2504 Wireless Controller with 5 AP Licenses	**AIR-CT2504-5-K9**	WLC con licenciamiento para 5 APs, Cisco One, CMX, Seguridad), garantía fabricante 1 año	1	$669,1	$ 669,10
802.11ac W2 AP w/CA; 4x4:3; Ext Ant; 2xGbE, A Domain	**AIR-AP2802E-A-K9**	Access Point con garantía fabricante por 1 año	5	$710,6	$ 3553,00
Power Injector (802.3at) for Aironet Access Points	**AIR-PWRINJ6=**	Power Injectors para los APs	5	$63,3	$ 316,50
Cisco Catalyst 3850 24 Port Data IP Base	**WS-C3850-24T-S**	Switch 24 puertos No Poe - Cisco One + IOS IP BASE. Módulo stack 50cm. Garantía 1 año	5	$3.087,6	$ 15.438,00
Cisco Catalyst 3850 4 x 1GE Network Module	**C3850-NM-4-1G=**	Módulo Uplink 4 puertos 1G para switch 3850	4	$217,8	$ 871,20
1000BASE-LX/LH SFP transceiver module, MMF/SMF, 1310nm, DOM	**GLC-LH-SMD=**	Transceivers fibra monomodo	8	$433,4	$ 3467,20

Cisco UC Phone 7861	**CP-7861-K9=**	Teléfono multipropósito recepción	1	$170,6	$ 170,60
Cisco IP Phone 8841	**CP-8841-K9=**	Teléfonos multipropósito oficinas	8	$216,6	$ 1732,80
IP Phone power transformer for the 7900-phone series	**CP-PWR-CUBE-3=**	Adaptador AC Teléfono Recepción	1	$25,0	$ 25,00
IP Phone power transformer for the 89/9900 phone series	**CP-PWR-CUBE-4=**	Adaptadores AC Teléfonos Oficinas	8	$34,1	$ 272,80
Modular 24 FXS Port VoIP Gateway with PVDM3-64	**VG310**	Gateway de voz (incluye garantía 1 año)	1	$3.016,1	$ 3.016,10
64-channel high-density voice DSP module SPARE	**PVDM3-64=**	Procesador digital de voz para los Voice Gateway	1	$1.603,1	$ 1.603,10
Cisco BE6000S (1xPRI,10xCUBE), Export Restricted SW	**BE6S-PRI-M2-K9**	Hardware plantas telefónicas	1	$5.048,2	$ 5.048,20
Cisco Business Edition 6000-Electronic SW Delivery-Top Level	**R-CBE6K-K9**	Licenciamiento planta telefónica (Business Edition	1	$1.241,6	$ 1.241,60
Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	**VIC2-4FXO=**	4 puertos análogos para Voz FXO	2	$435,6	$ 871,20
SRST-25 Seat License (CME uses CUCME Phone License ONLY)	**FL-CME-SRST-25=**	Licenciamiento planta telefónica (Business Edition	2	$252,8	$ 505,60
Total				$ 16.792,10	$ 38.802,00

Tabla 19 - Listado de Equipos. Biblioteca

6.7.2. Listado de Equipos Hotel

Nombre	No. Parte (P/N)	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
2504 Wireless Controller with 25 AP Licenses	**AIR-CT2504-25-K9**	WLC con licenciamiento para 25 APs, Cisco One, CMX, Seguridad), garantía fabricante 1 año	1	$3.356,5	$ 3.356,50
802.11ac W2 AP w/CA; 4x4:3; Ext Ant; 2xGbE, A Domain	**AIR-AP2802E-A-K9**	Access Point con garantía fabricante por 1 año	21	$710,6	$ 14922,60

