



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**  
**Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación**

“DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA PARA LA  
SOLUCIÓN DE MEDICIÓN DE TRÁFICO VEHICULAR Y  
PEATONAL HACIA EL INTERIOR DE UN CENTRO  
COMERCIAL Y CADA UNO DE SUS LOCALES,  
EMPLEANDO CÁMARAS IP”

**INFORME DE MATERIA INTEGRADORA**

Previo a la obtención del Título de:

**LICENCIADO EN REDES Y SISTEMAS OPERATIVOS**

DAVID ALFREDO VALENCIA HERNÁNDEZ

VÍCTOR HUGO SAGÑAY LEMA

GUAYAQUIL – ECUADOR

AÑO: 2017

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por haberme dado la vida y sabiduría necesaria para poder culminar esta meta de mi formación profesional.

A mis padres Alfredo Valencia Ordoñez y Elvia Hernández Espinoza, y a mis tías Teresa Valencia y Azucena Duche por formarme como una persona de bien a través de su amor, apoyo, consejo y motivación incondicional lo cual me ha permitido cumplir con mis metas en la vida, sobre todo en mis etapas de estudiante.

A mi esposa Yadira Falcones y a mi hija Melany que me dieron la motivación y fortaleza para salir adelante y enfrentar los retos de la vida diaria tanto estudiantil como laboral.

A mis amigos del trabajo Mario, Maritza, Andrés, Ibis, Cristian, Gregorio, Solange, Carmen y a mi jefe Julio Ordoñez quienes me permitieron dar tiempo para desarrollar las tareas, proyectos e inclusive la tesis de la universidad.

A mis amigos de la universidad Carlos, Jean Carlo, Brian, Kevin, Diego y Álvaro quienes me ayudaron cuando estaban estudiando dentro de la Espol e incluso cuando ellos se graduaron me siguieron colaboraron en todo momento.

Agradezco a los profesores de la Espol y todas aquellas personas que aportaron a formarme profesionalmente y que contribuyeron con la realización de la presente tesis.

David Alfredo Valencia Hernández

Agradezco a Dios y a mi familia por todo el apoyo brindado hasta esta etapa de mi vida, a los profesores y compañeros de la Espol que sin lugar a dudas contribuyeron con cada paso de mi formación profesional.

Víctor Hugo Sagñay Lema

## **DEDICATORIA**

Dedico este proyecto a mis padres, a mis tías, a mis hermanos Fernando, Luis y Kevin, a mi esposa quienes siempre estuvieron presentes de una u otra manera y creyeron en mí y a mi hija para que sirva de motivación en el futuro y que recuerde que el que persevera alcanza todo lo que se proponga.

David Alfredo Valencia Hernández

Principalmente a Dios, mis padres Mariano y Luz María y a todos mis compañeros y profesores con las que se compartió muchas vivencias y conocimientos.

Víctor Hugo Sagñay Lema

## TRIBUNAL DE EVALUACIÓN

---

**Mg. Robert Andrade Troya**

PROFESOR EVALUADOR

---

**Mg. Angélica Santacruz**

PROFESOR EVALUADOR

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

"La responsabilidad y la autoría del contenido de este Trabajo de Titulación, nos corresponde exclusivamente; y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"

.....  
Víctor Hugo Sagñay Lema

.....  
David Alfredo Valencia Hernández.

## RESUMEN

En la actualidad los negocios dedicados a ofrecer servicios y productos se concentran en gran parte en los centros comerciales para llamar la atención de los clientes y así tener ventas seguras, sin embargo, en ocasiones algunos de estos negocios no prosperan llevándolos al fracaso. Adicionalmente cuando se requería analizar información referente a el número de personas que ingresan a un local comercial o al centro comercial con el fin de determinar el fracaso del negocio, esta información era inexistente o escasa.

Este proyecto se enfoca en el diseño de un sistema de cámaras IP y una aplicación que permite analizar los videos obtenidos por estas cámaras para cuantificar el número de personas que entran a cada local y el número de vehículos que ingresan y salen del centro comercial, además de que el sistema cuenta con una solución de seguridad el cual verifica si existe alguna anomalía dentro de cada local comercial, para lo cual por cada dos locales comerciales se instaló una cámara IP con lo cual se realiza lo ya mencionado.

Con esta información los dueños o administradores de los locales comerciales podrán tener cifras claras de los clientes que visitan sus locales, esto les permitirá saber si el marketing que realizan está funcionando o si necesitan diseñar nuevas estrategias de marketing para captar la atención de los clientes.

## ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
TRIBUNAL DE EVALUACIÓN.....	iv
DECLARACIÓN EXPRESA.....	v
RESUMEN.....	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
CAPÍTULO 1.....	1
1 ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA.....	1
1.1 Descripción del centro comercial .....	1
1.1.1 Área de Construcción del centro comercial .....	2
1.1.2 Distribución de los locales comerciales del centro comercial .....	2
1.1.3 Plano referenciado del centro comercial.....	3
1.1.4 Oficina de administración y centro de cómputo .....	3
1.2 Situación actual.....	5
1.3 Objetivos y alcance.....	6
1.3.1 Objetivo general.....	6
1.3.2 Objetivos específicos .....	6
1.3.3 Alcance.....	6
CAPÍTULO 2.....	8
2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN.....	8

2.1	División por bloques del centro comercial.....	8
2.2	Descripción del proyecto.....	8
2.3	Ubicación de las cámaras IP y de los puntos de datos.....	9
2.4	Características de las cámaras IP que se necesitarán para la solución de este diseño.....	11
2.5	Cálculo de ancho de banda estimado para la transmisión del video.....	11
2.5.1	Cálculo del tamaño de la imagen a una resolución de 1280x720 .....	12
2.5.2	Cálculo de ancho de banda para un segundo de video sin compresión. ....	13
2.5.3	Código de compresión de video que se usará en el diseño. ....	14
2.5.4	Ancho de banda que necesita una cámara IP.....	15
2.5.5	Ancho de banda estimado que se necesitará para el tráfico de video de las 72 cámaras IP .....	15
2.6	Cálculo de capacidad de almacenamiento requerido para los videos de las cámaras IP .....	16
2.6.1	Cálculo estimado de espacio de almacenamiento requerido para una cámara sin compresión .....	17
2.6.2	Cálculo de estimado de espacio de almacenamiento requerido para una cámara con compresión.....	17
2.6.3	Cálculo de almacenamiento requerido para las 72 cámaras por 1 día, con grabación continua.....	18



2.6.4	Cálculo de almacenamiento requerido para las 72 cámaras por 1 día, con grabación continua por 12 horas y detección de movimiento las siguientes 12 horas.....	18
2.7	Diseño del cableado estructurado.....	19
2.7.1	Cableado Horizontal.....	19
2.7.2	Cálculo estimado de la cantidad de cable UTP categoría 6A.....	20
2.7.3	Ubicación de los gabinetes rack cerrados de pared.....	22
2.7.4	Cálculo de distancia máxima para cada cámara IP.....	23
2.7.5	Cálculo de distancia mínima para cada cámara IP.....	23
2.7.6	Cálculo de distancia promedio para cada cámara IP.....	24
2.7.7	Cálculo de holgura del cable.....	24
2.7.8	Cálculo de número de puntos por bobina.....	25
2.7.9	Cálculo de número de bobinas que va a necesitar.....	26
2.7.10	Cálculo de distancia máxima para cada punto doble de los locales comerciales.....	27
2.7.11	Cálculo de distancia mínima para cada punto doble de los locales comerciales.....	27
2.7.12	Cálculo de distancia promedio para cada local comercial.....	28
2.7.13	Cálculo de número de bobinas a usar para cada local comercial.....	28
2.7.14	Selección de fibra óptica.....	29
2.7.15	Cálculo estimado de la cantidad de fibra óptica.....	31

2.7.16	Cálculo de pérdidas del diseño de red de Fibra Óptica Multimodo de 12 hilos .....	33
2.8	Conexión desde el centro de cómputo con cada uno de los bloques del centro comercial.....	34
2.8.1	Conexión con Bloque 1 .....	35
2.8.2	Conexión con Bloques 2 y 3.....	38
2.8.3	Conexión con Bloques 4, 5, 6 y 7 .....	41
2.9	Conexión al Cuarto de Monitoreo.....	50
2.10	Etiquetado del cableado.....	51
2.11	Direccionamiento Lógico .....	51
2.11.1	Segmentación de la Red mediante VLAN.....	51
2.11.2	Seguridad a nivel de Puerto .....	58
CAPÍTULO 3.....		60
3	REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCIÓN Y PLAN DE TRABAJO.....	60
3.1	Requerimientos para el diseño de la solución .....	60
3.2	Planos del sistema de bandejas metálicas porta cables del centro comercial.....	60
3.3	Fibra Óptica Multimodo 12 hilos 50/125 OM3 1300 nm.....	62
3.4	Gabinetes y equipos de comunicación para la solución del diseño.....	62
3.4.1	Cálculo de cantidad de espacio en disco duro requerido sin configuración de RAID 5 y la implementación de HOT SPARE .....	75

3.4.2 Cálculo de cantidad de espacio en disco duro requerido para la configuración de RAID 5 y la implementación de HOT SPARE .....	75
3.5 Equipos del Cuarto de Monitoreo.....	82
3.6 Personal capacitado y equipado .....	85
3.7 Planificación del tiempo de implementación del proyecto .....	86
3.8 Presupuesto de Mano de Obra .....	88
3.9 Presupuesto Final.....	88
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	91
BIBLIOGRAFÍA .....	99
ANEXOS.....	93

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tamaño de la imagen a una resolución de 1280 x720.....	12
Tabla 2. Ancho de banda requerido.....	13
Tabla 3. Ancho de banda que necesita una cámara IP .....	15
Tabla 4. Ancho de banda total estimado para el tráfico de video.....	16
Tabla 5. Capacidad de almacenamiento para una cámara IP por un día .....	17
Tabla 6. Capacidad de almacenamiento con grabación continua por un día.....	18
Tabla 7. Capacidad de almacenamiento total con grabación continua y detección de movimiento por un día.....	18
Tabla 8. Capacidad de almacenamiento total.....	19
Tabla 9. Ubicación de los gabinetes en función del bloque y número de local.....	22
Tabla 10. Distancia máxima con cable UTP a cada cámara IP .....	23
Tabla 11. Distancia mínima con cable UTP a cada cámara IP .....	23
Tabla 12. Distancia promedio con cable UTP a cada cámara IP .....	24
Tabla 13. Cálculo de holgura de cable.....	25
Tabla 14. Cálculo para determinar el número de bobinas de cable UTP que se necesitarán para cada cámara IP .....	26
Tabla 15. Distancia máxima con cable UTP a cada local comercial.....	27
Tabla 16. Distancia mínima con cable UTP a cada local comercial.....	28
Tabla 17. Distancia promedio con cable UTP a cada local comercial.....	28
Tabla 18. Cálculo para determinar el número de bobinas de cable UTP que se necesitarán para cada local comercial .....	29
Tabla 19. Total de bobinas de cable UTP categoría 6A para toda la solución.....	29
Tabla 20. Alcances máximos de fibra óptica multimodo .....	30
Tabla 21. Cantidad de hilos de fibra óptica a utilizar por bloque.....	31

Tabla 22. Distribución del cable de fibra óptica.....	33
Tabla 23. Valores de Atenuación determinada por la norma TIA/EIA 568A.....	33
Tabla 24. Cálculo de atenuación de la fibra óptica .....	34
Tabla 25. Modelos de switch y ubicación de gabinetes de pared para comunicación con bloque 1.....	36
Tabla 26. Ubicación y modelos de switch para comunicación con los bloques 2 y 3.....	39
Tabla 27. Ubicación y modelos de switch para comunicación con los bloques 4, 5, 6 y 7.....	42
Tabla 28. Asignación de IPs para VLAN 10.....	57
Tabla 29. Asignación de IPs para VLAN 20.....	57
Tabla 30. Bitrate de transmisión de video por internet.....	74
Tabla 31. Bitrate generado por Google Chrome y Mozilla Firefox .....	74
Tabla 32. Cálculo de consumo de potencia total de los equipos en el rack .....	79
Tabla 33. Listado de herramientas.....	85
Tabla 34. Presupuesto de mano de obra .....	88
Tabla 35. Presupuesto (Parte 1) .....	88
Tabla 36. Presupuesto (Parte 2).....	89
Tabla 37. Presupuesto de equipos y mano de obra.....	90

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Centro Comercial "La Gran Manzana" .....	1
Figura 1.2	Medidas estimadas del centro comercial .....	2
Figura 1.3	Plano referenciado del centro comercial .....	3
Figura 1.4	Oficina de administración del centro comercial.....	4
Figura 1.5	Plano de la oficina de administración.....	5
Figura 2.1	División por bloques del centro comercial.....	8
Figura 2.2	Ubicación y posición de las cámaras IP .....	10
Figura 2.3	Cobertura de grabación de las cámaras .....	10
Figura 2.4	Distribución de cable UTP y fibra óptica para la conexión de las cámaras IP .....	21
Figura 2.5	Ubicación de los gabinetes rack cerrados para pared de 9U.....	22
Figura 2.6	Cantidad de fibra óptica que se necesitará para la solución del diseño .....	32
Figura 2.7	Plano del centro comercial.....	32
Figura 2.8	Bloque 1 del centro comercial.....	35
Figura 2.9	Asignación de hilos de la primera fibra óptica multimodo que conectan el centro de cómputo con el bloque 1 .....	37
Figura 2.10	Layout de la conexión del centro de cómputo con el bloque 1 ..	37
Figura 2.11	Bloque 2 y 3 del centro comercial.....	38
Figura 2.12	Asignación de hilos de la segunda Fibra óptica multimodo que conectan el centro de cómputo con los Bloques 2 y 3 .....	40
Figura 2.13	Layout de la conexión del centro de cómputo con los bloque 2 y 3 .....	40
Figura 2.14	Bloques 4, 5, 6 y 7 .....	41
Figura 2.15	Canalizaciones subterráneas para fibra óptica que conecta el centro de cómputo con los Bloques 4, 5, 6 y 7 .....	43
Figura 2.16	Cajón de distribución de ducto subterráneo.....	44

Figura 2.17 Asignación de hilos de la tercera fibra óptica multimodo que conectan el centro de cómputo con los bloques 4,5,6 y 7 .....	45
Figura 2.18 Distribución de los switches en los bloques 4, 5, 6 y 7 .....	46
Figura 2.19 Canalizaciones subterráneas para fibra óptica que conecta el centro de cómputo con el bloque 7 (garita).....	47
Figura 2.20 Recorrido de la fibra óptica desde el local 133 y la garita.....	48
Figura 2.21 Ubicación de las cámaras IP en la garita.....	48
Figura 2.22 Layout de la conexión del centro de cómputo con los bloques 4, 5, 6 y 7 .....	49
Figura 2.23 Plano de ubicación del cuarto de monitoreo .....	50
Figura 2.24 Distancia y ubicación de los 2 puntos dobles de datos para el cuarto de monitoreo .....	50
Figura 2.25 Etiquetado del cableado .....	51
Figura 2.26 Diseño de red de las VLANs.....	53
Figura 2.27 Comando que se usan para la configuración de los puertos del switch en modo troncal .....	53
Figura 2.28 Comandos que se usan para la configuración VTP.....	54
Figura 2.29 Comandos que se usan para configuración de VTP en modo cliente .....	54
Figura 2.30 Comandos que se usan para la asignación de nombres de VLANs.....	54
Figura 2.31 Comandos que se usan para mostrar que VLANs están activas y desactivadas .....	55
Figura 2.32 Comandos que se usan para mostrar los puertos asignados a cada VLAN.....	55
Figura 2.33 Comandos que se usan para la asignación de puertos de los switch para las VLANs .....	56
Figura 2.34 Direccionamiento dinámico para las VLANs .....	56
Figura 2.35 Seguridad a nivel de Puerto.....	58

Figura 2.36 Comandos que se usan para la configuración del puerto en modo acceso.....	58
Figura 2.37 Comando usado para activar la seguridad en los puertos .....	59
Figura 2.38 Comando usado para limitar la cantidad de direcciones MAC permitidas .....	59
Figura 2.39 Comandos usados para configurar la acción que se ejecuta al violar la limitación del puerto.....	59
Figura 3.1 Plano de sistema de bandejas metálicas porta cables .....	61
Figura 3.2 Sistema de bandejas porta cables .....	61
Figura 3.3 Vista interna del sistema de bandeja porta cables.....	62
Figura 3.4 Gabinete rack cerrados de 42U SmartRack TRIPP-LITE SR42UB Premium.....	63
Figura 3.5 Gabinete rack cerrados de pared de 9U para los bloques del centro comercial.....	64
Figura 3.6 Gabinete rack cerrados de pared de 6U para los bloques del centro comercial.....	64
Figura 3.7 Caja de fibra óptica (ODF) montaje a rack.....	65
Figura 3.8 Switch Cisco 3750 .....	65
Figura 3.9 Switch Cisco SG200-26P .....	66
Figura 3.10 Switch Cisco SG200-26 .....	66
Figura 3.11 Switch Cisco SG300 .....	67
Figura 3.12 Switch Cisco SG300-52 .....	67
Figura 3.13 Mikrotik RouterBoard RB450G .....	67
Figura 3.14 Módulo Transceiver Óptico SFP TP-LINK TL-SM311LM.....	68
Figura 3.15 Chasis para convertidor de medios TP-Link TL-MC1400 .....	69
Figura 3.16 Convertidor de medio TP-Link MC200CM Fibra MM SC Gigabit .....	70
Figura 3.17 Caja de distribución para fibra óptica de 12 hilos .....	70
Figura 3.18 Servidor HP ProLiant DL380 G7 para Software NAS .....	71
Figura 3.19 Software NVR ACTi IVS: Conteo de personas .....	73



Figura 3.20 Software NVR ACTi IVS: Conteo de vehículos y reconocimiento de placas .....	73
Figura 3.21 Servidor NAS Synology RackStation RS3617xs+.....	75
Figura 3.22 Cámara IP Poe para exteriores FOSCAM FI9803EP .....	77
Figura 3.23 Distancia focal de cámara IP .....	78
Figura 3.24 Switch KVM HP TFT7600 de 1U.....	79
Figura 3.25 UPS Tripp-Lite SmartToline SU10KRT3U 10000VA.....	80
Figura 3.26 Layout de los equipos electrónicos en el centro de cómputo.....	81
Figura 3.27 HP ProDesk Micro Torre 600 G2 .....	82
Figura 3.28 Tarjeta de Video ASUS.....	83
Figura 3.29 Adaptadores DVI a VGA y HDMI a VGA.....	83
Figura 3.30 Componentes de la estación de trabajo de monitoreo.....	84
Figura 3.31 Se dispondrá de 4 puertos de video VGA en cada ordenador...	85
Figura 3.32 Diagrama de Gantt para la implementación del proyecto .....	87

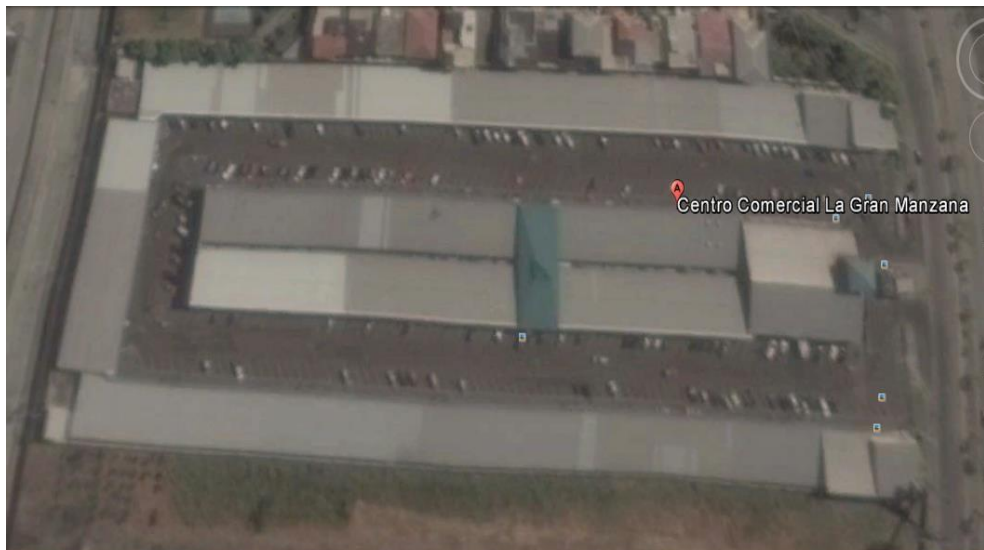
## CAPÍTULO 1

### 1 ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA

#### 1.1 Descripción del centro comercial

El centro comercial "La Gran Manzana" está localizado en la avenida Francisco de Orellana Km 4.5 y abrió sus puertas al público el sábado 23 de noviembre del 2013, donde se pueden encontrar negocios tales como restaurantes, gimnasios, spa, peluquerías, entre otros, siendo una opción más para los habitantes de ciudades cercanas a la avenida Francisco de Orellana como Los Álamos, El Cóndor, Alborada, Samanes, Guayacanes, Vergeles, Rosales, Fuerte Huancavilca, Orquídeas, Villa España, Mucho Lote y otras.

En la figura 1.1 se muestra una imagen satelital tomada de la aplicación Google Earth, en la cual se aprecia el centro comercial.