Power Injector (802.3at) for Aironet Access Points	**AIR-PWRINJ6=**	Power Injectors para los APs	21	$63,3	$ 1329,30
Cisco Catalyst 3850 24 Port Data IP Base	**WS-C3850-24T-S**	Switch 24 puertos No Poe - Cisco One + IOS IP BASE. Módulo stack 50cm. Garantía 1 año	14	$3.087,6	$ 43.226,40
Cisco Catalyst 3850 4 x 1GE Network Module	**C3850-NM-4-1G=**	Módulo Uplink 4 puertos 1G para switch 3850	8	$217,8	$ 1742,40
1000BASE-LX/LH SFP transceiver module, MMF/SMF, 1310nm, DOM	**GLC-LH-SMD=**	Transceivers fibra monomodo	16	$433,4	$ 6934,40
Cisco UC Phone 7811	**CP-7811-K9=**	Teléfonos multipropósito habitaciones	57	$87,4	$ 4981,80
Cisco UC Phone 7861	**CP-7861-K9=**	Teléfono multipropósito recepción	1	$170,6	$ 170,60
IP Phone power transformer for the 7900-phone series	**CP-PWR-CUBE-3=**	Adaptadores AC Teléfonos	58	$25,0	$ 1450,00
Cisco Wireless IP Phone 8821	**CP-8821-K9-BUN**	Teléfonos inalámbricos Piscina y restaurante	2	$371,9	$ 743,80
Modular 24 FXS Port VoIP Gateway with PVDM3-64	**VG310**	Gateway de voz (incluye garantía 1 año)	1	$3.016,1	$ 3.016,10
Cisco BE6000S (1xPRI,10xCUBE), Export Restricted SW	**BE6S-PRI-M2-K9**	Hardware plantas telefónicas	1	$5.048,2	$ 5.048,20
64-channel high-density voice DSP module SPARE	**PVDM3-64=**	Procesador digital de voz para los Voice Gateway	1	$1.603,1	$ 1.603,10
Cisco Business Edition 6000-Electronic SW Delivery-Top Level	**R-CBE6K-K9**	Licenciamiento planta telefónica (Business Edition	1	$2.691,3	$ 2.691,30
Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	**VIC2-4FXO=**	4 puertos análogos para Voz FXO	2	$435,6	$ 871,20
SRST-25 Seat License (CME uses CUCME Phone License ONLY)	**FL-CME-SRST-25=**	Licenciamiento planta telefónica (Business Edition	2	$252,8	$ 505,60
Total				$ 25.317,80	$ 92.593,30

Tabla 20 - Listado de Equipos. Hotel

6.7.3. Listado de Equipos Centro de Servicios

Nombre	No. Parte (P/N)	Descripción	Cant.	Precio Unitario	Precio Total
2504 Wireless Controller with 25 AP Licenses	**AIR-CT2504-25-K9**	WLC con licenciamiento para 25 APs, Cisco One, CMX, Seguridad), garantía fabricante 1 año	1	$3.356,5	$ 3.356,50
802.11ac W2 AP w/CA; 4x4:3; Ext Ant; 2xGbE, A Domain	**AIR-AP2802E-A-K9**	Access Point con garantía fabricante por 1 año	14	$710,6	$ 9948,40
Power Injector (802.3at) for Aironet Access Points	**AIR-PWRINJ6=**	Power Injectors para los APs	14	$63,3	$ 886,20
Cisco Catalyst 3850 24 Port Data IP Base	**WS-C3850-24T-S**	Switch 24 puertos NO PoE + stack + Cisco One + IOS IP BASE garantía 1 año.	12	$3.087,6	$ 37.051,20
Cisco Catalyst 3850 4 x 1GE Network Module	**C3850-NM-4-1G=**	Módulo Uplink 4 puertos 1G para switch 3850	11	$217,8	$ 2395,80
1000BASE-LX/LH SFP transceiver module, MMF/SMF, 1310nm, DOM	**GLC-LH-SMD=**	Transceivers fibra monomodo	22	$433,4	$ 9534,80
Cisco Catalyst 3850 24 Port PoE IP Base	**WS-C3850-24P-S**	Switch 24 puertos PoE + stack + Cisco One + IOS IP BASE garantía 1 año.	5	$3.685,1	$ 18.425,50
Cisco UC Phone 7861	**CP-7861-K9=**	Teléfono multipropósito recepción	1	$170,6	$ 170,60
IP Phone power transformer for the 7900-phone series	**CP-PWR-CUBE-3=**	Adaptador AC Teléfono Recepción	1	$25,0	$ 25,00
Cisco IP Phone 8841	**CP-8841-K9=**	Teléfonos multipropósito	13	$216,6	$ 2815,80
IP Phone power transformer for the 89/9900 phone series	**CP-PWR-CUBE-4=**	Adaptadores AC Teléfonos	13	$34,1	$ 443,30
Cisco BE6000S (1xPRI,10xCUBE), Export Restricted SW	**BE6S-PRI-M2-K9**	Hardware plantas telefónicas	1	$5.048,2	$ 5.048,20
64-channel high-density voice DSP module SPARE	**PVDM3-64=**	Procesador digital de voz para los Voice Gateway	1	$1.603,1	$ 1.603,10