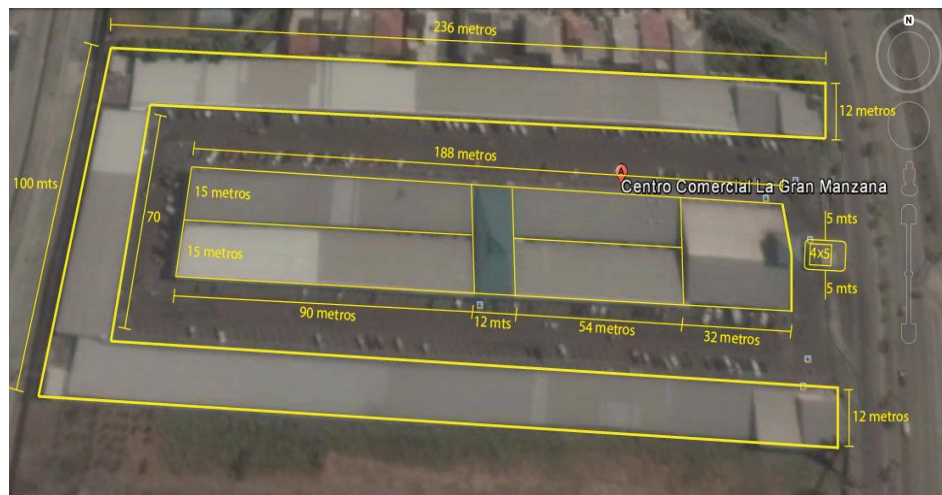


**Figura 1.1 Centro Comercial "La Gran Manzana"**

### 1.1.1 Área de Construcción del centro comercial

El centro comercial tiene un área total de 25.625m<sup>2</sup>, el área de construcción es de 23.600 m<sup>2</sup>, cuenta con 300 espacios para parqueos y 133 locales comerciales de 72m<sup>2</sup> cada uno, entre las características visibles de la edificación tenemos que su estructura es antisísmica, tiene cableado eléctrico y de datos subterráneo.

En la figura 1.2 se muestra la estimación de las medidas del centro comercial las cuales se obtuvieron con la herramienta “regla” de la aplicación Google Earth, las mismas que nos permitirán determinar qué tipo de medio de transmisión se usará para el diseño del proyecto.



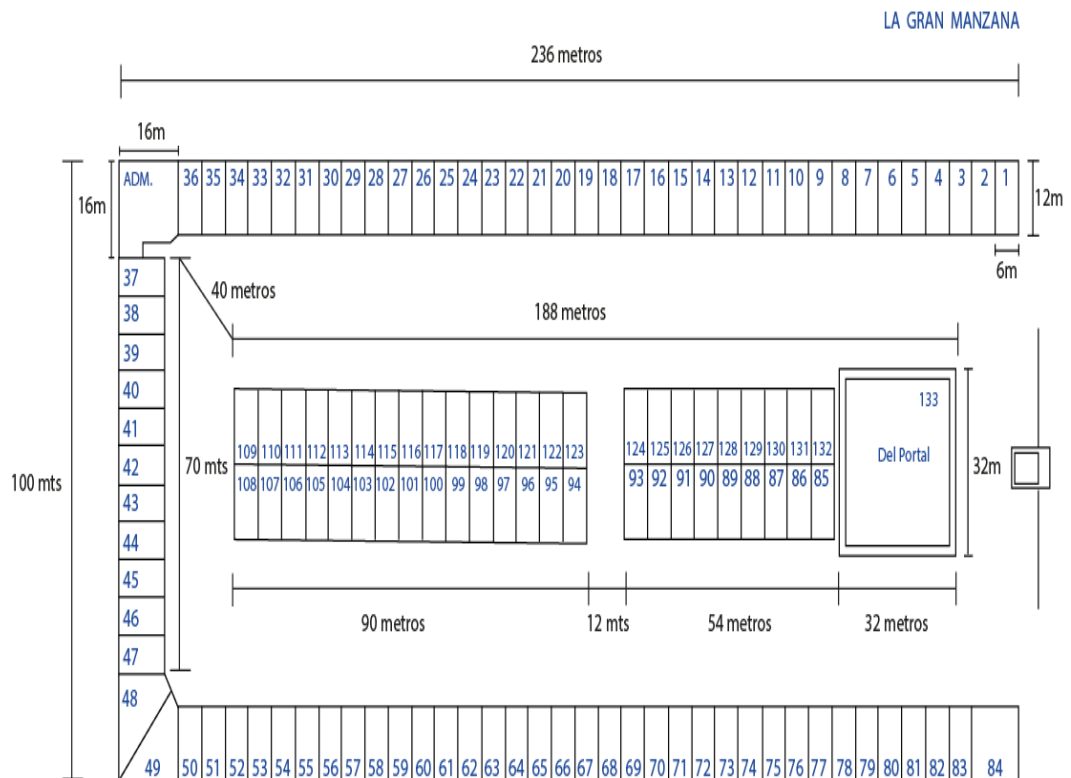
**Figura 1.2 Medidas estimadas del centro comercial**

### 1.1.2 Distribución de los locales comerciales del centro comercial

El centro comercial “La Gran Manzana” tiene 133 locales entre los que existen gran variedad de negocios, tales como, banco, gimnasios, restaurantes, mueblerías, spa, peluquerías, tecnologías y otros. Como negocios claves se encuentran “Del portal” (venta de carnes) y Yanbal. En el anexo A se describe la actividad comercial de cada local.

### 1.1.3 Plano referenciado del centro comercial

La figura 1.3 muestra el plano del centro comercial, en la que se observa la división de los 133 locales comerciales, los mismos que tienen una dimensión de 6m x 12m (72 m<sup>2</sup>), a excepción del local “Del portal” que tiene una dimensión de 30m x 32m.



**Figura 1.3 Plano referenciado del centro comercial**

### 1.1.4 Oficina de administración y centro de cómputo

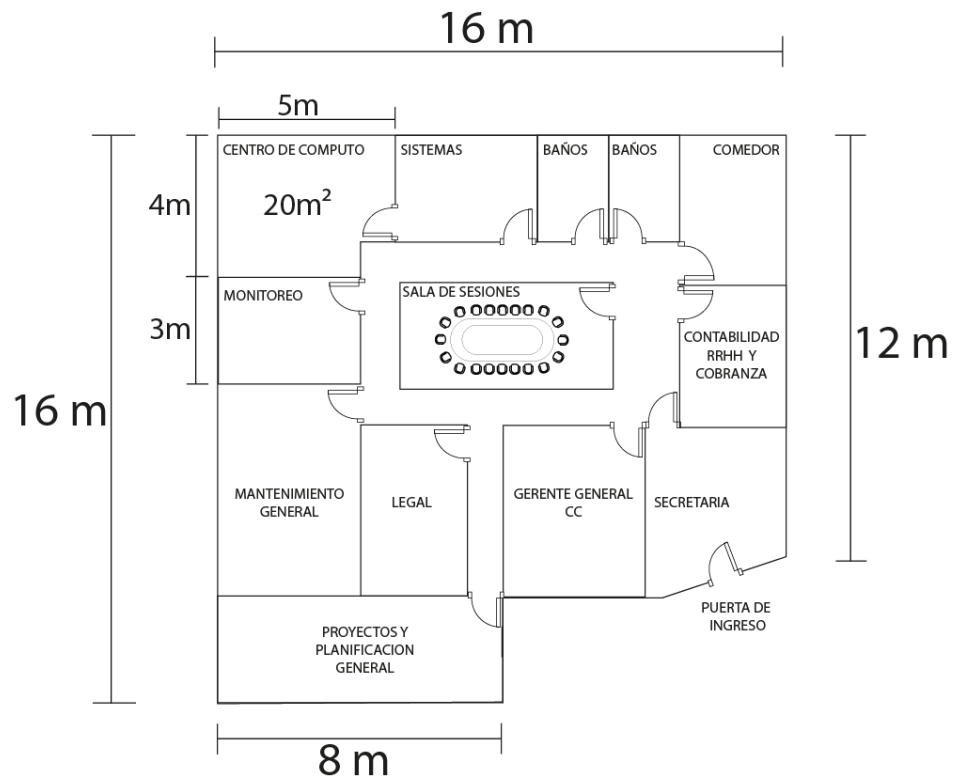
La oficina de administración del centro comercial está ubicada entre el local 36 y 37, la figura 1.4 muestra una fotografía de la oficina de administración.



**Figura 1.4 Oficina de administración del centro comercial**

La oficina de administración tiene un área de construcción de 230 m<sup>2</sup> ahí está ubicado en un espacio de 20m<sup>2</sup> y una altura de 3m, el cuarto de cómputo donde funcionan actualmente los servidores que alojan los sistemas que necesita el centro comercial para su funcionamiento, tales como, el servidor de correo electrónico, el servidor base de datos donde se almacenan los registros generados por el sistema contable que usa la administración.

La figura 1.5 muestra el plano de cómo está distribuido la oficina de administración.



**Figura 1.5 Plano de la oficina de administración**

### 1.2 Situación actual

Durante el tiempo que el centro comercial lleva funcionando los administradores y/o dueños de los locales comerciales desconocen la cantidad de clientes que ingresaron a su local comercial, la única información que ellos tienen es de cuantas ventas hicieron en el día.

Además de que el centro comercial cuenta con un limitado número de cámaras de seguridad y carece de una adecuada administración de los registros históricos de los videos.

Debido a esto se opta por una solución de cámaras IP que cuantifiquen los vehículos que ingresan y salen del centro comercial, la cantidad de personas que ingresan y salen de los locales comerciales y utilizar las cámaras IP para video vigilancia.

## **1.3 Objetivos y alcance**

### **1.3.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema de cámaras IP para cuantificar el número de vehículos que entran y salen del centro comercial, y el número de clientes que ingresan a cada local comercial, además, utilizar las mismas cámaras IP para realizar video vigilancia.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

Se busca satisfacer las siguientes necesidades:

- Cuantificar los clientes que ingresan y salen del centro comercial.
- Cuantificar los clientes que ingresan a cada local comercial.
- Cuantificar los vehículos que ingresan y salen del centro comercial.
- Generación de reportes del conteo de personas
- Realizar video vigilancia.
- Guardar un registro histórico de los videos de las cámaras IP.
- Crear un cuarto de monitoreo.

### **1.3.3 Alcance**

En el Centro comercial “La Gran Manzana” que cuenta con 133 locales comerciales se diseñará un sistema de video vigilancia, conteo de vehículos que ingresan y salen del centro comercial, y de los usuarios que entran a cada local utilizando cámara IP y un software NVR especializado en el tema de conteo de tráfico vehicular y peatonal.

Estas cámaras no necesitarán de un tendido eléctrico adicional ya que en el mismo cable de red se alimentará de la energía eléctrica que necesita para su funcionamiento.

Se necesitarán 72 cámaras IP que estarán ubicadas en la parte superior de cada local comercial a una distancia de doce metros de separación entre las cámaras, es decir, pasando dos locales estará situada una cámara IP y al ingreso y salida del centro comercial se instalarán cámaras IP para que capturen el flujo vehicular.

Las Imágenes capturadas por estas cámaras serán procesadas por un software que estará instalado en un servidor el cual analizará cada imagen en tiempo real y en cuestión de segundos dará resultados de cuantas personas entran y salen de los locales comerciales y cuantos vehículos entran y salen del centro comercial, estos datos se almacenarán en un servidor base de datos y los videos en un servidor de archivos.



# CAPÍTULO 2

## 2 DISEÑO DE LA SOLUCIÓN

En este capítulo se presentará todas las consideraciones y aspectos relacionados con el diseño de la red, se examinarán los elementos de cableado estructurado y componentes activos de la red.

### 2.1 División por bloques del centro comercial

Para una mejor organización y planeación de la solución dividiremos al centro comercial en siete bloques, esto nos permitirá al momento de hacer alguna referencia ubicarlo de manera más rápida, tal como se muestra en la figura 2.1

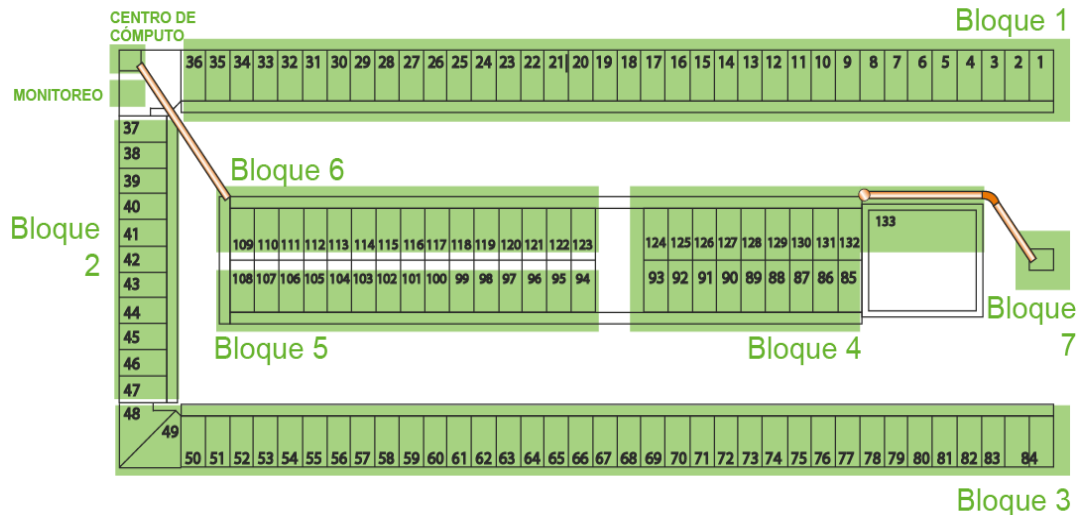


Figura 2.1 División por bloques del centro comercial

### 2.2 Descripción del proyecto

Para la solución del proyecto se llevará a cabo el diseño de un sistema de video en red utilizando equipos apropiados, ubicando las acometidas de servicio por donde pasará el cableado y el lugar más apropiado para los rack en el centro comercial, esto siguiendo la norma ANSI/TIA/EIA 569-B [5] la cual especifica los espacios y recorridos de telecomunicaciones en un edificio comercial. De manera que, para empezar, se establecen los siguientes puntos:

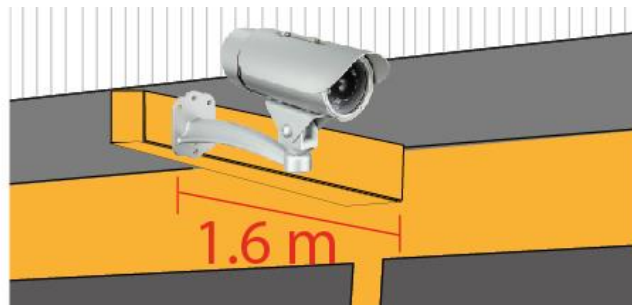
- Definir la ubicación de las cámaras IP y de los puntos de datos
- Definir características de las cámaras IP que se necesitarán para la solución de este proyecto.
- Definir el ancho de banda que se necesitará para la transmisión de los videos en tiempo real de las cámaras IP.
- Definir la cantidad de espacio en disco duro que se necesitará para almacenar la grabación de los videos.
- Definir los medios para establecer la comunicación de datos.
- Definir la segmentación de la red mediante el uso de VLAN Dinámicas
- Definir el direccionamiento IP de la red

Con toda esta información se podrá establecer los equipos cuyas características cumplan con los requerimientos necesarios para el diseño de esta solución.

### **2.3 Ubicación de las cámaras IP y de los puntos de datos**

Los puntos de datos estarán ubicados en cada local comercial a una altura de tres metros y a dos metros de distancia desde el ingreso al local. Cada punto de dato dispondrá de dos puntos de red el cual permitirá brindar hasta dos servicios, por ejemplo: en un punto internet y en el otro punto telefonía.

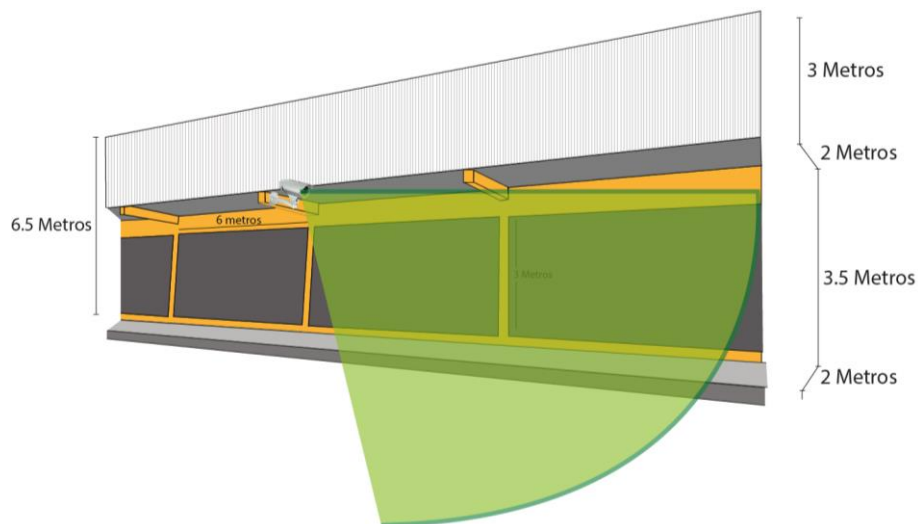
La ubicación de las cámaras IP será en la parte superior de cada local comercial a una altura de 3.5 metros para evitar de esta manera manipulaciones o agresiones, estará colocada a 1.6 metros en las vigas que sobresalen de la estructura del centro comercial tal como se muestra en la figura 2.2, de esta manera se obtiene una vista completa del ingreso de dos locales comerciales lo que permitirá conseguir los detalles suficientes para la identificación de los clientes que entran y salen de dichos locales comerciales.



**Figura 2.2 Ubicación y posición de las cámaras IP**

Cada cámara estará a una distancia de doce metros entre ellas, es decir, cada dos locales comerciales estará ubicada una cámara.

Las cámaras IP apuntarán hacia al ingreso de los locales de tal forma que pueda capturar el momento en que los clientes ingresan y salen de los locales, en esta ubicación y posición se evita la contraluz y se minimiza los reflejos de los parabrisas de los vehículos que se parquean [6], tal como se muestra en la figura 2.3.



**Figura 2.3 Cobertura de grabación de las cámaras**

## **2.4 Características de las cámaras IP que se necesitarán para la solución de este diseño**

Las cámaras IP que se necesitarán para la solución de este diseño serán de tecnología PoE, el cual permitirá que la alimentación de energía eléctrica sea por medio del cable de red y tendrán un ancho de cobertura de 12 metros para que abarque los 2 locales.

## **2.5 Cálculo de ancho de banda estimado para la transmisión del video**

Los streaming de video se componen de datos que representan imágenes en movimiento. El punto de partida para calcular el ancho de banda o Band Width (BW) de una señal de video son los mismos datos que se requieren para calcular el espacio de un disco duro [6]. Para realizar este cálculo se toman en cuenta los siguientes parámetros:

- Resolución de la imagen a ser utilizado.
- Nivel de compresión o calidad de la imagen.
- Número de imágenes por segundo.
- Número de cámaras IP del centro comercial.

Para calcular el ancho de banda requerido, se calculará el espacio necesario para almacenar un segundo de video y luego lo multiplicamos por el número de segundos, horas o días que necesitaremos almacenar.

Dos datos a tener en cuenta para el cálculo:

- La profundidad de color determina la cantidad de bits necesarios para representar el color de un píxel en una imagen digital, para el diseño de este proyecto se utilizará el estándar de “colores verdaderos” el cual utiliza una composición de color de 24 bits que implican 3 bytes por píxel y permite almacenar imágenes cuyos colores se acerca a lo que el ojo humano puede encontrar en el mundo real [8].
- A 30 imágenes por segundo se percibe los movimientos en el video de forma real y sin pausas.

Para realizar el cálculo de la capacidad de canal necesaria por cada cámara se tomará en consideración la profundidad de color de 3 bytes por pixel, 30 imágenes por segundos y códec de compresión H.264 (MPEG-4 parte 10); el cálculo del ancho de bando se lo explica en la sección 2.5.2 pero antes de esto es necesario hacer el cálculo de cuánto pesa cada imagen, este cálculo se lo explica en la sección 2.5.1.

### 2.5.1 Cálculo del tamaño de la imagen a una resolución de 1280 x 720

Primero se determina el total de pixeles de la imagen, que equivale a multiplicar el número de filas por el número de columnas de la matriz en la siguiente ecuación (2.1) se muestra el cálculo.

$$1280 \times 720 = 921600 \text{ pixeles / imagen} \quad (2.1)$$

Ahora el total de pixeles se lo multiplica por la profundidad de codificación, siendo este el número de bits que determinan el color o la intensidad de pixel. A continuación, se muestra en la ecuación (2.2.)

$$921600 \text{ pixeles} \times \frac{3 \text{ bytes}}{1 \text{ píxel}} = 2764800 \text{ Bytes / imagen} \quad (2.2)$$

En la ecuación (2.3) transformaremos los bytes a Megabytes, para conseguir este valor multiplicaremos los bytes por 2048 para llevarlo quedando de la siguiente manera:

$$2,764,800 \div 1,048,576 = 2.6 \text{ MB / imagen} \quad (2.3)$$

En la tabla 1 se muestra de manera simplificada el tamaño de la imagen usando una resolución de 1280 x 720 y una profundidad de color de 24 bits, que son los parámetros de configuración que se utilizarán en este diseño.

Resolución	Color verdadero (24 bits)
1280 x 720	2.6 MB

**Tabla 1. Tamaño de la imagen a una resolución de 1280 x720**

### 2.5.2 Cálculo de ancho de banda para un segundo de video sin compresión.

El ancho de banda por segundo de video en bruto se lo obtiene de acuerdo al tamaño de la imagen multiplicado por el número de imágenes por segundo o frames per second (fps) [6].

En el siguiente cálculo analizaremos primero los megabits requeridos por una imagen por segundo, teniendo en cuenta que se usará una profundidad de color de 24 bits y una resolución de pixeles de 1280 x 720.

En la ecuación (2.4) muestra el total, de pixeles de la imagen

$$1280 \times 720 = 921600 \text{ pixeles} \quad (2.4)$$

En la ecuación (2.5) muestra el total, de bits de la imagen:

$$921600 \text{ pixeles por imagen} \times \frac{24 \text{ bits}}{1 \text{ píxel}} = 22118400 \text{ bits / imagen} \quad (2.5)$$

En la ecuación (2.6) muestra la tasa de Transferencia para una sola imagen por segundo:

$$\frac{22118400 \text{ bits}}{1 \text{ imagen}} \times \frac{1 \text{ imagen}}{1 \text{ Segundo}} = 22118400 \text{ bps} = 22.12 \text{ Mbps} \quad (2.6)$$

Tenemos entonces que 22.12 Mbps es el requisito de capacidad de ancho de banda que representa el consumo de una cámara IP que transmite una sola imagen por segundo.

En la tabla 2 se presenta la capacidad de ancho de banda para los datos de video en bruto para una resolución de 1280 x 720, una profundidad de color de 24 bits y a 15 y 30 imágenes por segundo, considerando que a 30 fps se obtiene un video más fluido de forma real y sin pausas.

Resolución	Ancho de Banda a 15 fps	Ancho de Banda a 30 fps
1280 x 720	331.8 Mbps	663.6 Mbps

**Tabla 2. Ancho de banda requerido**

Si observamos la tabla 2 podemos apreciar que la resolución de 1280 x 720 con un enlace de 100 Mbps como lo son los Fast Ethernet no abastecería la demanda, es por eso que es necesario usar códecs de compresión de video.

### **2.5.3 Código de compresión de video que se usará en el diseño.**

Existen dos tipos de códigos de compresión, uno con pérdida de información o datos que componen la secuencia de video y otro que no presenta pérdidas. Al usar compresión sin pérdidas, los pixeles no se ven alterados, lo cual da como resultado una imagen idéntica a la original luego del proceso de compresión, el problema con este tipo de compresión es que se tiene una limitada reducción de datos lo cual se reflejaría en el consumo excesivo de almacenamiento y un elevado ancho de banda para transmitir los datos. A diferencia del tipo de compresión con pérdidas que permite eliminar las partes que el ojo humano no es capaz de percibir, logrando una verdadera compresión del video usando codificación predictiva [8].

Existen varios tipos de codificación predictiva, pero los que analizaremos serán: la espacial y temporal [8].

La compresión espacial también conocida como intra-cuadros, viendo al cuadro de la imagen como una matriz lo que hace este tipo de compresión es que los valores de intensidad de los pixeles a lo largo de una columna tiene una correlación cercana a su valor máximo con el siguiente pixel, es decir, comprime utilizando pixeles que son iguales o al menos muy similares dentro de la misma columna del mismo cuadro [8].

La compresión temporal también conocida como inter-cuadros, tiene que ver con la correlación estadística entre pixeles de cuadros consecutivos de una secuencia de video, esto permite predecir un cuadro a partir de los cuadros vecinos en la imagen actual, en pocas palabras, elimina la

redundancia entre píxeles muy cercanos, extrayendo y codificando solo la nueva información que aporta cada píxel [8].

La predicción inter-cuadros más eficiente utiliza análisis de movimiento, lo cual considera que los cambios de un cuadro a otro son debidos principalmente al movimiento de algunos objetos. La aplicación de este método, llamado formalmente codificación predictiva temporal con movimiento compensado, ha sido un factor vital para la evolución de los códecs de video en medios digitales, gracias a los niveles de compresión que se obtienen con su uso [8].

El códec para compresión de video que se usará para esta solución es el H.264 el cual permite una reducción de entre el 80% y 70%, y un nivel de compresión 10 lo cual me permitirá tener una alta calidad de la imagen.

#### 2.5.4 Ancho de banda que necesita una cámara IP

En la tabla 3 se muestra los valores de ancho de banda por segundo de video usando la herramienta "IP Video System Design Tool 9", en la misma se puede observar la diferencias que hay entre el uso de otros códecs y el códec H.264 que se eligió para este diseño.

Resolución	Calidad	30 Imágenes por segundo		
		MJPEG (Mbps)	MJPEG-4 (Mbps)	H.264 (Mbps)
1280 x 720 (HD)	Alta (10)	34.16	8.36	2.95

**Tabla 3. Ancho de banda que necesita una cámara IP**

#### 2.5.5 Ancho de banda estimado que se necesitará para el tráfico de video de las 72 cámaras IP

Los códecs MJPEG-4 y H.264 utilizan algoritmos de compresión espacial y predictiva, es por eso que permiten una mayor compresión que el códec MJPEG que solo utiliza compresión espacial.



Para determinar la capacidad total de ancho de banda para los videos se considera el tráfico generado por todas las cámaras IP a ser instaladas en el centro comercial, tal como se muestra en la tabla 4.

Resolución	72 Cámaras IP 30 Imágenes por segundo Nivel de Compresión 10 Códec de video H.264
1280 x 720 HD	212.4 Mbps

**Tabla 4. Ancho de banda total estimado para el tráfico de video**

Tenemos entonces que con las 72 cámaras funcionando con resolución HD de 1280 x 720 a 30 imágenes por segundo y una compresión H.264 el flujo de datos de video por un enlace Fast Ethernet se saturaría, así que el requerimiento recomendado para este diseño seria usar equipos de comunicación con enlaces Gigabit Ethernet.

## **2.6 Cálculo de capacidad de almacenamiento requerido para los videos de las cámaras IP**

Para estimar el espacio de almacenamiento requerido para los videos se toma en cuenta los mismos factores para el cálculo de ancho de banda (los primeros cuatro factores que se listan) y adicionalmente otros factores que tienen que ver con el tiempo de grabación, a continuación, se los lista:

- Resolución de la imagen a ser utilizado.
- Nivel de compresión o calidad de la imagen.
- Número de imágenes por segundo.
- Número de cámaras IP del centro comercial.
- El número de horas diarias que cada cámara IP estará grabando.
- El tiempo durante el cual los datos deban ser guardados.

### 2.6.1 Cálculo estimado de espacio de almacenamiento requerido para una cámara sin compresión

En la tabla 1 se puede observar el cálculo realizado del tamaño de una imagen a una resolución de 1280 x 720 con una profundidad de color de 24 bits el cual dio como resultado 2.7 MB, este es solo el valor de una imagen y como ya se especificó que se usará 30 imágenes por segundo el valor total de un segundo de video sería en la siguiente ecuación (2.7):

$$2.7 \text{ MB/imagen} \times 30 \text{ fps(frame por segundo)} = 81 \text{ MB/s} \quad (2.7)$$

Para conocer ahora la cantidad total de almacenamiento por día de una cámara IP sin compresión, se realizará el siguiente cálculo que se muestra en la ecuación (2.8)

$$\frac{81 \text{ MB}}{\text{s}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ hora}} \times \frac{24 \text{ h}}{1 \text{ día}} = 6998400 \text{ Megabytes} = 6.67 \text{ Terabytes} \quad (2.8)$$

### 2.6.2 Cálculo de estimado de espacio de almacenamiento requerido para una cámara con compresión

En la tabla 5 se muestran los valores de almacenamiento requerido para una cámara IP tomando en cuenta la resolución de 1280 x 720 y 30 imágenes por segundo, con un nivel de calidad de compresión 10 y considerando una grabación de 24 horas continuas, esto de acuerdo a los datos obtenidos por la herramienta "IP Video System Desgin Tool 9".

Resolución	Calidad	Imágenes por segundo	H.264
1280 x 720	Alta (10)	30	31.9 GB

**Tabla 5. Capacidad de almacenamiento para una cámara IP por un día**

### 2.6.3 Cálculo de almacenamiento requerido para las 72 cámaras por 1 día, con grabación continua.

En la tabla 6 se muestra el espacio de almacenamiento requerido para las 72 cámaras IP del centro comercial con una configuración de 30 imágenes por segundo usando un códec de compresión H.264 y 24 horas de grabación continua:

Resolución	Calidad	72 Cámaras IP 30 Imágenes por Segundo 24 Horas Continuas H.264
1280 x 720 HD	Alta (10)	2.24 TB

**Tabla 6. Capacidad de almacenamiento con grabación continua por un día**

### 2.6.4 Cálculo de almacenamiento requerido para las 72 cámaras por 1 día, con grabación continua por 12 horas y detección de movimiento las siguientes 12 horas.

Para optimizar el espacio de almacenamiento se optará por el uso de grabación por detección de movimiento en el horario que el centro comercial cierra sus puertas que comprende desde las 22:00 hasta las 10:00 del siguiente día, con esto se prevé un considerable ahorro de espacio de almacenamiento reflejándose en al menos el 62% con respecto al uso del sistema con grabación continua, tal como se presenta en la tabla 7.

Resolución	Calidad	72 Cámaras IP 30 FPS 12H Continuas + 12H Detección Movimiento H.264
1280 x 720 HD	Alta (10)	1.38 TB

**Tabla 7. Capacidad de almacenamiento total con grabación continua y detección de movimiento por un día**

En la tabla 8 se muestra el espacio de almacenamiento estimado funcionando con resolución 1280 x 720, a 30 imágenes por segundo, una compresión H.264, con grabación continua por 12 horas, detección de movimiento las siguientes 12 horas y durante los periodos de 30 días, 4 meses y 6 meses.

Resolución	Calidad	72 Cámaras IP, 30 FPS, H.264		
		12H Grabación continua + 12H Detección Movimiento		
		30 días	4 meses	6 meses
1280 x 720 HD	Alta (10)	41.54 TB	166.15 TB	249.22 TB

**Tabla 8. Capacidad de almacenamiento total**

El requerimiento recomendado para este diseño sería usar equipos de almacenamiento con capacidad para guardar 4 meses de grabación y luego de este tiempo se procederá a borrar los videos antiguos, para poder disponer de espacio suficiente para seguir almacenando próximas grabaciones de video.

## 2.7 Diseño del cableado estructurado

Con el objetivo de ofrecer un mejor servicio que sea escalable, se plantea un esquema de cableado horizontal estructurado, satisfaciendo las necesidades presentadas y precisando normativas apropiadas para el diseño, mejorando la administración y detección de fallas, garantizando así el acceso físico a la red.

Para el diseño de esta solución se usará cable UTP categoría 6A para las conexiones de los switches a las cámaras IP y a los puntos de datos ya que esas distancias no superan los 100 metros, y para establecer el enlace desde el cuarto de cómputo hacia los distintos bloques del centro comercial y debido a que la distancia más larga hacia uno de esos bloques es de 400 metros se optará por el uso de fibra óptica multimodo de 12 hilos.

### 2.7.1 Cableado Horizontal

Para el diseño del cableado horizontal se debe verificar la longitud de los cables para cada punto, usando la fibra óptica calcular la cantidad que se

necesitará desde el centro de cómputo hasta cada uno de los switches y usando el cable UTP calcular la cantidad que se necesitará desde los switches hasta cada uno de los puntos dobles de red, considerando que la distancia horizontal del cable UTP según la norma de cableado EIA/TIA 568 específica que la longitud máxima es de 100 metros y de estos los 90 metros serán usados para interconexión entre el cuarto de telecomunicaciones (rack cerrados de pared) hasta el punto de telecomunicaciones (punto para cámaras IP y puntos dobles de cada local comercial), y los 10 metros restantes se usarán para los cables que conectan del punto de red hasta la estación de trabajo y los cables de los gabinetes de los switches, procurando siempre que la suma de estos dos no sea mayor a los 10 metros.

### **2.7.2 Cálculo estimado de la cantidad de cable UTP categoría 6A**

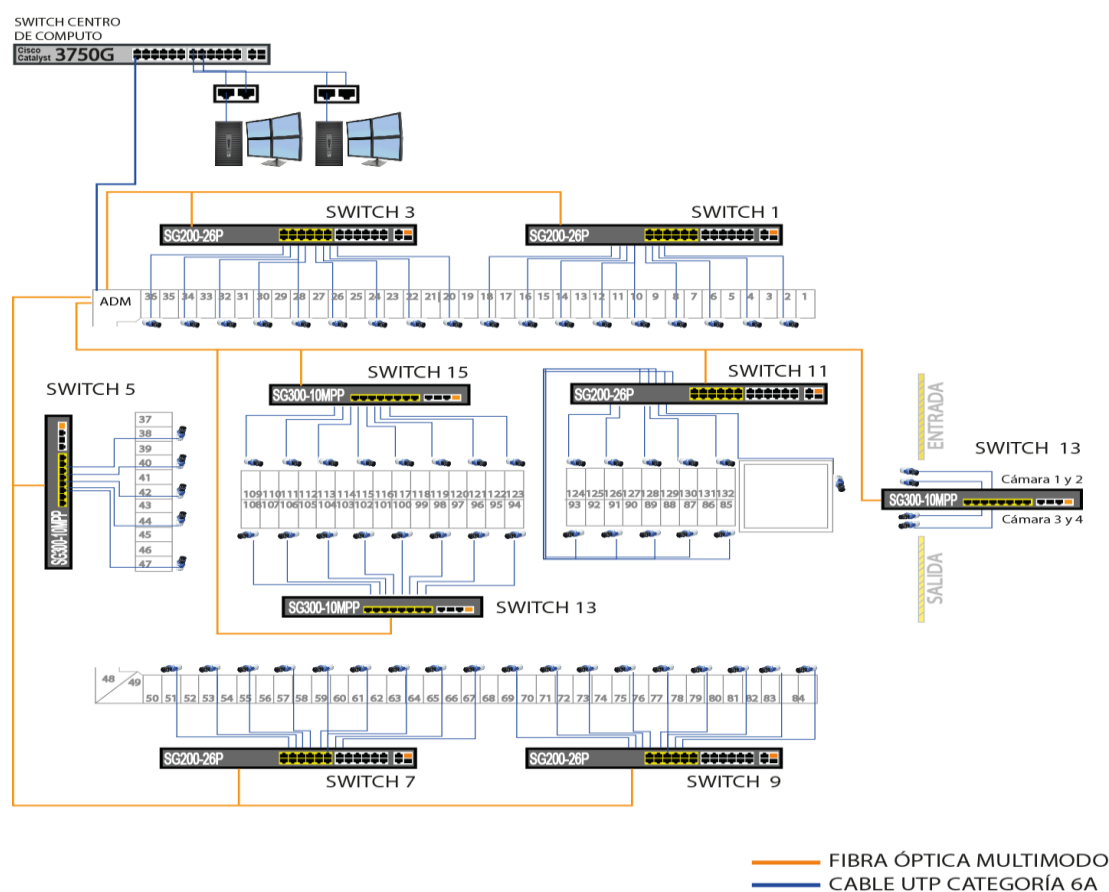
Para la realización del cálculo de la cantidad de metros de cable UTP necesarios se empleará el método aproximado el cual nos dirá el número de bobinas que se necesitará para este diseño [5].

A continuación, se listan los pasos a seguir para el cálculo:

1. Ubicación de las salidas de información.
2. Con la ayuda del plano arquitectónico se determina la ruta del cable.
3. Establecer el área a servir para cada punto doble de red.
4. Para obtener la distancia máxima, se mide la distancia del punto más lejano.
5. Para obtener la distancia mínima, se mide la distancia del punto más cercano.
6. Para obtener la distancia promedio, se suma las distancias y se divide para 2.
7. Añadir un 10% de holgura a la distancia promedio.

8. El número de puntos por bobina será calculado al dividir la longitud estándar del rollo del cable UTP que generalmente es 305 metros para la distancia promedio.
9. Para obtener el número de rollos o bobinas necesarias, se divide el número de salidas para el número de puntos por bobina.

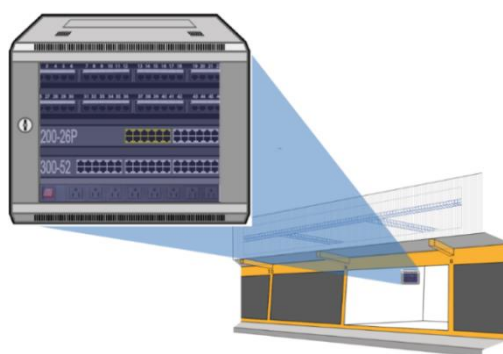
La figura 2.4 muestra la distribución del cableado UTP para la comunicación entre los switches de cada bloque y cada cámara IP, y del cableado del centro de cómputo hacia el cuarto de monitoreo.



**Figura 2.4 Distribución de cable UTP y fibra óptica para la conexión de las cámaras IP**

### 2.7.3 Ubicación de los gabinetes rack cerrados de pared

Los gabinetes rack cerrados para pared de 9U estarán ubicados al fondo de cada oficina tal como se observa en la figura 2.5.



**Figura 2.5 Ubicación de los gabinetes rack cerrados para pared de 9U**

Para una mejor referencia, la tabla 9 detalla la ubicación de los gabinetes en función del bloque y número de local donde estará ubicado.

Ubicación		Gabinete Número	Switch	Modelo Cisco
Bloque 1	Local 9	1	SWITCH1 SWITCH2	SG200-26P SG300-52
	Local 27	2	SWITCH3 SWITCH4	SG200-26P SG300-52
Bloque 2	Local 42	3	SWITCH5 SWITCH6	SG300-10MPP SG200-26
Bloque 3	Local 60	4	SWITCH7 SWITCH8	SG200-26P SG300-52
	Local 76	5	SWITCH9 SWITCH10	SG200-26P SG300-52
Bloque 4	Local 126	6	SWITCH11 SWITCH12	SG200-26P SG300-52
Bloque 5	Local 101	7	SWITCH13 SWITCH14	SG300-10MPP SG300-52
Bloque 6	Local 116	8	SWITCH15 SWITCH16	SG300-10MPP SG300-52
Bloque 7	Garita	9	SWITCH17	SG300-10MPP

**Tabla 9. Ubicación de los gabinetes en función del bloque y número de local**

se calculará la cantidad de bobinas de cable UTP que se necesitarán para dar servicio a las 72 cámaras IP del centro comercial. Cálculo de distancia máxima para cada cámara IP los resultados obtenidos se muestran en la tabla 10.

Origen		Destino	Distancia de punto de red más lejano (metros)
Bloque 1	Local 9	Exteriores del local 18	64.60
	Local 27	Exteriores del local 36	64.60
Bloque 2	Local 42	Exteriores del local 47	40.60
Bloque 3	Local 60	Exteriores del local 67	64.60
	Local 76	Exteriores del local 84	64.60
Bloque 4	Local 126	Exteriores del local 85	90.00
Bloque 5	Local 101	Exteriores del local 108	64.60
Bloque 6	Local 116	Exteriores del local 109	64.60
Bloque 7	Garita	Cámara 4	8.00
Centro de cómputo		Path Panel del cuarto de monitoreo	23.00
Path Panel del cuarto de monitoreo		Estación de Trabajo del cuarto de monitoreo	7.00

**Tabla 10. Distancia máxima con cable UTP a cada cámara IP**

#### 2.7.4 Cálculo de distancia mínima para cada cámara IP

Para obtener la distancia mínima se toma como referencia el punto de red más cercano de cada uno de los gabinetes de pared para el cálculo anterior se tomó como referencia la figura 1.3 y la tabla 9 para determinar las distancias mínimas, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 11.

Origen		Destino	Distancia de punto de red más cercano (metros)
Bloque 1	Local 9	Exteriores del local 9	18.60
	Local 27	Exteriores del local 27	18.60
Bloque 2	Local 42	Exteriores del local 42	18.60
Bloque 3	Local 60	Exteriores del local 60	18.60
	Local 76	Exteriores del local 76	18.60
Bloque 4	Local 126	Exteriores del local 126	18.60
Bloque 5	Local 101	Exteriores del local 101	18.60

**Tabla 11. Distancia mínima con cable UTP a cada cámara IP**



### 2.7.5 Cálculo de distancia promedio para cada cámara IP

Para obtener la distancia promedio se suma la distancia máxima y la distancia mínima tal como se muestra en la tabla 12.

Ubicación		Distancia Máxima (metros)	Distancia Mínima (metros)	Distancia Promedio (metros)
Bloque 1	Locales 1 – 18	64.60	18.60	41.60
	Locales 19 – 36	64.60	18.60	41.60
Bloque 2	Locales 37 – 47	40.60	18.60	29.60
Bloque 3	Locales 48 – 67	64.60	18.60	41.60
	Locales 68 – 84	64.60	18.60	41.60
Bloque 4	Locales 85 - 93 Locales 124 – 132	90.00	18.60	54.30
Bloque 5	Locales 94 – 108	64.60	18.60	41.60
Bloque 6	Locales 109 – 123	64.60	18.60	41.60
Garita	Cámaras 1 – 4	8.00	4.00	6.00
Centro de Cómputo	Path Panel del cuarto de monitoreo	23.00	0.00	11.50
Path Panel del cuarto de monitoreo	Estación de Trabajo del cuarto de monitoreo	7.00	6.50	6.75

**Tabla 12. Distancia promedio con cable UTP a cada cámara IP**

### 2.7.6 Cálculo de holgura del cable

La holgura del cable es la longitud de cable adicional que debe ser tomada en cuenta en ambos lados del cableado horizontal para facilitar las

operaciones de terminación del cable en los conectores y permitir cambios de ubicación de los mismos.

Se considera un 10% de holgura en el cálculo de la distancia promedio, según lo que determina el cálculo mediante el método aproximado en la norma ANSI/EIA/TIA-568-C. En la tabla 13 se muestra los resultados del cálculo del 10% usando la fórmula:  $Holgura = Distancia\ Promedio \times 10\%$ .

Ubicación		Distancia Promedio (metros)	10% Holgura (metros)
Bloque 1	Locales 1 - 18	41.60	45.76
	Locales 19 - 36	41.60	45.76
Bloque 2	Locales 37 - 47	29.60	32.56
Bloque 3	Locales 48 - 67	41.60	45.76
	Locales 68 - 84	41.60	45.76
Bloque 4	Locales 85 - 93 Locales 124 - 132	54.30	59.73
Bloque 5	Locales 94 - 108	41.60	45.76
Bloque 6	Locales 109 - 123	41.60	45.76
Garita	Cámaras 1 - 4	6.00	6.60
Centro de Cómputo	Path Panel del cuarto de monitoreo	11.50	12.65
Path Panel del cuarto de monitoreo	Estación de Trabajo del cuarto de monitoreo	6.75	7.43

**Tabla 13. Cálculo de holgura de cable**

### 2.7.7 Cálculo de número de puntos por bobina

Este valor se lo obtiene calculando la longitud del rollo dividido para la distancia promedio. A continuación, se muestra en la ecuación (2.9)

$$\text{Número de puntos por bobina} = \frac{\text{longitud del rollo}}{\text{distancia promedio}} \quad (2.9)$$

### 2.7.8 Cálculo de número de bobinas que va a necesitar

Finalmente, el número de bobinas de cable UTP se calculan con el número de puntos dividido para el número de puntos por bobina, estos cálculos se muestran en la tabla 14.