Cisco Business Edition 6000-Electronic SW Delivery-Top Level	**R-CBE6K-K9**	Licenciamiento planta telefónica (Business Edition)	1	$1.241,6	$ 1.241,60
Four-port Voice Interface Card - FXO (Universal)	**VIC2-4FXO=**	4 puertos análogos para Voz FXO	2	$435,6	$ 871,20
SRST-25 Seat License (CME uses CUCME Phone License ONLY)	**FL-CME-SRST-25=**	Licenciamiento planta telefónica (Business Edition	2	$252,8	$ 505,60
Total				$ 21.015,30	$ 94.322,80

Tabla 21 - Listado de Equipos. Centro de Servicios

6.7.4. Costo total de los Equipos

Ubicación	Costo
Biblioteca	$ 38.802,00
Hotel	$ 92.593,30
Centro de Servicios	$ 94.322,80
Total	$ 225.718,10

Tabla 22 - Costo total de los equipos

7. EVALUACIÓN Y CUMPLIMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA PASANTÍA

7.1. Cumplimiento del Objetivo General

- Se realizó el diseño lógico y físico de la arquitectura de red convergente, integrando servicios LAN, WLAN y de Telefonía (analógica y digital), que podrá ser implementada en las nuevas instalaciones del Aeropuerto “El Caraño” de Quibdó.

7.2. Cumplimiento de los Objetivos Específicos

- Se realizó el reconocimiento visual de las instalaciones, a través de videoconferencias, material audiovisual, planos estructurales e indicaciones del cliente, identificando la mejor ubicación de los dispositivos de red, las zonas donde se requieren puntos de red, cobertura inalámbrica y puntos de telefonía.
- A través del análisis de la información suministrada por el cliente, mencionados en el punto anterior, se determinaron las limitaciones físicas presentes en el diseño de cada uno de los aspectos de la red.
- Se diagnosticó la cantidad de cada uno de los dispositivos requeridos para garantizar el acceso de todos los usuarios a la red, con ayuda de la información suministrada por el cliente, y de herramientas de planeación de la red.
- Se definió la topología de red que se implementará en cada una de las instalaciones (Biblioteca, Hotel y Zona comercial) del aeropuerto.

8. CONCLUSIONES

- La implementación de las tecnologías de comunicación descritas en este proyecto, permitirán al Aeropuerto de Quibdó alcanzar un desarrollo tecnológico, con soluciones de telecomunicaciones de última generación, integrando servicios de datos, voz y video, permitiendo lograr una red convergente con la capacidad de ampliarse según las necesidades de los usuarios.

- La aplicación de estas tecnologías permitirá la optimización de recursos y mejorará la calidad de los servicios prestados en el Aeropuerto de Quibdó. Lo que contribuirá eventualmente al desarrollo socioeconómico del mismo.

- En todo proyecto de diseño, sin importar el alcance, se requiere la aplicación de buenas prácticas, realizando todo el procedimiento de manera metódica, para así ejercer el control de cada una de las fases o etapas, con el fin de obtener los mejores resultados.

- Según la experiencia de la empresa con proyectos de la misma magnitud al planteado en este documento, podría afirmarse que, a la hora de implementar la solución propuesta en este diseño, se obtendrá un porcentaje de acierto de +/- 95%, el cual podrá verse reflejado en la cantidad de dispositivos necesarios y costo de los mismos; esto debido a que en todo proyecto de ingeniería se debe tener en cuenta un porcentaje de tolerancia, que para este caso es de +/- 5%.

9. REFERENCIAS

¿Qué es un concentrador o un hub? (Marzo de 2017). Obtenido de CCM: http://es.ccm.net/faq/10391-que-es-un-concentrador-o-un-hub

3CX. (s.f.). *¿Qué son las Comunicaciones Unificadas?* Obtenido de https://www.3cx.es/voip-sip/comunicaciones-unificadas/

Acerca de ITS InfoCom: Nuestros Clientes. (s.f.). Obtenido de Sitio Web ITS InfoCom: www.infocom.com/acerca-de-its-infocom/

Acerca de ITS InfoCom: Quienes somos. (s.f.). Obtenido de Sitio Web ITS InfoCom: www.infocom.com/acerca-de-its-infocom/

Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó. (s.f.). *Obras*. Obtenido de Sitio Web del Aeropuerto "El Caraño" de Quibdó: http://www.aeropuertoquibdo.co/web/page/53/Obras