Ubicación		Distancia Promedio + Holgura 10% (metros)	Número de Puntos por Bobina	Número de Puntos de Red	Bobinas de Cable UTP CAT 6A
Bloque 1	Locales 1 – 18	45.76	6.67	9	1.35
	Locales 19 – 36	45.76	6.67	9	1.35
Bloque 2	Locales 37 – 47	32.56	9.37	5	0.53
Bloque 3	Locales 48 – 67	45.76	6.67	9	1.35
	Locales 68 – 84	45.76	6.67	9	1.35
Bloque 4	Locales 85 - 93 Locales 124 – 132	59.73	5.11	11	2.15
Bloque 5 Bloque 6 Garita	Locales 94 – 108 109 – 123 1 – 4	98.12	59.55	20	2.49
Centro de Cómputo	Path Panel del cuarto de monitoreo	20.08	65.19	5	0.14
<b>Total</b>				<b>77</b>	<b>10.72</b>

**Tabla 14. Cálculo para determinar el número de bobinas de cable UTP que se necesitarán para cada cámara IP**

La cantidad de bobinas de cable UTP categoría 6A que se necesitarán para el enlace del gabinete de pared ubicado en los locales comerciales designados hacia las 72 cámaras IP, 1 enlace del centro de cómputo hacia

el cuarto de monitoreo y 2 puntos dobles de datos en el cuarto de monitoreo es de 11 rollos.

### 2.7.9 Cálculo de distancia máxima para cada punto *doble* de los locales comerciales

Para obtener la distancia máxima se toma como referencia el punto de red más distante de cada uno de los gabinetes de pared ubicado en los locales comerciales respectivos, para esto se hizo uso de la figura 1.3 que es el plano referenciado del centro comercial y de la tabla 9 para determinar las distancias máximas, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 15.

Origen		Destino	Distancia de punto de red más lejano (metros)
Bloque 1	Local 9	Local 1	63.50
	Local 27	Local 19	63.50
Bloque 2	Local 42	Local 37	39.50
Bloque 3	Local 60	Local 48	63.50
	Local 76	Local 68	63.50
Bloque 4	Local 126	Local 133	71.50
Bloque 5	Local 101	Local 94	63.50
Bloque 6	Local 116	Local 123	63.50

**Tabla 15. Distancia máxima con cable UTP a cada local comercial**

### 2.7.10 Cálculo de distancia mínima para cada punto *doble* de los locales comerciales

Para obtener la distancia mínima se toma como referencia el punto de red más cercano de cada uno de los gabinetes de pared ubicado en los locales comerciales respectivos, para esto se hizo uso de la figura 1.3 y de la tabla 9 para determinar las distancias máximas, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 16.

Origen		Destino	Distancia de punto de red más cercano (metros)
Bloque 1	Local 9	Local 10	21.50
	Local 27	Local 28	21.50
Bloque 2	Local 42	Local 43	21.50
Bloque 3	Local 60	Local 61	21.50
	Local 76	Local 77	21.50
Bloque 4	Local 126	Local 127	21.50
Bloque 5	Local 101	Local 102	21.50
Bloque 6	Local 116	Local 117	21.50

**Tabla 16. Distancia mínima con cable UTP a cada local comercial**

### 2.7.11 Cálculo de distancia promedio para cada local comercial

Para obtener la distancia promedio se suma la distancia máxima y mínima, y el valor resultante se divide para 2, los resultados de este cálculo se los muestra en la tabla 17.

Ubicación		Distancia Máxima (metros)	Distancia Mínima (metros)	Distancia Promedio (metros)
Bloque 1	Locales 1 – 18	63.50	21.50	42.50
	Locales 19 – 36	63.50	21.50	42.50
Bloque 2	Locales 37 – 47	39.50	21.50	42.50
Bloque 3	Locales 48 – 67	63.50	21.50	42.50
	Locales 68 – 84	63.50	21.50	42.50
Bloque 4	Locales 85 - 93 Locales 124 - 132	71.50	21.50	42.50
Bloque 5	Locales 94 - 108	63.50	21.50	42.50
Bloque 6	Locales 109 - 123	63.50	21.50	42.50

**Tabla 17. Distancia promedio con cable UTP a cada local comercial**

### 2.7.12 Cálculo de número de bobinas a usar para cada local comercial

Para el cálculo del número de bobinas de cable UTP a usar se necesita calcular la holgura del cable, el número de puntos por bobina y especificar

el número de puntos de red a usar, los resultados de estos cálculos se los muestra en la tabla 18.

Ubicación		Distancia Promedio (metros)	Holgura 10% (metros)	Número de Puntos por Bobina	Número de Puntos de red	Bobinas de Cable UTP CAT 6A
Bloque 1	Locales 1 – 18	42.50	46.75	6.52	36	5.52
	Locales 19 – 36	42.50	46.75	6.52	36	5.52
Bloque 2	Locales 37 – 47	30.50	33.55	9.09	22	2.42
Bloque 3	Locales 48 – 67	42.50	46.75	6.52	36	5.52
	Locales 68 – 84	42.50	46.75	6.52	38	5.82
Bloque 4	Locales 85 - 93 Locales 124 - 132	46.50	51.15	5.96	38	6.37
Bloque 5	Locales 94 - 108	42.50	46.75	6.52	30	4.60
Bloque 6	Locales 109 - 123	42.50	46.75	6.52	30	4.60
<b>Total</b>					<b>266</b>	<b>40.37</b>

**Tabla 18. Cálculo para determinar el número de bobinas de cable UTP que se necesitarán para cada local comercial**

La cantidad de bobinas de cable UTP categoría 6A que se necesitarán para brindar el servicio de datos para cada local comercial y la garita es de 42 bobinas.

En la tabla 19 se muestra que la cantidad de bobinas de cable UTP que se necesitarán para el enlace de cobre de toda la solución es 52.

Tipos de puntos de red	Bobinas de Cable UTP Cat. 6A
Simple de cada cámara IP	11
Doble de cada local comercial	41
<b>Total de bobinas UTP</b>	<b>52</b>

**Tabla 19. Total de bobinas de cable UTP categoría 6A para toda la solución**

### 2.7.13 Selección de fibra óptica

Siguiendo la Norma ANSI/TIA/EIA-568-C.3 la cual especifica las características de los componentes y parámetros de transmisión para un sistema de cableado de fibra óptica, se elige el tipo de fibra óptica

multimodo debido a que la longitud más larga a la que se necesita dar servicio dentro del centro comercial es de 450 metros y la fibra óptica multimodo es recomendable para distancias por debajo de los 2 kilómetros.

La fibra óptica monomodo transmite un sólo haz de luz por el interior de la fibra siendo la fuente de luz un láser. La multimodo puede transmitir varios haces de luz por el interior de la fibra, generalmente su fuente de luz puede ser un LED o un diodo láser de baja intensidad [2].

Para elegir el tipo de cable de fibra óptica multimodo que se utilizará en la presente solución, se analizará la tabla 20 para determinar la velocidad y la distancia de cada tipo de cable:

Protocolo	Fibra óptica multimodo							
	62.5/125 OM1		50/125 OM2		50/125 OM3		50/125 OM4	
	200/500 MHz.Km		500/500 MHz.Km		1500/500 Mhz.Km		3500/500 Mhz. Km	
	Longitud de onda		Longitud de onda		Longitud de onda		Longitud de onda	
	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm	850 nm	1300 nm
Fast Ethernet 100 Mbps	300 m	2000 m	300 m	2000 m	300 m	2000 m	300 m	2000 m
Gigabit Ethernet 1 Gbps	330 m	550 m	550 m	550 m	900 m	<b>550 m</b>	1040 m	550 m
Gigabit Ethernet 10 Gbps	35 m	300 m	86 m	300 m	300 m	300 m	550 m	300 m

**Tabla 20. Alcances máximos de fibra óptica multimodo**

El ancho de banda que la solución del diseño de red requiere es de 1 Gbps, además los convertidores de medio que se usarán son de 1300 nanómetros (nm) y la distancia más larga a la cual se necesita llegar desde el centro de cómputo es de 400 metros, considerando estos tres requisitos al observar la tabla y ver los tipos de cable cuyo protocolo de red es de 1 gigabit Ethernet, se selecciona para la solución de este diseño el tipo de fibra óptica multimodo 50/125 OM3 1300 nm.

Se requieren dos hilos de fibra para realizar una operación full dúplex ya que la luz sólo puede viajar en una dirección a través de la fibra óptica. En consecuencia, los cables de conexión de fibra óptica forman un haz de dos cables de fibra óptica, y su terminación incluye un par de conectores de fibra multimodo.

La tabla 21 muestra la cantidad de hilos de fibra óptica a necesitarse para establecer una conexión full dúplex desde el centro de cómputo con los diferentes bloques del centro comercial.

Enlace	Pares de hilos a usar para establecer conexión full dúplex	Cantidad de hilos
Centro de cómputo - Bloque 1	2	4
Centro de cómputo - Bloque 2 y 3	3	6
Centro de cómputo - Bloque 4,5,6 y 7	4	8

**Tabla 21. Cantidad de hilos de fibra óptica a utilizar por bloque**

Como se observa en la tabla 21, la cantidad más alta de número de hilos a necesitarse para conectarse con un bloque es de 8, así que bien se podría optar por una fibra óptica de 8 hilos, pero pensando en escalabilidad se optará por el uso de una fibra óptica de 12 hilos.

#### **2.7.14 Cálculo estimado de la cantidad de fibra óptica**

Para determinar la cantidad de metros de fibra óptica que se necesitarán para la solución del proyecto, se hará uso del plano del centro comercial que se muestra en la figura 2.7 y de la distribución de fibra óptica que se observa en la figura 2.6.



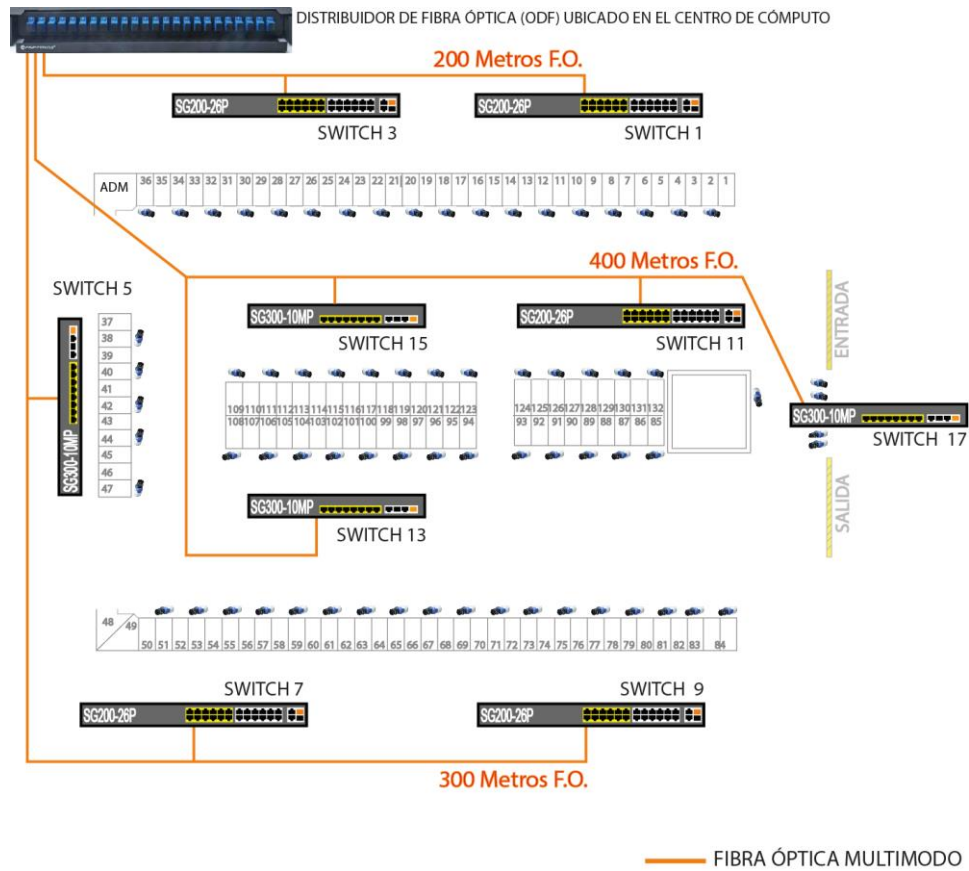


Figura 2.6 Cantidad de fibra óptica que se necesitará para la solución del diseño

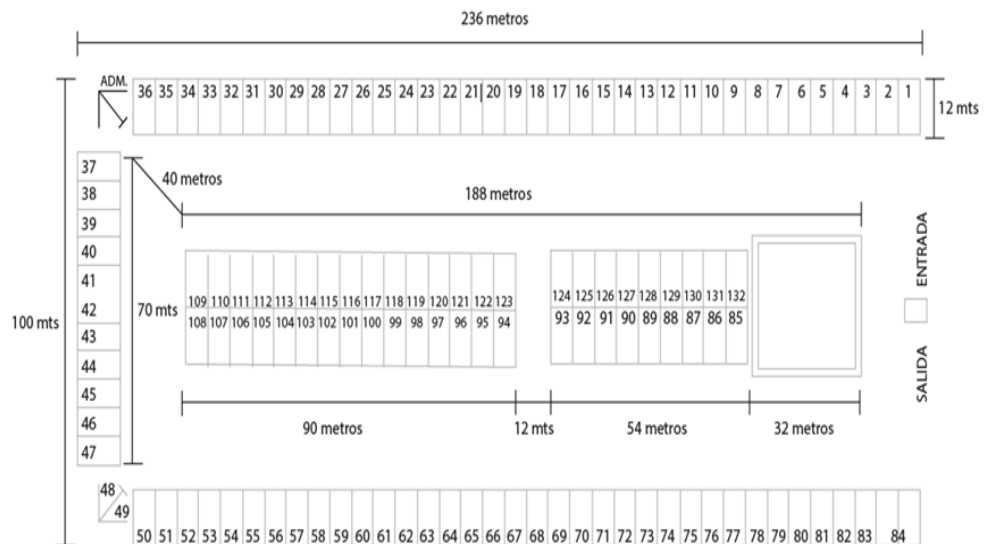


Figura 2.7 Plano del centro comercial

Para la solución del diseño se necesitará un total de 900 metros de fibra óptica multimodo de 12 hilos, el mismo que estará dividido en 3 partes, tal como se muestra en la tabla 22.

Punto de partida	Punto de destino	Longitud de la fibra óptica expresada en metros
Centro de Cómputo	Switch 1	200
	Switch 2	
	Switch 3	300
	Switch 4	
	Switch 5	
	Switch 6	400
	Switch 7	
	Switch 8	
	Switch 9	
	Switch 10	
<b>Total</b>		<b>900</b>

**Tabla 22. Distribución del cable de fibra óptica**

### 2.7.15 Cálculo de pérdidas del diseño de red de Fibra Óptica Multimodo de 12 hilos

Para realizar el cálculo de atenuación, se consideran las pérdidas producidas por la longitud de fibra, los conectores y los empalmes usados en los diferentes enlaces hacia cada bloque del centro comercial, se considera además un margen de pérdida.

La TIA/EIA 568A establece unos valores para determinar la atenuación para los distintos tipos de fibra [1], estos valores se pueden observar en la tabla 23.

Tipo de Fibra	Longitud de Onda	Coefficiente de atenuación del cable	Pérdida por conector	Pérdida por empalme
62.5/125	850 nm	3.75 dB/Km	0.75 Db	0.3 dB
62.5/125	1300 nm	1.5 dB/Km	0.75 Db	0.3 dB
50/125	850 nm	3.75 dB/Km	0.75 Db	0.3 dB
50/125	1300 nm	1.5 dB/Km	0.75 Db	0.3 dB
Monomodo	1310 nm	1.0 dB/Km	0.75 Db	0.3 dB

**Tabla 23. Valores de Atenuación determinada por la norma TIA/EIA 568A**

La longitud de onda con la que se trabaja es de 1300 nm con una fibra óptica multimodo de 50/125 (OM3) con estos datos y comparándolo con la tabla 23 tenemos una pérdida por kilómetro de distancia de 3.75 dB, la pérdida por conectores es de 0,75 dB y por empalme es de 0,3 dB.

En el enlace con el bloque 1 se tiene 4 conectores y 2 cajas de distribución, los conectores SC del Tx y Rx, no son tomados en cuenta para el cálculo de las pérdidas.

Pérdidas por longitud de fibra:

$$0.200 \text{ Km} \times 3.75 \text{ dB/Km de pérdida en la fibra} = 0.75 \text{ Db}$$

Pérdida por conectores:

$$4 \text{ conectores a } 0,75 \text{ dB de pérdida por conector} = 3 \text{ Db}$$

Pérdida por empalmes:

$$2 \text{ empalmes a } 0,1 \text{ dB de pérdida por empalme} = 0.6 \text{ Db}$$

Pérdida total del enlace = Pérdida por distancia + pérdida por conectores + Pérdida por empalmes

$$\text{Pérdida total del enlace} = 0.75 \text{ dB} + 3 \text{ dB} + 0.6 \text{ dB}$$

$$\text{Pérdida total del enlace} = 4,35 \text{ dB}$$

La tabla 24 muestra un resumen del cálculo de pérdida para el enlace con los bloques del centro comercial:

<b>Enlaces del Centro de Cómputo a:</b>	<b>Bloque 1</b>	<b>Bloque 2 y 3</b>	<b>Bloque 4, 5, 6 y 7</b>
Distancia del enlace (m)	200	400	300
Pérdida en la fibra por distancia (dB)	0.75	1.5	1.125
Número de conectores	4	6	8
Pérdida por conectores (dB)	3	4.5	6
Número de empalmes	2	5	3
Pérdida por empalme (dB)	0.6	1.5	0.9
<b>Pérdida total del enlace (dB)</b>	<b>4.35</b>	<b>7.5</b>	<b>8.025</b>

**Tabla 24. Cálculo de atenuación de la fibra óptica**

## **2.8 Conexión desde el centro de cómputo con cada uno de los bloques del centro comercial**

El cableado inicia con fibra óptica desde el centro de cómputo hasta la caja de distribución de fibra óptica colocada en cada bloque, luego desde ahí con un path cord de fibra óptica al switch de distribución, para finalizar, desde este punto con

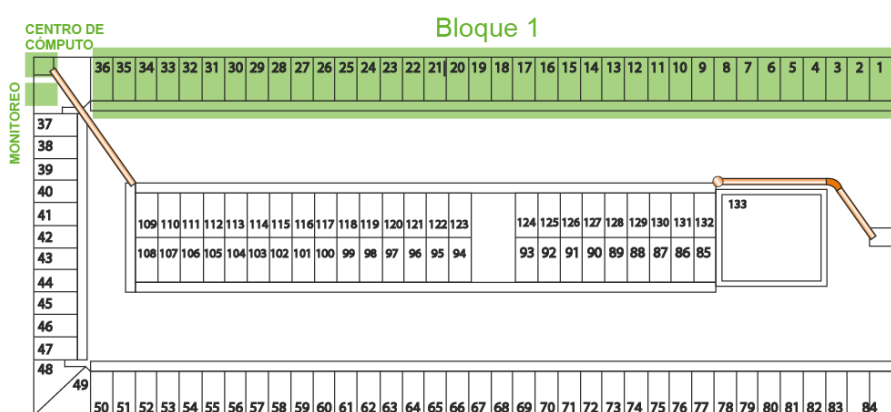
un cable UTP categoría 6A a cada una de los puntos simples y dobles de red RJ45, sobre puestas a la infraestructura del centro comercial por medio de canaletas, donde se ha estipulado un recorrido del cableado menor a los 100 metros.

Después del punto simple de red RJ45, se conectará la cámara IP con un cable de conexión UTP categoría 6A (path cord) de 50 centímetros al punto habilitado.

En total se contará con 10 gabinetes de comunicaciones del tipo de montaje para pared en donde llega la fibra óptica que se conecta al centro de cómputo y donde se concentran los cables de cobre de cada punto de red para las cámaras a esta parte de la instalación se la conoce como cableado horizontal.

### 2.8.1 Conexión con Bloque 1

En la figura 2.8 se encuentra resaltado el bloque 1 el mismo que se conecta con el centro de cómputo de la siguiente manera: usando una fibra óptica multimodo de 12 hilos que saldrá desde el gabinete rack cerrados de 42U ubicado en el centro de cómputo y llegará a 2 puntos que se encuentran en el bloque 1, en cada uno de estos puntos habrá una caja de distribución de fibra óptica que permitirá la conexión a través de un patch cord de fibra óptica multimodo SC 50/125 OM3 1300nm de 2 metros de longitud con cada gabinete rack cerrados de pared de 9U ubicado en los locales 9 y 27 del bloque 1.



**Figura 2.8 Bloque 1 del centro comercial**

Para establecer la comunicación con todos los locales del bloque 1 y con las cámaras IP se necesitará de 2 gabinetes de pared de 9U, tal como se especifica en la tabla 25 en la que también se detalla los modelos de switch y el local en el que se ubicará cada uno de los dos gabinetes:

Locales	Cant. de Cámaras IP	Requerimiento de puntos de datos		Switch Número / Modelo Cisco	Gabinete Número	Cant. de Patch Cord Cat. 6A
		No PoE	PoE			
1 - 18 (18 Locales)	9	36	9	<b>SWITCH 1 PoE</b> SG200-26P (+1 Módulo SFP)  <b>SWITCH 2</b> SG300-52	<b>GABINETE 1</b> Ubicado en Local 9 y tendrá 2 Patch Panel Cat. 6A	45 Internos (1 metro) 9 Externos (50 cm)
19 - 36 (18 Locales)	9	36	9	<b>SWITCH 3 PoE</b> SG200-26P (+1 Módulo SFP)  <b>SWITCH 4</b> SG300-52	<b>GABINETE 2</b> Ubicado en Local 27 y tendrá 2 Patch Panel Cat. 6A	45 Internos (1 metro) 9 Externos (50 cm)

**Tabla 25. Modelos de switch y ubicación de gabinetes de pared para comunicación con bloque 1**

A la primera caja de distribución entrará la fibra óptica con los 12 hilos completos aquí distribuiremos 2 hilos (azul y naranja) para la conexión full dúplex que permitirá establecer la comunicación con el switch 3, de esta caja de distribución saldrá la fibra óptica pero ahora solo tendrá habilitado 10 hilos y se conectará con la siguiente caja de distribución, de los 10 hilos habilitados usaremos 2 hilos (verde y café) para establecer la comunicación full dúplex con el switch 1.

Del lado del centro de cómputo llegará la fibra óptica con los 12 hilos que conectará al Bloque 1, aquí usaremos 4 hilos en pares, los colores azul y naranja será para la comunicación full dúplex con el switch 3, y los colores verde y café para la comunicación con el switch 1, en la figura 2.9 se muestra de manera gráfica lo antes descrito.



Figura 2.9 Asignación de hilos de la primera fibra óptica multimodo que conectan el centro de cómputo con el bloque 1

La figura 2.10 muestra una layout de la conexión del centro de cómputo con el bloque 1.

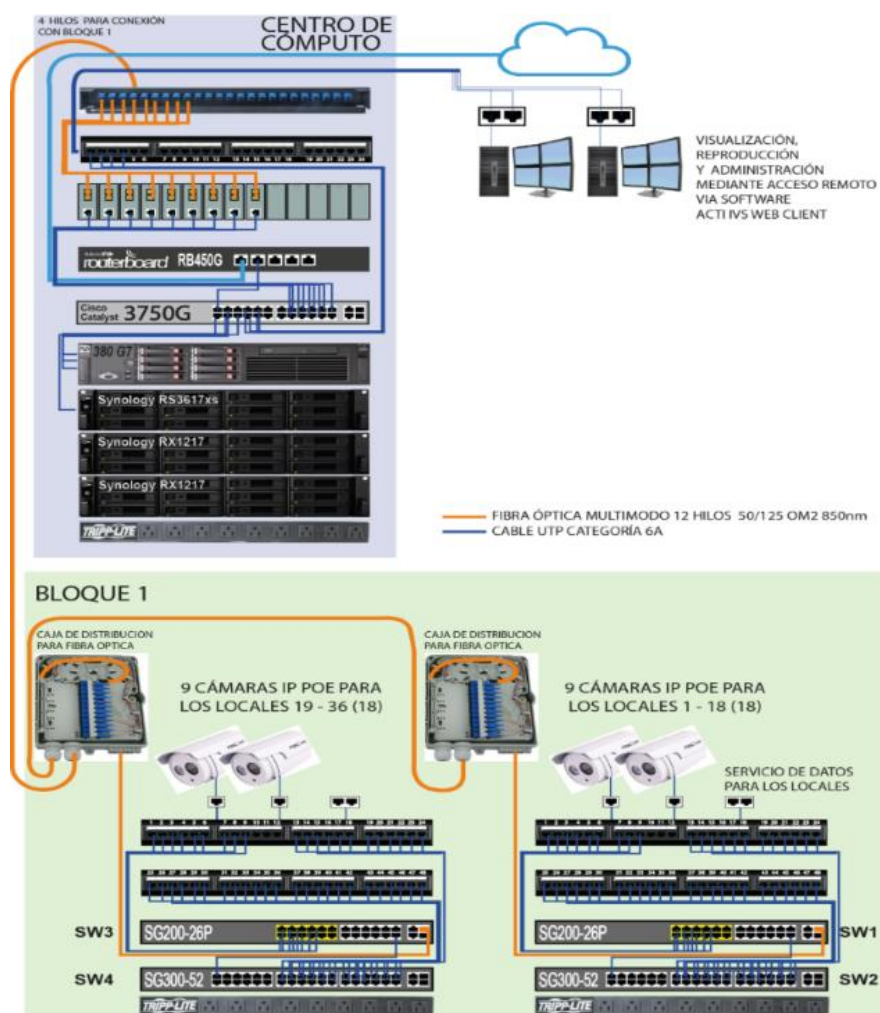
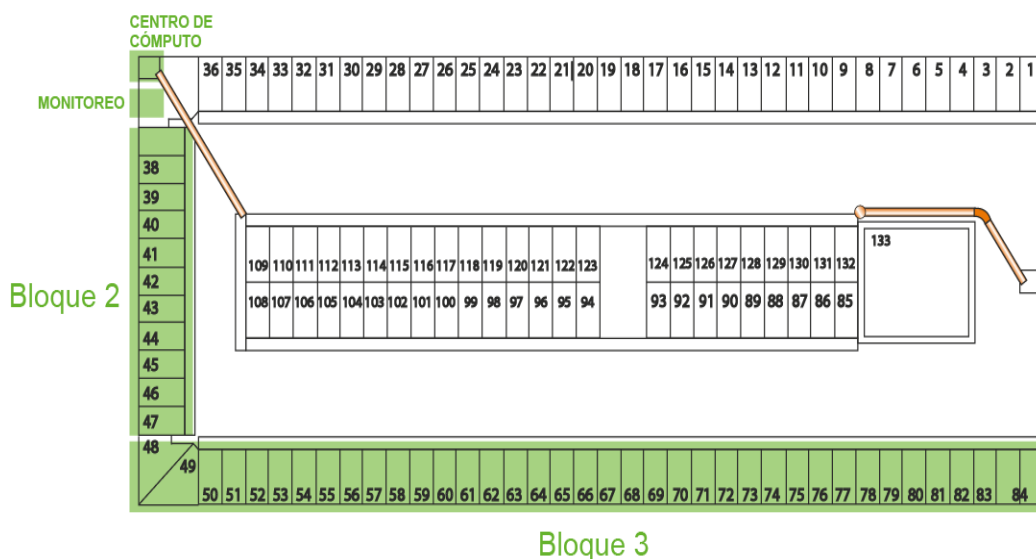


Figura 2.10 Layout de la conexión del centro de cómputo con el bloque 1

### 2.8.2 Conexión con Bloques 2 y 3

En la figura 2.11 se encuentra resaltado el bloque 2 y 3 que se conecta con el centro de cómputo de la siguiente manera: usando una segunda fibra óptica multimodo de 12 hilos que saldrá desde el gabinete rack cerrados de 42U ubicado en el centro de cómputo y llegará a 3 puntos que se encuentran en los bloques 2 y 3, además la primera caja de distribución de fibra óptica permitirá conectar a la segunda caja de distribución que se encuentra en el segundo punto a través de la fibra de 12 hilos y de igual manera la segunda caja de distribución de fibra con la tercera caja.



**Figura 2.11 Bloque 2 y 3 del centro comercial**

Para establecer la comunicación con todos los locales de los bloques 2 y 3, y con las cámaras IP se necesitará de 3 gabinetes de pared de 9U, 6 patch panel categoría 6A, 6 switches, 119 patch cord UTP categoría 6A de 1 metro de longitud para los equipos en los gabinetes 3, 4 y 5, y 23 patch cord UTP categoría 6A de 50 centímetros de longitud para el exterior y conectar el punto simple con cada una de las cámaras IP de los bloques 2 y 3, tal como se especifica en la tabla 26, en la que también se detalla los modelos de switch y el local en el que se ubicará cada uno de los tres gabinetes de pared:

Locales	Cant. de Cámaras IP	Requerimiento de puntos de datos		Switch Número/ Modelo Cisco	Gabinete Número	Cant. de Patch Cord 6A
		No PoE	PoE			
<b>Bloque 2</b> 37 – 47  (11 Locales)	5	22	5	<b>SWITCH 5 PoE</b> SG300-10MPP (+1 Módulo SFP)  <b>SWITCH 6</b> SG200-26	<b>GABINETE 3</b> Ubicado en Local 42 y tendrá 2 Patch Panel Cat. 6A	27 Internos (1 metro)  5 Externos (50 cm)
<b>Bloque 3</b> 48 – 65  (18 Locales)	9	36	9	<b>SWITCH 7 PoE</b> SG200-26P (+1 Módulo SFP)  <b>SWITCH 8</b> SG300-52	<b>GABINETE 4</b> Ubicado en Local 60 y tendrá 2 Patch Panel Cat. 6A	45 Internos (1 metro)  9 Externos (50 cm)
<b>Bloque 3</b> 66 – 84  (19 Locales)	9	38	9	<b>SWITCH 9 PoE</b> SG200-26P (+1 Módulo SFP)  <b>SWITCH 10</b> SG300-52	<b>GABINETE 5</b> Ubicado en Local 76 y tendrá 2 Patch Panel Cat. 6A	47 Internos (1 metro)  9 Externos (50 cm)

**Tabla 26. Ubicación y modelos de switch para comunicación con los bloques 2 y 3.**

A la primera caja entrará la fibra óptica con los 12 hilos completos aquí distribuiremos 2 hilos (azul y naranja) para la conexión full dúplex que permitirá establecer la comunicación con el switch 5, de esta caja de distribución saldrá la fibra óptica físicamente tendrá los 12 hilos pero ahora tendrá habilitado 10 hilos y se conectará con la siguiente caja de distribución, de los 10 hilos habilitados usaremos 2 hilos (verde y café) para establecer la comunicación full dúplex con el switch 7, de esta caja de distribución saldrá la fibra óptica pero ahora solo tendrá habilitado 8 hilos y se conectará con la siguiente caja de distribución; de los 8 hilos habilitados usaremos 2 hilos (gris y blanco) para establecer la comunicación full dúplex con el switch 9.

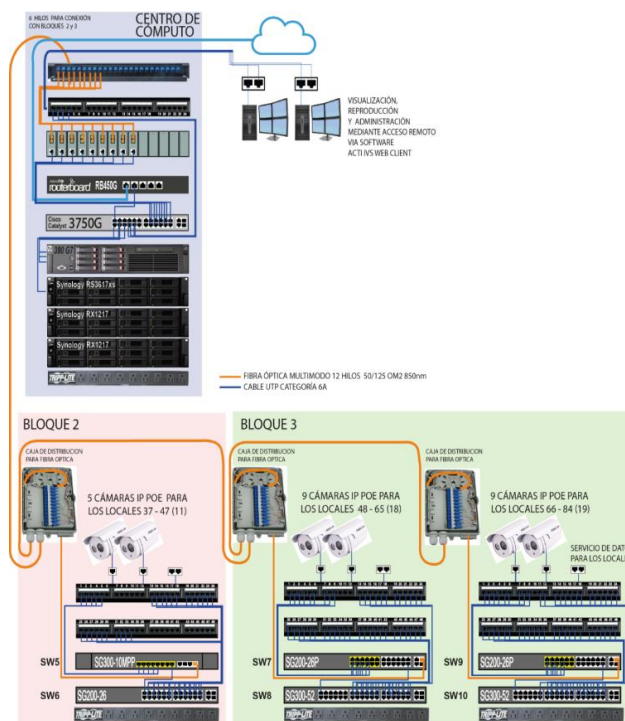


Del lado del centro de cómputo llegará una segunda fibra óptica con los 12 hilos que conectará al Bloque 2 y 3, aquí usaremos 6 hilos en pares, el color azul y naranja será para la comunicación full dúplex con el switch 5, el color verde y café para la comunicación con el Switch 7 y los colores gris y blanco para la comunicación con el switch 9, en la figura 2.12 Figura 2.12 se muestra de manera gráfica lo antes descrito



**Figura 2.12 Asignación de hilos de la segunda Fibra óptica multimodo que conectan el centro de cómputo con los Bloques 2 y 3**

La figura 2.13 muestra una layout de la conexión del centro de cómputo con el bloque 2 y 3.



**Figura 2.13 Layout de la conexión del centro de cómputo con los bloque 2 y 3**

### 2.8.3 Conexión con Bloques 4, 5, 6 y 7

En la figura 2.14 se encuentra resaltado el bloque 4, 5, 6 y 7 que se conectan con el centro de cómputo de la siguiente manera: usando una tercera fibra óptica multimodo de 12 hilos que saldrá desde el gabinete rack cerrados de 42U ubicado en el centro de cómputo y llegará a 4 puntos que se encuentran en los bloques 4, 5, 6 y 7, en cada uno de estos puntos habrá una caja de distribución de fibra óptica que permitirá la conexión a través de un patch cord de fibra óptica multimodo SC 50/125 OM3 1300nm de 2 metros de longitud con cada gabinete rack cerrados de pared de 9U ubicado en los locales 101, 116 y 126 de los bloques 4, 5 y 6, y un rack de pared de 6U ubicado en el bloque 7 (garita), además la primera caja de distribución de fibra óptica permitirá conectar a la segunda caja de distribución que se encuentra en el segundo punto a través de la fibra de 12 hilos y de igual manera la segunda caja con la tercera y la tercera caja con la cuarta.

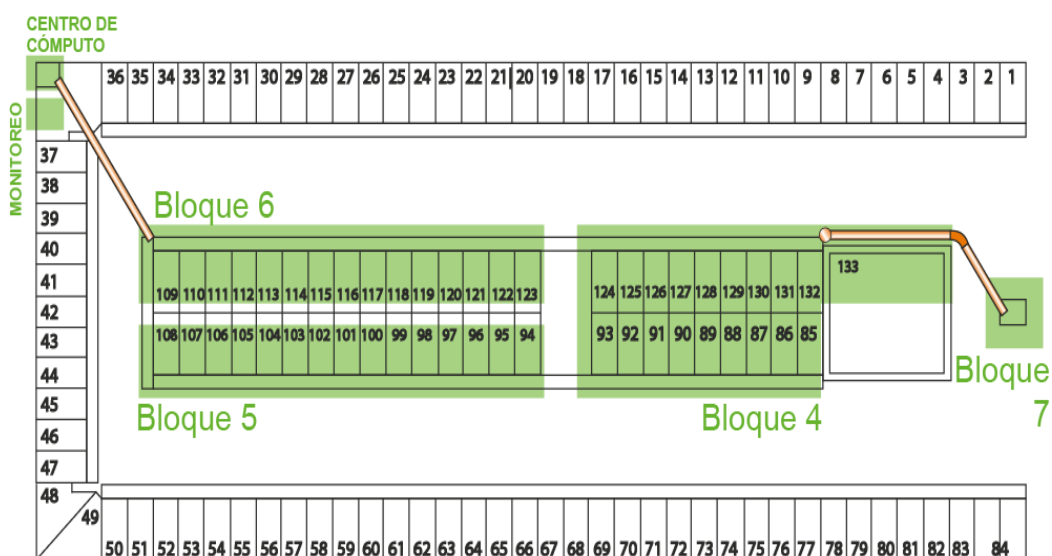


Figura 2.14 Bloques 4, 5, 6 y 7

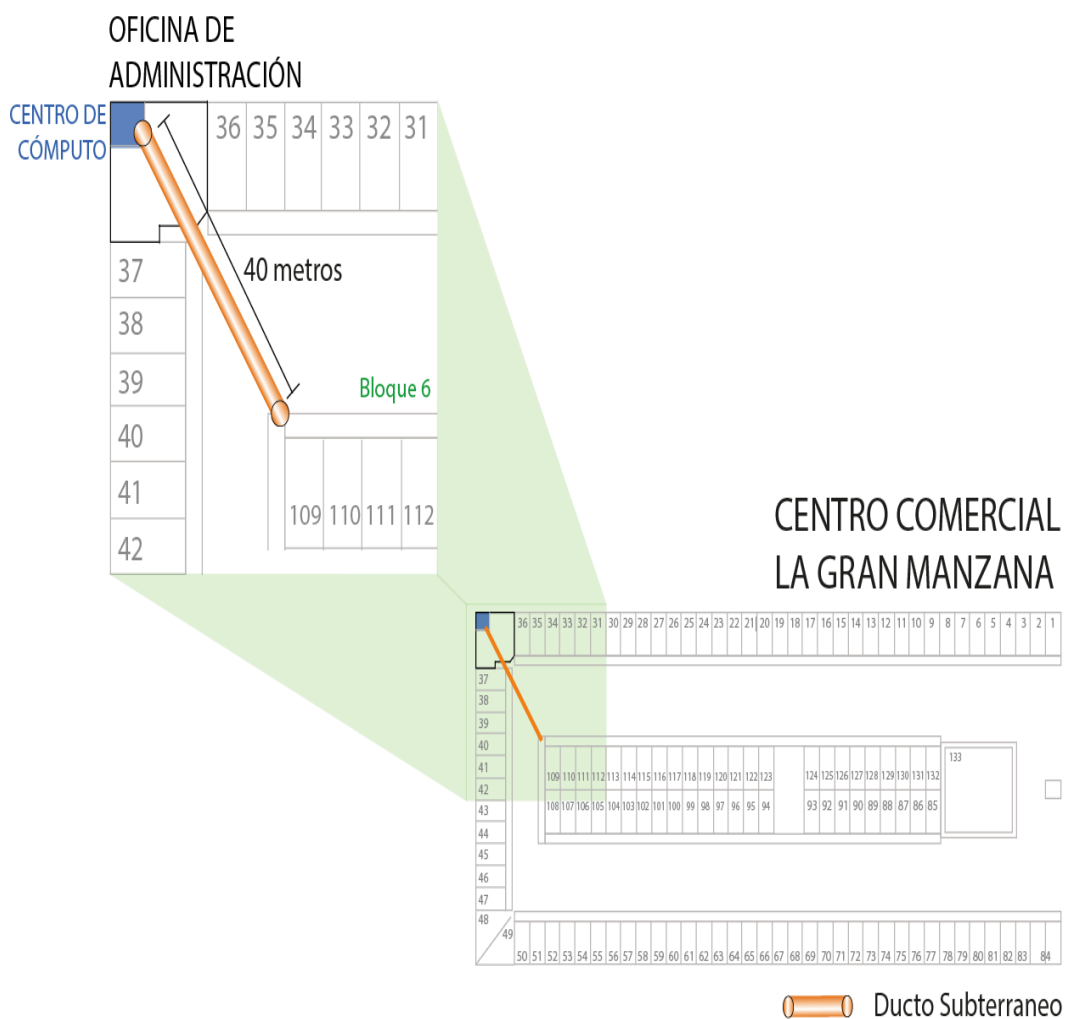
Para establecer la comunicación con todos los locales de los bloques 4, 5, 6 y 7, y con las cámaras IP se necesitará de 3 gabinetes de pared de 9U, 1 gabinete de pared de 6U, 8 patch panel categoría 6A, 7 switches, 131 patch cord UTP categoría 6A de 1 metro de longitud para los equipos en

los gabinetes 6, 7, 8 y 9, y 31 patch cord UTP categoría 6A de 50 centímetros de longitud para el exterior y conectar el punto simple con cada una de las cámaras IP de los bloques 4, 5, 6 y 7, tal como se especifica en la tabla 27, en la que también se detalla los modelos de switch y el local en el que se ubicará cada uno de los tres gabinetes de pared:

Locales	Cant. de Cámaras IP	Requerimiento de puntos de datos		Switch Número / Modelo Cisco	Gabinete Número	Cant. de Patch Cord 6A
		No PoE	PoE			
<b>Bloque 4</b> 85 – 93 (9 Locales)	5	38	11	<b>SWITCH 11 PoE</b> SG200-26P (+1 Módulo SFP)	<b>GABINETE 6</b> Ubicado en Local 126 y tendrá 3 Patch Panel Cat. 6A	49 Internos (1 metro)
124 – 133 (10 Locales)	6					11 Externos (50 cm)
<b>Bloque 5</b> 94 – 108 (15 Locales)	8	30	8	<b>SWITCH 13 PoE</b> SG300-10MPP (+1 Módulo SFP) <b>SWITCH 14</b> SG300-52	<b>GABINETE 7</b> Ubicado en Local 101 y tendrá 2 Patch Panel Cat. 6A	38 Internos (1 metro) 8 Externos (50 cm)
<b>Bloque 6</b> 109 - 123 (15 Locales)	8	30	8	<b>SWITCH 15 PoE</b> SG300-10MPP (+1 Módulo SFP) <b>SWITCH 16</b> SG300-52	<b>GABINETE 8</b> Ubicado en Local 116 y tendrá 2 Patch Panel Cat. 6A	38 Internos (1 metro) 8 Externos (50 cm)
<b>Bloque 7</b> Garita	4	2	4	<b>SWITCH 17 PoE</b> SG300-10MPP (+1 Módulo SFP)	<b>GABINETE 9</b> Ubicado en Garita y tendrá 1 Patch Panel Cat. 6A	6 Internos 4 Externos

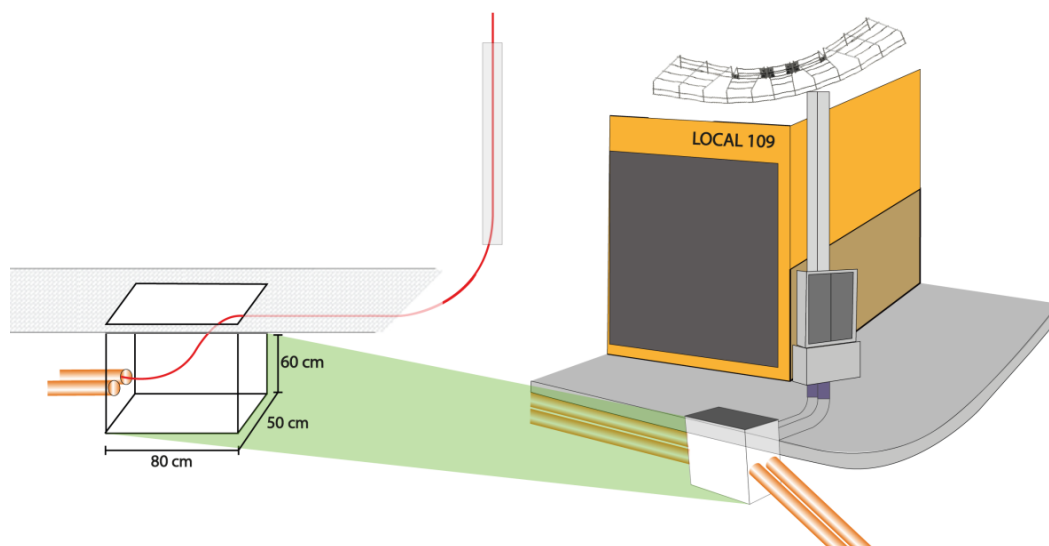
**Tabla 27. Ubicación y modelos de switch para comunicación con los bloques 4, 5, 6 y 7**

En la figura 2.15 se muestra que para conectar los bloques 4, 5, 6 y 7 con el centro de cómputo se pasará la fibra óptica multimodo de 12 hilos por el ducto subterráneo que se encuentra ubicado por debajo del suelo entre la oficina de administración y el exterior del local número 109 que forma parte del Bloque 5, este ducto tiene una longitud de 40 metros de distancia.