Agencia Nacional de Infraestructura - ANI. (19 de Diciembre de 2014). *Aeropuerto El Caraño, Quibdó [Archivo de video]*. Obtenido de Youtube: https://www.youtube.com/watch?v=hOMkyI7vnHM

Analysys Mason. (Julio de 2012). *Leadership and technology: a total-cost-of-ownership comparison for unified communications*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/dam/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/unified-ip-phone-7900-series/leadership.pdf

ANSI/EIA/TIA. (2012). *Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces.*

ANSI; EIA; TIA. (2001). *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard.*

ANSI; EIA; TIA. (2009). *Estándar de Administración para la Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales.*

Aplicaciones de Comunicaciones Unificadas: Usos y ventajas. (Enero de 2006). Obtenido de Sage Research: www.sageresearch.com

BROKSOLUTIONS. (s.f.). *¿QUÉ ES UN SERVIDOR BLADE?* Obtenido de BROKSOLUTIONS: http://www.broksolutions.com/que-es-un-servidor-blade-bro/

Carlos Villagran, C. E. (30 de Marzo de 2017). *Calidad de servicio (QoS) en Catalyst 3850 / 3650: Configuración y Troubleshooting*. Obtenido de https://supportforums.cisco.com/es/document/13262516

Carrión Intriago, A. O. (2009). *Proyecto de Telecomunicaciones y conectividad para el Gobierno Provincial de Loja.* Quito, Ecuador: Universidad San Francisco de Quito.

Cisco. (s.f.). Obtenido de Cisco Business Edition 6000 Solutions Data Sheet: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/unified-communications/business-edition-6000/data_sheet_c78-717454.pdf

Cisco. (8 de Octubre de 2009). *Wireless LAN Controller (WLC) FAQ*. Obtenido de Cisco End-of-sale and End-of-life Products: http://www.cisco.com/c/en/us/support/docs/wireless/4400-series-wireless-lan-controllers/69561-wlc-faq.html

Cisco Corp. (s.f.). Obtenido de Cisco IP Phone 7800 Series Data Sheet: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/collaboration-endpoints/unified-ip-phone-7800-series/data-sheet-c78-729488.html

Cisco Corp. (s.f.). Obtenido de Cisco Wireless IP Phone 8821: http://www.cisco.com/c/en/us/products/collaboration-endpoints/wireless-ip-phone-8821/index.html

Cisco Corp. (s.f.). *Cisco 2500 Series Wireless Controllers Data Sheet*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/products/collateral/wireless/2500-series-wireless-controllers/data_sheet_c78-645111.html

Cisco Corp. (s.f.). *Cisco Aironet 2800 Series Access Points*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/products/wireless/aironet-2800-series-access-points/index.html?stickynav=1

Cisco Corp. (s.f.). *Cisco Business Edition 6000*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/business-edition-6000/index.html?stickynav=1

Cisco Corp. (s.f.). *Cisco Catalyst 3850 Series Switches*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/products/switches/catalyst-3850-series-switches/index.html

Cisco Corp. (s.f.). *Cisco IP Phone 7861*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/products/collaboration-endpoints/unified-ip-phone-7861/index.html

Cisco Corp. (s.f.). *Cisco IP Phone 8841*. Obtenido de http://www.cisco.com/c/en/us/products/collaboration-endpoints/ip-phone-8841/index.html

Cisco Networking Academy. (2016). *Introducción a las redes*. Obtenido de NetAcad: https://static-course-assets.s3.amazonaws.com/ITN6/es/index.html#1.2.2.2

Cisco. (s.f.). *Products & Services. Unified Communications. Call Control*. Obtenido de Cisco Business Edition 6000: http://www.cisco.com/c/en/us/products/unified-communications/business-edition-6000/index.html

Cisco. (s.f.). *What is a Firewall?* Obtenido de Cisco Products & Services: http://www.cisco.com/c/en/us/products/security/firewalls/what-is-a-firewall.html

Comunidad de Soporte de Cisco. (17 de 12 de 2015). *Configuración de grupos de Access Points y perfiles de Radio Frecuencia - Webasc FAQ*. Obtenido de https://supportforums.cisco.com/es/document/12731481

Conectate, Enrutate y no te pierdas [Blog]. (s.f.). Obtenido de Dispositivos finales, intermediarios y medios de red: http://redes-autoestudio.blogspot.com.co/2013/03/dispositivos-finales-intermediarios-y.html