**Figura 2.15** Canalizaciones subterráneas para fibra óptica que conecta el centro de cómputo con los Bloques 4, 5, 6 y 7

En la figura 2.16 se muestra que una vez pasada la fibra óptica por el ducto subterráneo, este llegará a un cajón de 80cm x 50cm x 60 cm, el cual le permitirá conectarse al ducto vertical que lo llevará al sistema porta cables de los bloques 4, 5 y 6.



**Figura 2.16 Cajón de distribución de ducto subterráneo**

A la caja de distribución ubicada en el Bloque 6 entrará la fibra óptica con los 12 hilos completos, ahí se distribuirán para los bloques 5, 4 y 7.

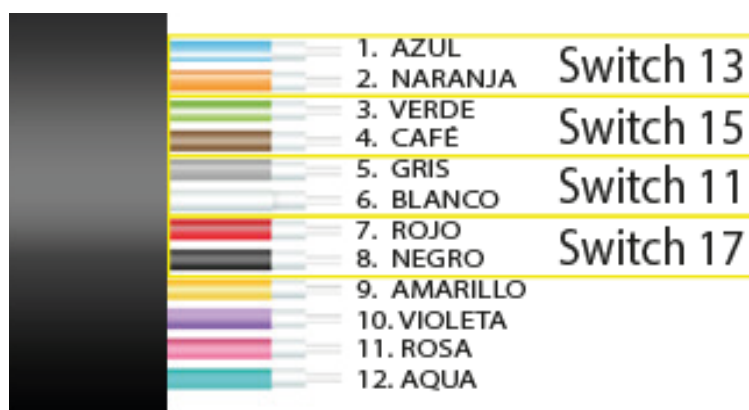
En el bloque 6 se separará 2 hilos (azul y naranja) para la conexión full dúplex que permitirá establecer la conexión con el switch 13, de esta caja de distribución saldrá cables de fibra óptica que se dirigirán la una hacia la caja de distribución del bloque 4 y la otra hacia la caja de distribución del bloque 5.

El cable de fibra óptica que se conectará a la caja de distribución del bloque 6 usará los hilos de color verde y café para establecer la conexión con el centro de cómputo.

El cable de fibra óptica que se conectará a la caja de distribución del bloque 4 usará los hilos de color gris y blanco para establecer la conexión con el centro de cómputo.

Desde la caja de distribución del bloque 4 saldrá un cable de fibra óptica con 12 hilos completos, pero ya en este punto solo 6 hilos estarán habilitados para establecer una comunicación con el centro de cómputo, pero solo se necesitará habilitar 2 hilos, los de color rojo y negro, para

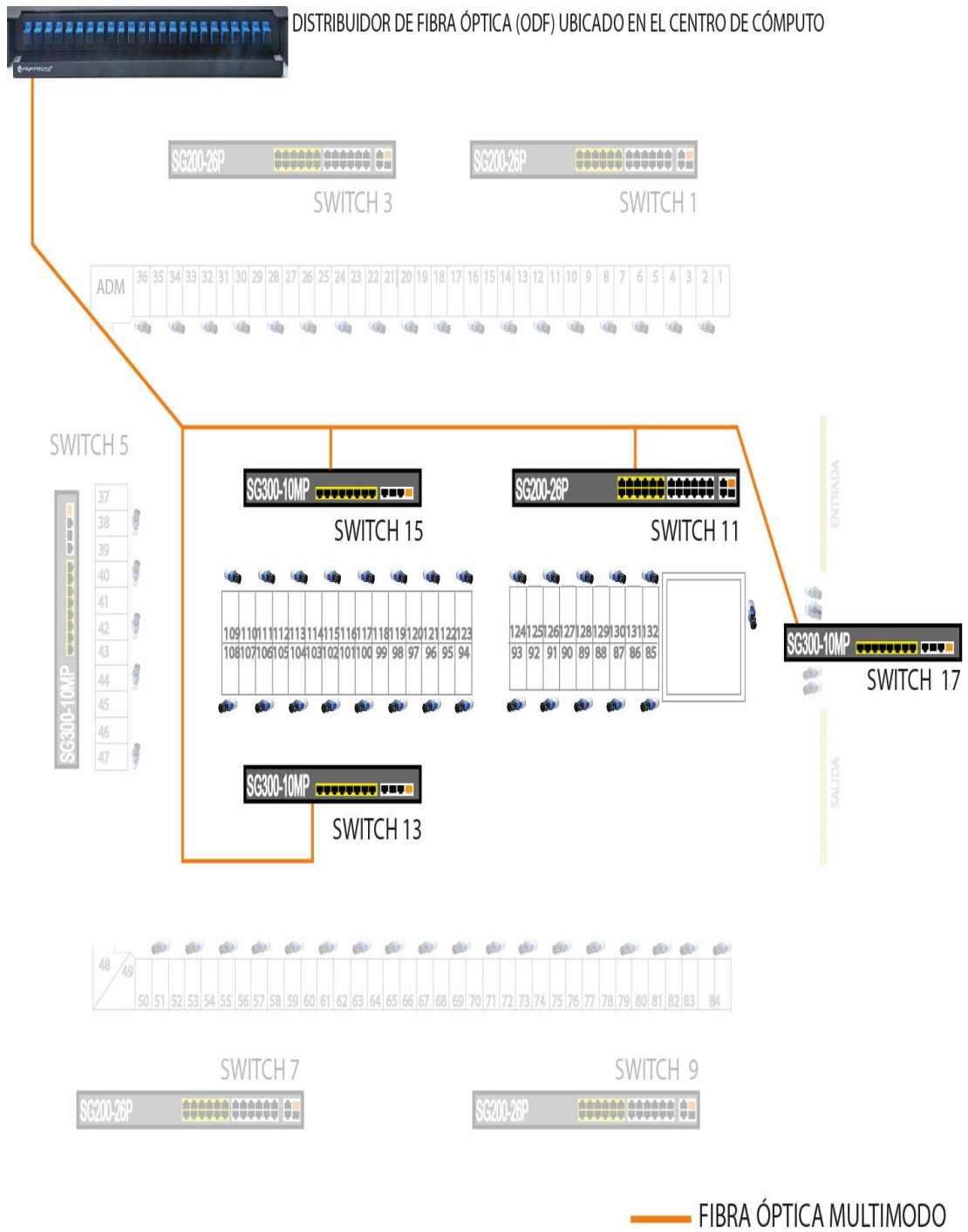
establecer la comunicación del centro de cómputo con el bloque 7 (garita), en la figura 2.17 se muestra de manera gráfica lo antes descrito.



**Figura 2.17 Asignación de hilos de la tercera fibra óptica multimodo que conectan el centro de cómputo con los bloques 4, 5, 6 y 7**

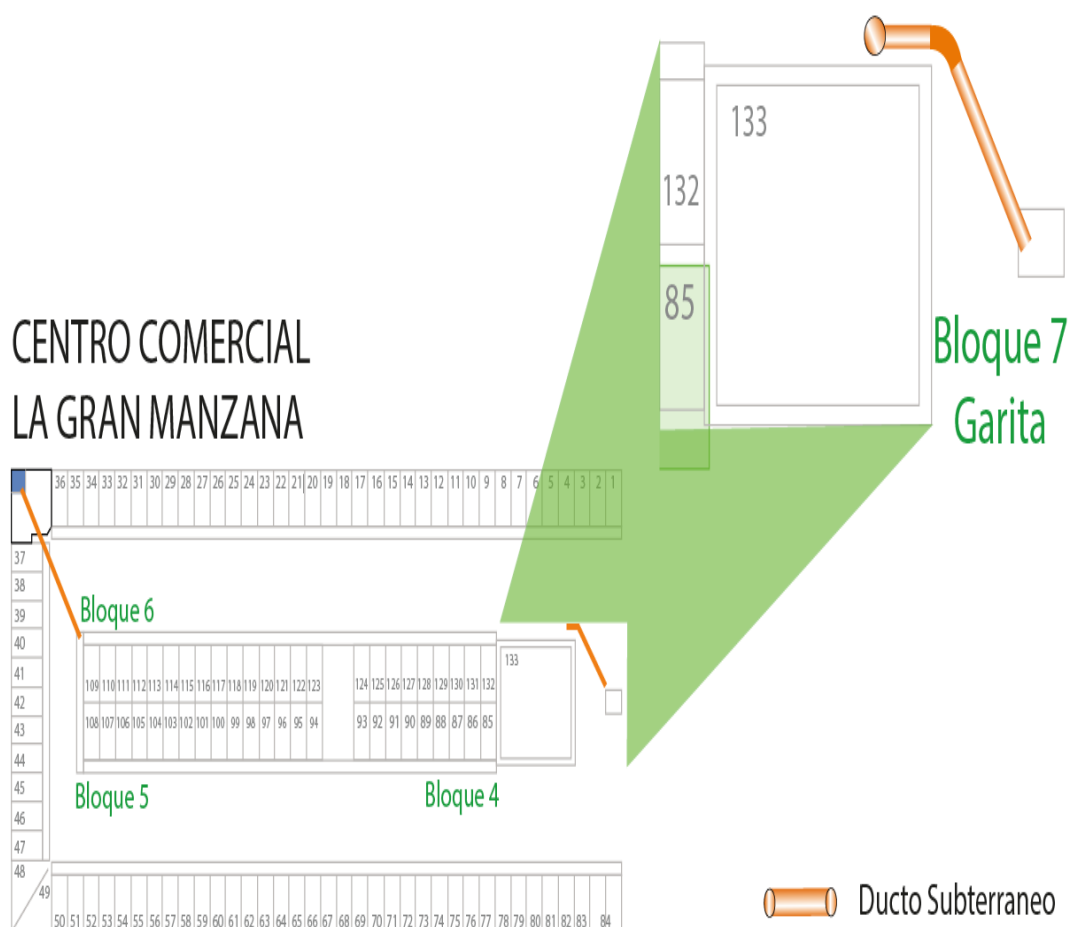
Del lado del centro de cómputo saldrá la tercera fibra óptica con los 12 hilos que conectará al Bloque 2 y 3, aquí usaremos 6 hilos en pares, el color azul y naranja será para la comunicación full dúplex con el switch 5, el color verde y café para la comunicación con el switch 7 y los colores gris y blanco para la comunicación con el switch 9.

En la figura 2.18 se muestra la conexión del distribuidor de fibra óptica ubicado en el centro de cómputo con los switches 11, 13, 15 y 17 de los bloques 4, 5, 6 y 7 respectivamente.



**Figura 2.18 Distribución de los switches en los bloques 4, 5, 6 y 7**

En la figura 2.19 se muestra el ducto subterráneo (color naranja) que conecta el sistema de canalización de los bloques 4, 5 y 6 con el bloque 7 (garita).



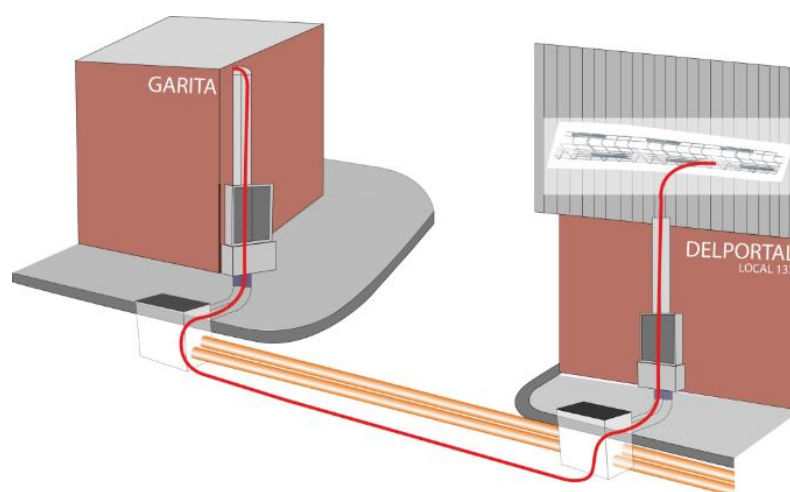
**Figura 2.19** Canalizaciones subterráneas para fibra óptica que conecta el centro de cómputo con el bloque 7 (garita)

La fibra que recorre el sistema de bandejas porta cables a la altura del local 133 bajará por un ducto vertical y llegará hasta un cajón de distribución para ser pasado nuevamente por un ducto subterráneo hasta que llegue a la garita.

La fibra óptica al llegar a la garita por el ducto subterráneo esta subirá por un ducto vertical e ingresará a la garita, ahí se conectará con una caja de distribución, para luego ser conectada con el switch 17, de esta forma se establece el enlace del bloque 7 con el centro de cómputo.

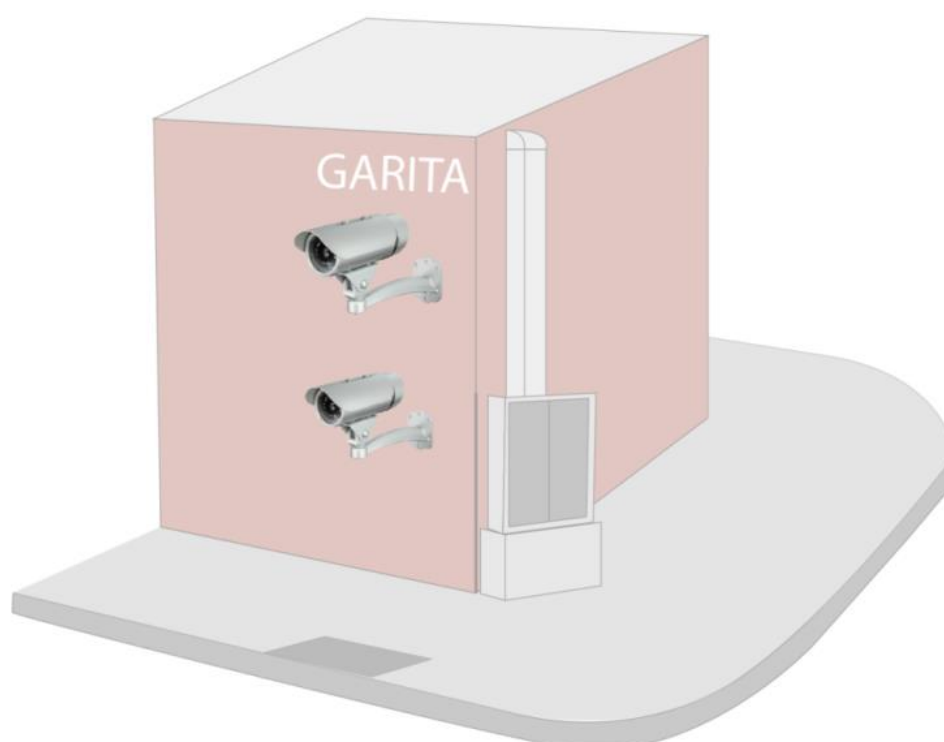
La figura 2.20 muestra el recorrido de la fibra óptica desde el local 133 hasta la garita.





**Figura 2.20 Recorrido de la fibra óptica desde el local 133 y la garita**

En la garita se ubicarán 4 cámaras IP, 2 para el ingreso y 2 para la salida de vehículos del centro comercial, tal como se muestra en la figura 2.21.



**Figura 2.21 Ubicación de las cámaras IP en la garita**

La figura 2.22 muestra una layout de la conexión del centro de cómputo con los bloques 4, 5, 6 y 7.

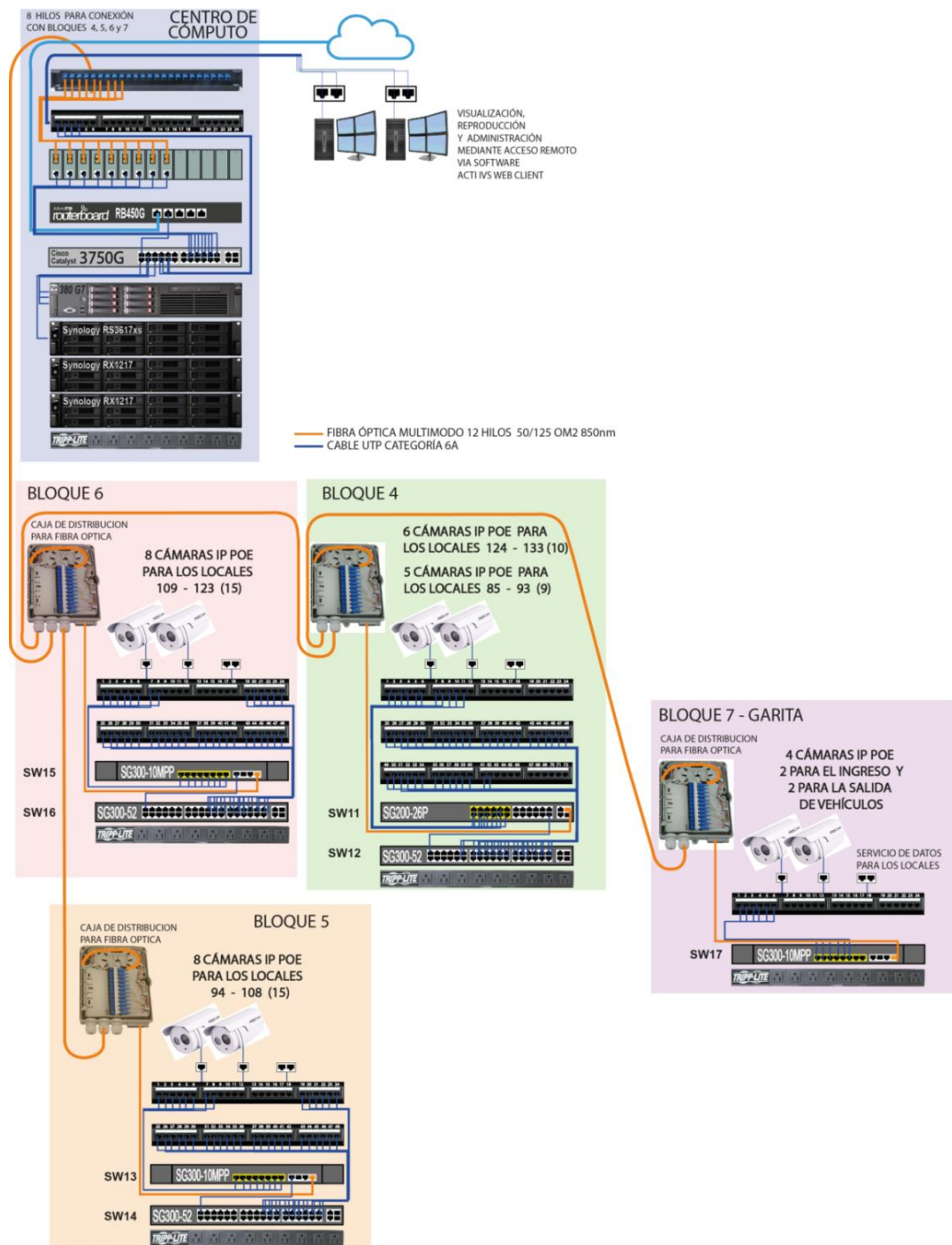
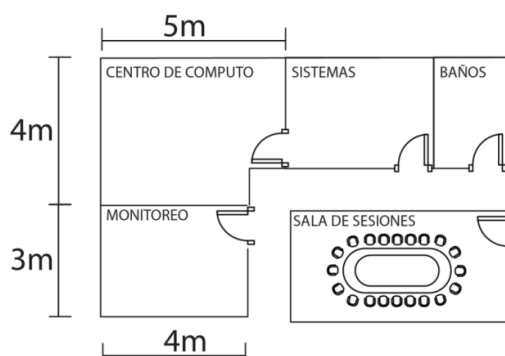


Figura 2.22 Layout de la conexión del centro de cómputo con los bloques 4, 5, 6 y 7

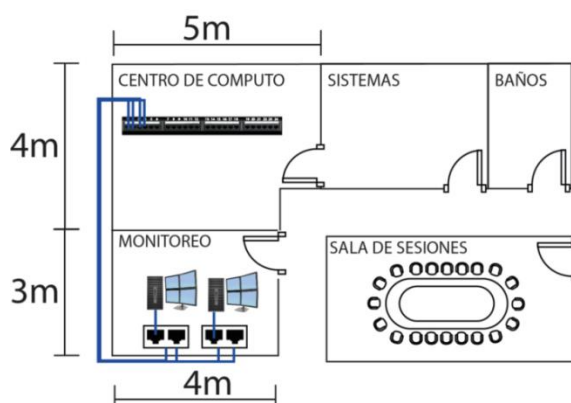
## 2.9 Conexión al Cuarto de Monitoreo

El cuarto de monitoreo se encuentra junto al centro de cómputo en la oficina de administración del centro comercial, la figura 2.23 muestra el plano de la ubicación del cuarto de monitoreo en la oficina de administración del centro comercial:



**Figura 2.23 Plano de ubicación del cuarto de monitoreo**

Debido a que la distancia es mucho menor a los 100 metros entre el cuarto de monitoreo y el centro de cómputo, se usará cable UTP categoría 6A que saldrá desde el patch panel del gabinete rack hacia los 2 puntos dobles para las 2 estaciones de trabajo que se habilitarán en el cuarto de monitoreo, se estima una longitud no mayor de 20 metros de cable UTP para hacer esta conexión, tal como se observa en la figura 2.24.




**Figura 2.24 Distancia y ubicación de los 2 puntos dobles de datos para el cuarto de monitoreo**

## 2.10 Etiquetado del cableado

La norma ANSI/TIA/EIA-606-B especifica la identificación, etiquetado y documentación del cableado, y específicamente la clase II de esta norma la cual abarca varios racks e instalaciones mayores pero que abarcan un solo edificio, es por esta razón que se etiquetará cada cable con un indicativo del enlace, su inicio y su destino, de manera que se facilite la identificación para el mantenimiento y se tenga la precaución del caso ante la manipulación del cableado estructurado, esto permitirá una administración uniforme.

En el anexo C se encuentra el código de etiquetado asignado para cada cable que se usará en este diseño, en la figura 2.25 se muestra una sección del anexo C y se toma como ejemplo uno de estos códigos de etiquetado para mostrarlo como se vería en un cable UTP.

01	PISO 1
A	GABINETE 1
PA	PATCH PANEL 1
01	PUERTO
CAMARA 1	01A-PA01
CAMARA 2	01A-PA02
CAMARA 3	01A-PA03
CAMARA 4	01A-PA04
CAMARA 5	01A-PA05
CAMARA 6	01A-PA06
CAMARA 7	01A-PA07
CAMARA 8	01A-PA08



**Figura 2.25 Etiquetado del cableado**

## 2.11 Direccionamiento Lógico

Primero definiremos el uso de las redes virtuales (VLAN) para posterior a esto realizar el direccionamiento lógico que se ajuste al requerimiento de la red.

### 2.11.1 Segmentación de la Red mediante VLAN

VLAN es una tecnología que segmenta las redes de forma virtual, la segmentación de la red nos ayudará a tener una mejor administración, organización y seguridad de la red. Además, permitirá optimizar el tráfico de red generado por cada servicio y sólo los usuarios de un grupo

específico pueden intercambiar datos o acceder a determinados recursos en la red [3].

El protocolo que se utiliza principalmente al configurar VLAN es IEEE 802.1Q, que etiqueta cada marco o paquete con bytes adicionales para indicar a qué red virtual pertenece [3].

El sistema de vídeo de las cámaras IP se lo segmentará con la VLAN 20 y sólo el servidor NVR podrán acceder a dicha LAN ya que los operadores para visualizar los videos accederán a la dirección IP del servidor NVR a través de un navegador, como por ejemplo Google Chrome o Mozilla Firefox.

En cada Switch es necesario desactivar la VLAN 1, esto por un tema de seguridad, debido a que por esta VLAN circula todo el tráfico que no haya sido asignado a un puerto del Switch.

Para la creación de Vlan existen dos formas que son estáticas y dinámicas, para nuestra segmentación de red utilizaremos VLAN estática de modo que las Vlan a crearse son basadas en el puerto del switch, así, cuando un dispositivo entra en la red automáticamente asume su pertenencia a la VLAN a la que se ha asignado el puerto.

A continuación, mencionamos las características básicas de configuración de una VLAN:

- Cada VLAN lógica es como un bridge físico independiente.
- Las VLAN pueden extenderse a múltiples switch.
- Enlaces troncales se encargan de transportar tráfico por múltiples VLAN.

Para la segmentación de la red del centro comercial se crearán 4 VLAN las cuales son:

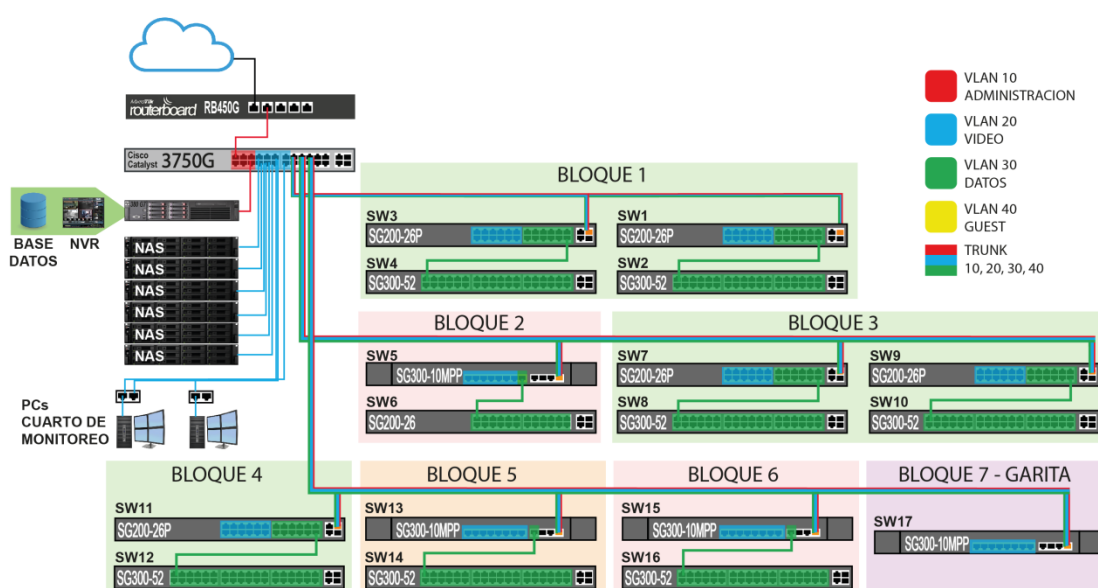
**Vlan 10 Administración:** Es creada para la Administración de los switch que se encuentran ubicados en los bloques del 1 al 7

**Vlan 20 Video:** Es creada para los dispositivos de video vigilancia incluyendo los equipos de servidores y monitoreo.

**Vlan 30 Datos:** Es creada para poder dar servicio de internet para cualquiera de los locales comerciales cuando alguno de estos lo solicite.

**Vlan 40 Guest:** Es creada para permitir el acceso a internet a los clientes no autenticados.

En la figura 2.26 se muestra el diseño de red de la VLANs del centro comercial.



**Figura 2.26** Diseño de red de las VLANs

Para la creación de las Vlan se ha optado crearlas en el switch de capa 3 que se encuentra ubicado en el cuarto de cómputo cabe mencionar que este switch será denominado como switch server. En la figura 2.27 se muestra su configuración.

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#interface range fa0/1-9
Switch(config-if-range)#switchport trunk encapsulation dot1q
Switch(config-if-range)#switchport mode trunk
Switch(config-if-range)#
```

**Figura 2.27** Comando que se usan para la configuración de los puertos del switch en modo troncal

La configuración que se muestra en la figura 2.27, indica que se realizará en modo troncal, esto ayudará para la comunicación entre switches que se ubican en los bloques del 1-7.

En el switch server se realizará la configuración VTP denominando como “vtp domain” de modo que administrará a los demás switch, tal como se muestra en la figura 2.28:

```
Switch(config)#hostname SwitchServer
SwitchServer(config)#vtp version 2
SwitchServer(config)#vtp domain CCLAGRANMANZANA
Changing VTP domain name from NULL to CCLAGRANMANZANA
SwitchServer(config)#no ip domain-lookup
SwitchServer(config)#
```

**Figura 2.28 Comandos que se usan para la configuración VTP**

En la configuración que se muestra en la figura 2.29 se observa la configuración de una VTP mode cliente en el switch S1 y teniendo en cuenta que estará en modo troncal de la interfaz Gi1/1, cabe mencionar que este tipo de configuración es realizada en los switches que están ubicados en los bloques del 1-7

```
Switch>enable
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#hostname S1
S1(config)#no ip domain-lookup
S1(config)#vtp mode client
Setting device to VTP CLIENT mode.
S1(config)#interface Gi1/1
S1(config-if)#switchport mode trunk
```

**Figura 2.29 Comandos que se usan para configuración de VTP en modo cliente**

A continuación, se muestran los pasos para la creación de las VLANs:

**Paso 1:** Asignación de nombres a las Vlan 10 (Administración), 20 (Video) y 30 (Datos).

```
SwitchServer(config-vlan)#vlan 10
SwitchServer(config-vlan)#name Administracion
SwitchServer(config-vlan)#vlan 20
SwitchServer(config-vlan)#name Camara
SwitchServer(config-vlan)#vlan 30
SwitchServer(config-vlan)#name Datos
SwitchServer(config-vlan)#
```

**Figura 2.30 Comandos que se usan para la asignación de nombres de VLANs**

Como se puede observar la figura 2.30 las configuraciones de las VLANs fueron realizadas en el switch server debido a esto serán creadas automáticamente en los switch Clientes, adicionalmente en cada switch existe una Vlan Nativa o Vlan por defecto que está activa, por seguridad se desactivo dicha Vlan, en la figura 2.31 se observa el estado de “down” en la Vlan por defecto.

VLAN Name	Status	Ports
1 default	down	
10 Administracion	active	
20 Camara	active	
30 Datos	active	

**Figura 2.31 Comandos que se usan para mostrar que VLANs están activas y desactivadas**

**Paso 2:** Verificación de las Vlan creadas

En la figura 2.32 se muestra el uso del comando **show vlan brief**, para la verificación de las VLANs creadas.

```
S1#
%SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
sh vlan brief
```

VLAN Name	Status	Ports
1 default	active	Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5 Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9 Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13 Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17 Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21 Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24, Gig1/1 Gig1/2
10 Administracion	active	
20 Camara	active	
30 Datos	active	

**Figura 2.32 Comandos que se usan para mostrar los puertos asignados a cada VLAN.**

**Paso 3:** Asignación de puertos para las VLANs 10, 20,30

La figura 2.33 muestra la asignación de los puertos de la VLAN 10, 20, 30 del switch S1.



```

S1(config)#interface gig1/1
S1(config-if)#switchport mode trunk
S1(config-if)#switchport access vlan 10
S1(config-if)#interface range fa0/1-9
S1(config-if-range)#switchport access vlan 20
S1(config-if-range)#interface range fa0/10-24
S1(config-if-range)#switchport access vlan 30
10   Administracion          active      Gig1/1
20   Camara                  active      Fa0/2, Fa0/3, Fa0/4, Fa0/5
                                           Fa0/6, Fa0/7, Fa0/8, Fa0/9
                                           Fa0/10, Fa0/11, Fa0/12, Fa0/13
30   Datos                    active      Fa0/14, Fa0/15, Fa0/16, Fa0/17
                                           Fa0/18, Fa0/19, Fa0/20, Fa0/21
                                           Fa0/22, Fa0/23, Fa0/24

```

**Figura 2.33 Comandos que se usan para la asignación de puertos de los switch para las VLANs**

La figura 2.34 muestra el direccionamiento dinámico para las VLAN 20 (Video) y 30 (Datos) realizada en el switch server.

```

hostname SERVER
!
!
enable secret 5 $1$mERr$hQiszgRQZ3O5BVaE2PN690
!
!
ip dhcp excluded-address 192.168.1.1 192.168.1.10
ip dhcp excluded-address 192.168.2.1 192.168.2.10
!
ip dhcp pool POOL_DATOS
 network 192.168.1.0 255.255.255.0
 default-router 192.168.1.1
ip dhcp pool POOL_CAMARA
 network 192.168.2.0 255.255.255.128
 default-router 192.168.2.1

```

**Figura 2.34 Direccionamiento dinámico para las VLANs**

Como se observar en la figura 2.34 se ha excluido un rango de dirección IP tanto para datos como para Las subredes LAN partirán de la red: 192.168.0.0 /16

- Vlan de Invitados (40) con una dirección de red: 192.168.0.0 /24, número de hosts disponibles: 254.
- Vlan de Datos (30) con una dirección de red: 192.168.1.0 /24, número de hosts disponibles: 254.
- Vlan de Video (20) con una dirección de red: 192.168.2.0/25, número de hosts disponibles: 126.
- Vlan de Administración (10) con una dirección de red: 192.168.2.128/27, número de hosts disponibles: 30.

La tabla 28 muestra la asignación de IPs para la VLAN 20 de video.

<b>VLAN 20 VIDEO</b>		
<b>Máscara de Subred: 255.255.255.128</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Dirección IP</b>
Cuarto de Cómputo	Servidor NAS 1	192.168.2.2
	Servidor NAS 2	192.168.2.3
	Servidor NAS 3	192.168.2.4
	Servidor NAS 4	192.168.2.5
	Servidor NAS 5	192.168.2.6
	Servidor NAS 6	192.168.2.7
	PC1 Monitoreo	192.168.2.8
	PC2 Monitoreo	192.168.2.9
Bloques centro comercial	Camara01	192.168.2.10
	...	...
	Camara72	192.168.2.81

**Tabla 28. Asignación de IPs para VLAN 20**

La tabla 29 muestra la asignación de IPs para la VLAN 10 de administración.

<b>VLAN 10 ADMINISTRACION</b>		
<b>Máscara de Subred: 255.255.255.0</b>		
<b>Ubicación</b>	<b>Dispositivo</b>	<b>Dirección IP</b>
Cuarto de Cómputo	Router	192.168.2.130
	Switch Principal	192.168.2.131
	Servidor NVR y BD	192.168.2.132
Bloque 1	Switch 1	192.168.2.133
	Switch 2	192.168.2.134
	Switch 3	192.168.2.135
	Switch 4	192.168.2.136
Bloque 2	Switch 5	192.168.2.137
	Switch 6	192.168.2.138
Bloque 3	Switch 7	192.168.2.139
	Switch 8	192.168.2.140
	Switch 9	192.168.2.141
	Switch 10	192.168.2.142
Bloque 4	Switch 11	192.168.2.143
	Switch 12	192.168.2.144
Bloque 5	Switch 13	192.168.2.145
	Switch 14	192.168.2.146
Bloque 6	Switch 15	192.168.2.147
	Switch 16	192.168.2.148
Bloque 7	Switch 17	192.168.2.149

**Tabla 289. Asignación de IPs para VLAN 10**

### 2.11.2 Seguridad a nivel de Puerto

Basándose en la configuración que se realiza en todos los switches se puede observar hasta ahora que no se cuenta con ningún mecanismo de seguridad a nivel de puertos, el no hacerlo implicaría que el switch quede expuesto a que alguna persona con conocimientos en redes conecte un switch personal entre el puerto del switch del gabinete y la cámara [3].

La figura 2.35 muestra la conexión de la cámara Foscam a uno de los puertos del switch a través de un cable UTP categoría 6A, esta conexión se realiza en todos los switches que contienen los bloques del 1 – 7.



Figura 2.35 Seguridad a nivel de Puerto

**1. Configurar el puerto en modo de acceso:** Para configurar un puerto como modo de acceso tenemos que ingresar desde el modo configuración de interfaz, tal como se observa en la figura 2.36.

```
Switch#configure terminal
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
Switch(config)#host
Switch(config)#hostname S1
S1(config)#inte
S1(config)#interface fa
S1(config)#interface fastEthernet 0/1
S1(config-if)#switchport mode access
S1(config-if)#
```

Figura 2.36 Comandos que se usan para la configuración del puerto en modo acceso

**2. Habilitar la seguridad en los puertos utilizados:** Desde el modo de configuración de la interfaz ingresamos con el comando **switchport port-security**, tal como se muestra en la figura 2.37Figura 2.38.

```
S1(config-if)#switchport port-security
S1(config-if)#
```

Figura 2.37 Comando usado para activar la seguridad en los puertos

### 3. Limitar la cantidad de direcciones MAC permitidos en cada puerto

**utilizado:** Para realizar esta configuración, desde el modo de configuración de interfaz ingresamos el comando **switchport port-security maximum** y el número de puertos que deseamos limitar, tal como se muestra en la figura 2.38.

```
S1(config)#interface fastEthernet 0
S1(config)#interface fastEthernet 0/1
S1(config-if)#switch
S1(config-if)#switchport port
S1(config-if)#switchport port-security ma
S1(config-if)#switchport port-security max
S1(config-if)#switchport port-security maximum 9
S1(config-if)#
```

Figura 2.38 Comando usado para limitar la cantidad de direcciones MAC permitidas

### 4. Configurar la acción que se ejecuta al violar la limitación del

**puerto:** desde el modo de configuración de la interfaz ingresamos el comando **switchport port-security violation restrict**, tal como se observa en la figura 2.39.