Definición de Red. (2008). Obtenido de Definición.de: http://definicion.de/red/

Dispositivos finales y su papel en la red. (18 de Marzo de 2011). Obtenido de Aspectos básicos de Networking: http://aspectosbasicosdenetworking.blogspot.com.co/2011/03/dispocitivos-finales-y-su-papel-en-la.html

Información de VoIP Gateway – Aprenda sobre pasarelas VOIP. (s.f.). Obtenido de 3CX: https://www.3cx.es/voip-sip/pasarela-voip/

ITS InfoCom estrena sede en Bogotá [Noticia]. (6 de Agosto de 2010). Obtenido de Periódico EL TIEMPO: http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-4084837

León, C. F., & Barrientos, C. F. (2013). *DISEÑO E IMPLEMENTACION DE LA RED DE VOZ Y DATOS DEL PROYECTO CALL CENTER TORRE CENTRAL PISO 8.* Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira.

NGN (next generation network) o la Telefonía Over IP (ToIP). (s.f.). Obtenido de La tecnología me gusta [Blog]: http://director-it.com/index.php/es/ssoluciones/servicio-de-voz/telefonia-ip/66-ngn-toip.html

OpenScape Business Brochure. (s.f.). Obtenido de Unify WebSite: https://www.unify.com/es/~/media/internet-2012/documents/brochure/OpenScape_Business.pdf

Operadora de Aeropuertos Centro-Norte Airplan. (s.f.). *Quienes Somos*. Obtenido de Sitio Web de Airplan: http://www.airplan.aero/web/page/33/Quienes-somos

Payan, E. (29 de Agosto de 2012). *Estandar IEEE 802.1Q*. Obtenido de Gestión de Redes de Datos [Blog]: http://tefy10.blogspot.com.co/2012/08/estandar-ieee-8021q.html

Qué es un 'router'. (Marzo de 2017). Obtenido de CCM: http://es.ccm.net/faq/2757-que-es-un-router

Que es una Vlan y su función ? (18 de Julio de 2015). Obtenido de Redes Informate, Router ,switch, Lan ,Wan ,Man y más [Blog]: http://redesconfiguracion.blogspot.com.co/2015/07/que-es-una-vlan-y-su-funcion.html

Ramirez, I. (20 de Junio de 2016). *¿Qué es una conexión VPN, para qué sirve y qué ventajas tiene?* Obtenido de Xataca: https://www.xataka.com/seguridad/que-es-una-conexion-vpn-para-que-sirve-y-que-ventajas-tiene

Red USERS. (s.f.). *¿Qué es una red informática?* Obtenido de Red USERS - Comunidad de Tecnología: http://www.redusers.com/noticias/que-es-una-red-informatica/

Redes Convergentes. (2009 de Marzo de 2009). Obtenido de Cisco Primer Capitulo: http://laurapita.blogspot.com.co/2009/03/redes-convergentes.html

Regalado, A. F., Bolivar, K., & Peña, M. A. (2015). *Implementación de solución de comunicaciones unificadas bajo software libre.* Bogotá, Colombia: Universidad Santo Tomás De Aquino.

Rouse, M. (s.f.). *access point definition*. Obtenido de TechTarget: http://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/access-point

Sanchez Iglesias, A. L. (21 de Diciembre de 2015). *¿Qué es un switch?* Obtenido de About en español: http://computadoras.about.com/od/redes/a/que-Es-Un-Switch.htm

Santos, A. L., Escobar, J. F., & Varela, A. E. (2012). *Impacto de las Comunicaciones Unificadas en la Organización: Caso FISDL.* Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador: Universidad Don Bosco.

Sierra, J. F. (18 de Diciembre de 2014). *Ampliación de aeropuerto de Quibdó es puerta de desarrollo para Chocó*. Obtenido de El Colombiano: http://www.elcolombiano.com/negocios/economia/ampliacion-de-aeropuerto-de-quibdo-es-puerta-de-desarrollo-para-choco-CA929545

TCP/IP. (s.f.). Obtenido de CCM: http://es.ccm.net/contents/282-tcp-ip

Teléfonica. (s.f.). *Catálogo corporativo*. Obtenido de Movistar: http://www.movistar.es/Microsites/Catalogo/master_online/index.html#page=1

Topología de red. (Marzo de 2017). Obtenido de CCM: http://es.ccm.net/contents/256-topologia-de-red