```
S1(config-if)#switchport port-security violation ?
  protect  Security violation protect mode
  restrict Security violation restrict mode
  shutdown Security violation shutdown mode
S1(config-if)#switchport port-security violation res
S1(config-if)#switchport port-security violation restrict
S1(config-if)#
```

Figura 2.39 Comandos usados para configurar la acción que se ejecuta al violar la limitación del puerto

De acuerdo a la configuración mostrada se ha configurado los puertos de modo (restrict) lo cual provoca que al conectar un equipo que no esté registrado en la tabla de direcciones MAC, no se le permita el ingreso a la red.

## CAPÍTULO 3

### 3 REQUERIMIENTOS DE LA SOLUCIÓN Y PLAN DE TRABAJO

#### 3.1 Requerimientos para el diseño de la solución

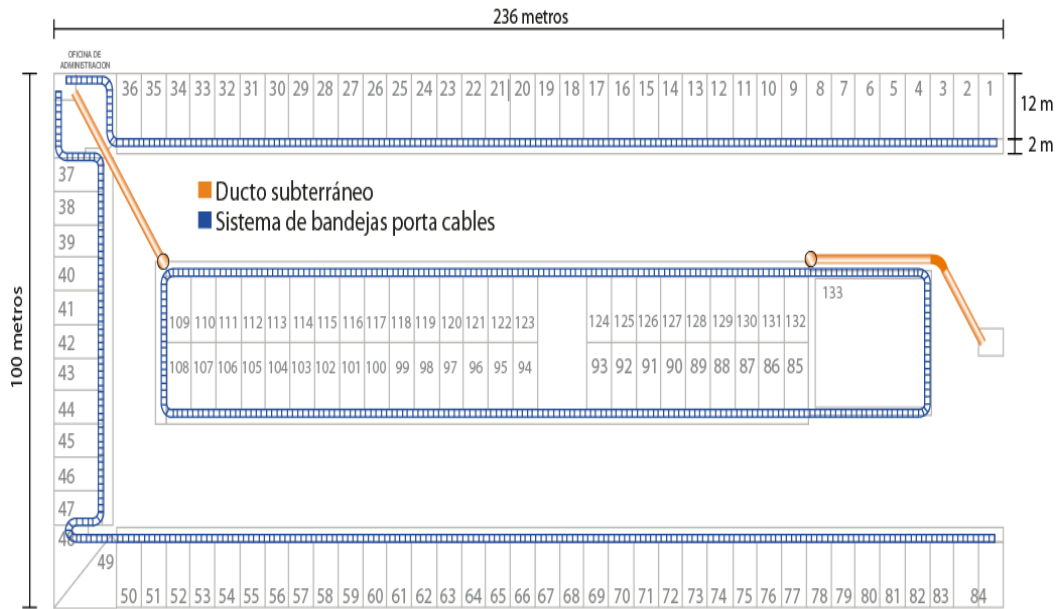
El Centro comercial deberá cumplir con los siguientes requerimientos en relación al desarrollo del diseño del presente proyecto:

- Que el Centro comercial nos facilite un espacio físico y climatizado en el centro de cómputo para la instalación de un rack con los equipos de comunicación y servidores que necesitaremos para el desarrollo de la solución.
- Que tengamos la accesibilidad a fuentes de energía eléctrica en dicho espacio y que forme parte del respaldo eléctrico para que ante la eventual caída de una de las fuentes, los equipos puedan seguir funcionando.
- Para el cableado de redes de datos que conectará a las cámaras IP con el centro de cómputo se necesita que el centro comercial nos brinde un espacio en el sistema de bandejas porta cables que inician por el cielo raso del centro de cómputo y se distribuye por los locales comerciales que se encuentran a los laterales.
- Acceso a la ductería de cables de datos que inicia por el piso falso del centro de cómputo y se distribuye hasta el local comercial que queda diagonal a la oficina de administración, esto permitirá la conectividad con los locales que se encuentran en medio del centro comercial.
- Por último, que se nos facilite planos de la ubicación de los ductos a utilizar para cableado vertical, sistema de bandejas porta cables para el cableado horizontal, de los ductos subterráneos y de la ubicación de los tableros eléctricos.

#### 3.2 Planos del sistema de bandejas metálicas porta cables del centro comercial

En la figura 3.1 se muestra el plano de canalización del centro comercial, el cual servirá de guía para saber por dónde se pasara la fibra óptica y el cable UTP, en la figura 3.2 se observa como la fibra óptica multimodo 12 hilos queda en posición

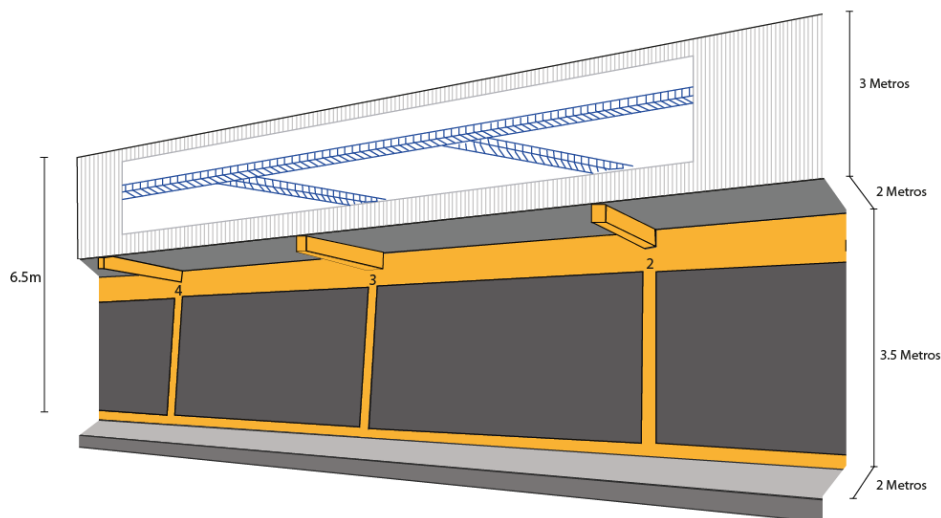
de reposo sobre el sistema de bandejas porta cables del centro comercial siendo su punto de partida el centro de cómputo y en la figura 3.3 muestra una vista del paso del sistema porta cables al interior del centro comercial.



**Figura 3.1 Plano de sistema de bandejas metálicas porta cables**



**Figura 3.2 Sistema de bandejas porta cables**



**Figura 3.3 Vista interna del sistema de bandeja porta cables**

### **3.3 Fibra Óptica Multimodo 12 hilos 50/125 OM3 1300 nm.**

Para la selección de la fibra óptica se consideró las condiciones del escenario elegido para el diseño de la red en el centro comercial. La instalación del cable de fibra se realizará en ductos subterráneos, el cable de fibra elegido será para uso interior/externo, presenta protección contra roedores y contra humedad. Para facilitar la instalación de la fibra, se dispone de pozos o armarios de revisión que estarán en algunos puntos del centro comercial.

Se ha elegido trabajar con una fibra óptica multimodo de 12 hilos de tipo OM3 que cumple con el estándar TIA/EIA 492AAAB-A, el fabricante garantiza que se puede obtener enlaces de 1Gbps hasta una distancia de 550 metros, trabajando con una fibra 50/125  $\mu\text{m}$  a una longitud de onda de 1300 nm.

En el Anexo D se pueden encontrar las características de esta fibra.

### **3.4 Gabinetes y equipos de comunicación para la solución del diseño**

Dentro del centro de cómputo de la oficina de la administración solo se realizará la instalación de un rack donde se alojarán todos los equipos de procesamiento de datos, de comunicación y un UPS de respaldo de energía para estos equipos electrónicos, mas no de las unidades de climatización, energía eléctrica, respaldo de energía eléctrica, sistema de iluminación, sistemas de monitoreo remoto,

equipos de seguridad y control de acceso, ya que todo esto ya se encuentra habilitado y operativo.

Para la solución de nuestro diseño se podrá utilizar los equipos de comunicación y almacenamiento de datos descrito en el capítulo 3.9 y sus correspondientes subcapítulos.

#### **Gabinete Rack Cerrados de 42U SmartRack TRIPP-LITE SR42UB Premium**

En la figura 3.4 se presenta el gabinete rack cerrados de 42U el mismo que cuenta con guías horizontales donde se alojarán todos los equipos electrónicos necesarios para el funcionamiento de la solución, tales como, path panel, distribuidor de fibra óptica (ODF), switch, media converter, servidores, cableado, regletas horizontales y un ups de respaldo de energía eléctrica para todos estos equipos.

- Estará a una distancia de 120 metros entre el extremo superior del gabinete y el cielo raso del centro de cómputo de la administración del centro comercial.
- En el Anexo E se pueden encontrar las características de este gabinete rack.



**Figura 3.4 Gabinete rack cerrados de 42U SmartRack TRIPP-LITE SR42UB Premium**

#### **Gabinete Rack Cerrados de pared de 9U SmartRack TRIPP-LITE SRW9UG**

En la figura 3.5 se muestra el Gabinete rack cerrados de pared de 9U que cuenta con guías horizontales donde se alojarán todos los equipos electrónicos necesarios para el funcionamiento de la solución en los bloques del centro



comercial; equipos tales como, path panel, distribuidor de fibra óptica (ODF), switches, cableado y regletas horizontales.

Estará ubicado a una distancia de 3 metros de altura en cada uno de los locales comerciales asignados para su montaje, en el

Anexo F se pueden encontrar las características de este gabinete rack.



**Figura 3.5 Gabinete rack cerrados de pared de 9U para los bloques del centro comercial**

#### **Gabinete Rack Cerrados de pared de 6U SmartRack TRIPP-LITE SRW6UG**

En la figura 3.6 se observa el gabinete rack cerrados de pared de 6U que cuenta con guías horizontales donde se alojarán todos los equipos electrónicos necesarios para el funcionamiento de la solución en la garita y en el cuarto de monitoreo; equipos tales como, path panel, distribuidor de fibra óptica (ODF), switch y regleta horizontal, en el Anexo G se pueden encontrar las características.

Estará ubicado a una distancia de 2.5 metros de altura desde el piso.



**Figura 3.6 Gabinete rack cerrados de pared de 6U para los bloques del centro comercial**

### **Caja de distribución de fibra óptica montaje a rack**

En la figura 3.7 se presenta la caja o el panel de distribución para fibra óptica (ODF) de montaje en rack que cuenta con una bandeja para fácil acceso por el frente, el cual permitirá fácil acceso e instalación de la fibra óptica que llegará al centro de cómputo y será distribuida a los convertidores de medios.

Las abrazaderas para cable y la bandeja para empalmes permiten canalizar los cables de acuerdo a sus propias necesidades, dejando el espacio suficiente para almacenar la fibra óptica y mantener el radio de curvatura mínimo requerido. Este ODF resulta flexible ya que permite además guiar los cables a través de los ojales de caucho integrados en el panel posterior.



**Figura 3.7 Caja de fibra óptica (ODF) montaje a rack**

### **Switch de Core Cisco C3750G Administrable para el centro de cómputo**

En la figura 3.8 se observa el switch Cisco 3750 que es un equipo administrable que estará ubicado en el rack del centro de cómputo de la oficina de administración y será el núcleo de la red, en el Anexo H puede encontrar las características de este switch.



**Figura 3.8 Switch Cisco 3750**

### Switch de Distribución Cisco SG200-26P

En la figura 3.9 se muestra el switch Cisco 200PoE que es un equipo administrable y cuenta con puertos Power Over Ethernet (PoE), se necesitarán 5 de estos equipos para crear la conectividad desde el centro de cómputo a los bloques 1, 3 y 4, en el Anexo I se encuentran las características de este switch.



**Figura 3.9 Switch Cisco SG200-26P**

### Switch de Distribución Cisco SG200-26

En la figura 3.10 se observa el switch Cisco 200 que es un equipo administrable y se necesitará 1 de estos equipos para crear la conectividad desde el centro de cómputo hacia el bloque 2.

En el Anexo J se encuentran las características de este switch



**Figura 3.10 Switch Cisco SG200-26**

### Switch de Distribución Cisco SG300-10MPP

En la figura 3.12 se muestra el switch Cisco 300PoE que es un equipo administrable y cuenta con puertos Power Over Ethernet (PoE), se necesitarán 4 de estos equipos para crear la conectividad desde el centro de cómputo a los bloques 2, 5, 6 y 7. En el Anexo L se encuentran las características de este switch.



**Figura 3.11 Switch Cisco SG300**

### **Switch de Distribución Cisco SG300-52**

En la figura 3.11 se presenta el switch Cisco 300 que es un equipo administrable y se necesitarán 7 de estos equipos para crear la conectividad desde el centro de cómputo a los bloques 1, 3, 4, 5 y 6.

En el Anexo K se encuentran las características de este switch.



**Figura 3.12 Switch Cisco SG300-52**

### **Mikrotik RouterBoard RB450G**

Para poder monitorear los videos en tiempo real de las cámaras IP desde el exterior de la red, se establecerá una conexión VPN-CLIENT con seguridad IPSEC usando un Mikrotik RB450G, el mismo que se presenta en la figura 3.13.

Una VPN es una tecnología de red que permitirá conectarse desde el exterior a la red del centro comercial a través de Internet, previo el ingreso de la respectiva IP pública, usuario y contraseña configurados en el router Mikrotik.

En el

Anexo M se encuentra las características de este Mikrotik.



**Figura 3.13 Mikrotik RouterBoard RB450G**

### **Módulo Transceiver Óptico SFP TP-LINK TL-SM311LM**

Se necesitará 9 de estos módulos Transceiver Óptico SFP TP-LINK TL-SM311LM para la conexión de fibra desde el centro de cómputo hasta los switch externos donde se conectarán las cámaras IP.

En la figura 3.14 se observa uno de estos módulos para fibra de la serie TL-SM311 que se insertan en los puertos SFP de los switch y permiten ampliar la distancia de transmisión a más de 100 metros, que es la longitud máxima del cable UTP, lo que permitirá conectarse con el switch núcleo del centro de cómputo.

Con una tasa de transferencia de cada puerto de Gigabit Ethernet equivalente a 1000 Mbps (full dúplex) para la transmisión de video de las cámaras IP.



**Figura 3.14 Módulo Transceiver Óptico SFP TP-LINK TL-SM311LM**

### **Chasis para Media Converter TP-Link TL-MC1400 14-Slot Rackmount**

Tal como se observa en la figura 3.21, este chasis de montaje en rack para media converter de 14 ranuras dará cabida a los 9 TP-LINK convertidores de medios, esto permitirá tener un ahorro de espacio, organización y centralizar la fuente de alimentación. La operación continua es de gran importancia para la comunicación de fibra, por lo que el chasis está equipado con fuente de alimentación redundante opcional y la función de intercambio en caliente que permite la instalación y desmontaje del convertidor, y fuente de alimentación sin tener que apagar el chasis. Tiene un consumo de energía de 102 W.



**Figura 3.15 Chasis para convertidor de medios TP-Link TL-MC1400**

### **Convertidor De Medio TP-Link MC200CM Fibra MM SC Gigabit**

En la figura 3.16 se presenta el MC200CM que es un convertidor de medios diseñado para convertir a los medios de fibra 1000 Base-SX/LX/LH a cobre 1000 Base-T, o viceversa. Diseñado bajo las normas de IEEE802.3ab 1000 Base-T e IEEE802.3z 1000 Base-SX/LX/LH, el MC220L está diseñado para su uso con cables de fibra multi-modo utilizando el conector tipo SC.

Funciona a 850 nm para la transmisión y recepción de datos con la adopción de fibra multimodo. Transmitirá a distancias extendidas de fibra óptica utilizando fibra multimodo hasta 0.55 kilómetros.

Características Específicas:

- Estándar 802.3, 802.3u, 802.3ab, 802.3z, 802.3x, 1000Base SX
- Dispone un puerto RJ-45 Gigabit Ethernet 10/100/1000Mbps
- Dispone Un puerto 1000 Mbps con conector tipo SC para fibra multimodo
- Soporta fibra óptica multimodo 50/125  $\mu\text{m}$  o 62.5/125  $\mu\text{m}$  de 850nm
- Puertos MDIX automáticos, dúplex medio o completo
- Conmutador Dip para selección en modo full y half dúplex en puerto de fibra
- Tiene un consumo máximo de energía de 5.5W (100-240VAC).

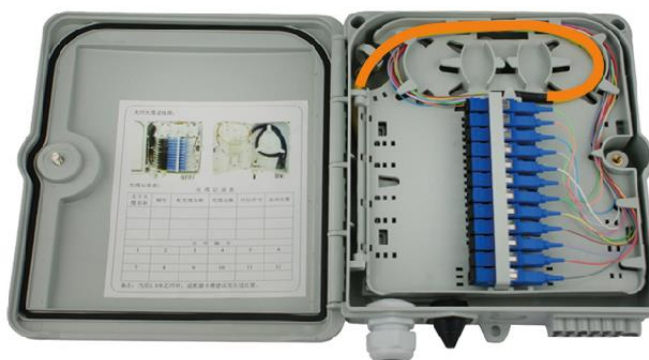


**Figura 3.16 Convertidor de medio TP-Link MC200CM Fibra MM SC Gigabit Caja de distribución para fibra óptica de 12 hilos**

Se necesitarán doce de estas cajas de distribución de fibra óptica, las mismas que nos permitirán la distribución de la fibra óptica para la conexión de todos los switch de los bloques con el switch núcleo del centro de cómputo. En la figura 3.17 se presenta una de estas cajas de distribución de fibra óptica.

Características de la caja de distribución de fibras ópticas:

- Instalación fácil.
- Dispone de una tapa desmontable para facilitar el acceso.
- Una placa posterior plana que tiene agujeros para montaje.
- Dispone de un lugar para la reserva de cable antes de realizar la conexión.
- Es posible utilizar la caja para empalme o parches.



**Figura 3.17 Caja de distribución para fibra óptica de 12 hilos**

### **Servidor HP ProLiant DL380 G7 para Software NAS**

En la figura 3.18 se presenta este servidor HP ProLiant 380, en cual se instalará el software NVR y la base de datos Oracle la cual almacenara los eventos diarios registrados por las cámaras IP.

Características Específicas:

- Procesadores Intel Xeon CPU 6 Core 2.6 GHz 12MB (12 Cores en total)
- 32 Gb de memoria RAM
- 8 discos duros SAS 2.5" hotplug 1TB
- 3 Puertos de 1 Gbps
- 2 fuentes de poder redundantes
- Consumo máximo de energía de 460W x 2 (100 - 240V)



**Figura 3.18 Servidor HP ProLiant DL380 G7 para Software NAS**

### **Software grabador de video de red (Network Video Recorder NVR)**

El Software que usaremos para este proyecto se llama ACTi IVS, sistema de vigilancia por vídeo IP, escalable y flexible. Gracias a su compatibilidad con las cámaras de alta definición (HD) de otros fabricantes constituye un potente sistema de control de seguridad y grabación IP en HD para una gran variedad de aplicaciones.

El software NVR ACTi IVS permitirá generar reportes estadísticos a través de sus funciones de reconocimiento facial, conteo de personas como se observa en la figura 3.19 y reconocimiento de placas de vehículos como se observa en la figura 3.20.



La Información que se obtendrá del análisis de las imágenes obtenidas por las cámaras de seguridad en tiempo real permitirá al centro comercial aumentar la rentabilidad de los negocios y mejorar su seguridad.

Cada registro en la base de datos referente a cada imagen tiene un tamaño de 1KB y cada registro de conteo tiene un tamaño de 400 bytes.

Unos de los usos que le daremos al software en tema de video vigilancia será el de detectar la aparición frecuente de visitantes sospechosos o con antecedentes dentro del centro comercial.

El Software de reconocimiento facial analiza los flujos de video y después coteja los resultados con imágenes anteriores, así como con información de su base de datos en Oracle, además podrá analizar grabaciones con fines de investigación, con expectativas a convertirse en un recurso valioso en las operaciones diarias del centro comercial.

El Software nos permitirá hacer varias clasificaciones como:

- Clientes regulares o VIP para poder darles trato especial.
- Visitantes indeseados.
- Hacer el conteo de clientes.

#### **Características específicas del software NVR ACTi IVS :**

- Soporta hasta 100 canales
- Múltiples niveles de acceso de usuario con protección por contraseña
- Utilizando usuarios de dominios locales o Windows
- Base de datos de grabación limitada sólo por el espacio en disco
- Grabación directa en discos locales y de red
- Configuración flexible con visión en vivo para hasta 50 cámaras
- Se pueden buscar grabaciones a partir de la fecha y la hora
- Visualización cronológica, búsqueda inteligente, marcadores

- Velocidad de reproducción: hasta 64x o frame a frame
- Gráfico cronológico para facilitar la visión completa de los eventos
- Reproducción o vídeo y audio para hasta 25 cámaras
- El Streaming por interne se optimiza para reducir el tiempo de almacenamiento en búfer del espectador alcanzando 4Kbps a 30fps por cámara.



Figura 3.19 Software NVR ACTi IVS: Conteo de personas



Figura 3.20 Software NVR ACTi IVS: Conteo de vehículos y reconocimiento de placas

### Requisitos mínimos del Sistema

- Sistema Operativo Windows 7 Professional
- CPU: Intel P4 o superior, 2 GHz (Intel Xeon recomendado para grandes sistemas)
- 1 GB de RAM (8 GB recomendado para grandes sistemas)
- Tarjeta de red de 100 Megabits (red Gigabit recomendada para grandes sistemas)
- Base de Datos Oracle 10g o superior

El fabricante específico en la tabla 30 el requerimiento necesario que permite la transmisión del contenido por internet:

Resolución	bitrate
1280 x 720	1700 kbps

**Tabla 29. Bitrate de transmisión de video por internet**

La tabla 31 muestra el consumo de ancho de banda generado por los navegadores más populares:

Resolución	Código	Bitrate	
		Chrome con HTML5	Mozilla Firefox con HTML5
720p (1280x720)	H.264 Nivel 10	1.378 Mbps	1.644 Mbps

**Tabla 30. Bitrate generado por Google Chrome y Mozilla Firefox**

### Servidor NAS Synology RackStation RS3617xs+

En la figura 3.27 se presenta el servidor NAS Synology RackStation 3617 que es un dispositivo de 12 ranuras para conectar hasta 12 discos de 3.5", en él se configurará un arreglo de discos RAID 5 y un disco de reserva (HOT SPARE), en el Anexo N se encuentran las características de este equipo.



**Figura 3.21 Servidor NAS Synology RackStation RS3617xs+**

#### **3.4.1 Cálculo de cantidad de espacio en disco duro requerido sin configuración de RAID 5 y la implementación de HOT SPARE**

Tal como se vio en la tabla 8, se necesita una cantidad de espacio de almacenamiento de 166.15 TB para almacenar 4 meses de grabación en una resolución de 1280 x 720.

Sin configuración RAID 5 y HOT SPARE, y utilizando discos duros de 8TB, en la ecuación (3.1) se tiene el siguiente cálculo:

$$\frac{166.15 \text{ TB}}{8 \text{ TB}} = 20.76 = 21 \text{ discos duros de 8 TB} \quad (3.1)$$

#### **3.4.2 Cálculo de cantidad de espacio en disco duro requerido para la configuración de RAID 5 y la implementación de HOT SPARE**

Es necesario para el cálculo saber que realmente cada disco duro tiene una capacidad de almacenamiento distinta a la se describe, esto es porque los fabricantes de unidades de disco duro comercializan las unidades en términos de capacidad decimal, así en la ecuación (3.2) tenemos que:

$$1 \text{ Terabyte (TB) equivale a } 1.073741824 \text{ de bytes} \quad (3.2)$$

En el siguiente ejemplo se muestra el uso de la fórmula, si se desea conocer la capacidad real de almacenamiento de un disco de 8 TB, primero lo pasamos a su valor a decimal, tenemos entonces que:  
 8 TB = 1099511627776 bytes

Como se analizó anteriormente sin configuración de RAID 5 y HOT SPARE, y para lograr alcanzar el requerimiento mínimo de 166.15 TB, usando discos duros de 8TB se necesitaría 21 discos duros que suman 168 TB y con eso sería suficiente pero la información contenida en los discos quedaría desprotegida, para crear seguridad en los datos almacenados en los disco se configurará un arreglo de discos RAID 5 y se implementará un disco de reserva (HOT SPARE), estas 2 configuraciones implica que se sacrificará 2 discos. 1 disco debido a que RAID 5 realiza una división por bloques de información y un bloque de paridad que nos permite reconstruir la información del volumen completo del conjunto de discos si uno de los discos se avería. Y el otro disco debido a que HOT SPARE se mantiene inactivo hasta que uno de los discos activos falla, en ese momento el disco de reserva comienza a funcionar reemplazando el disco erróneo reconstruyendo el conjunto de discos de esta manera se protege los datos contra dos fallos simultáneos.

Otra forma de proteger los videos almacenados en los discos duros es que los videos obtenidos por las 72 cámaras IP no se almacenen en un solo conjunto de discos, si no que se creará 6 conjuntos de discos, de esta manera se tendrá 6 grupos de 12 cámaras IP cada uno y cada grupo almacenará la grabación de los videos en cada uno de los 6 conjuntos de discos duros.

De esta manera tenemos que se usará 6 conjuntos de discos duros, y cada conjunto tendrá una configuración de RAID 5 y HOT SPARE en la cual se almacenará los videos de 4 meses de grabación obtenidas de 12 cámaras IP.

Así entonces para almacenar en un conjunto de discos duros la cantidad mínima de 27.69TB correspondientes a 12 cámaras IP y usando discos de 8TB (7.28 TB reales) y sin RAID 5 y HOT SPARE tenemos el siguiente cálculo de la ecuación (3.3):

( 4 discos duros x 7.28 ) TB =29.11 TB (3.3)

Estos 4 discos duros satisfacen el requerimiento de almacenamiento de los 27.69 TB pero como se usará la configuración de RAID 5 y HOT SPARE se añadirá 2 discos duros adicionales, lo que nos deja una cantidad de 6 discos duros por cada uno de los 6 conjuntos de discos que se tendrá.

Para Finalizar con esta parte, se tiene que 6 discos duros por 6 conjuntos de discos tenemos que se necesitará 36 discos duros de 8TB cada uno, de esta manera se tiene que se necesitará 6 servidores NAS para los 36 discos duros teniendo una capacidad total de almacenamiento de 174.65TB que cumple con el requerimiento mínimo de 166.15 TB.

### **Cámaras IP PoE para exteriores FOSCAM FI9803EP**

En la figura 3.22 se presenta la cámara IP Foscam 9803PoE cuya principal función es la de transmitir vídeo en tiempo real de los clientes que ingresan y salen de los locales comercial.

La Tecnología Poe presente en esta cámara ayudará a que puedan conectarse a la corriente eléctrica utilizando el mismo cable de red, esta ventaja permitirá que se elimina la necesidad de conectarse a una toma de corriente cercana o la necesidad de lidiar con paneles eléctricos.



**Figura 3.22 Cámara IP Poe para exteriores FOSCAM FI9803EP**

Considerando que cuanto más pequeña es la distancia focal, mayor será el ancho de cobertura, la lente de esta cámara se lo configurará

en un angular de 4 milímetros que le permitirá tener un ángulo de visión de 75 grados consiguiendo con esto tener un ancho de cobertura que abarcará el ingreso de los dos locales comerciales a los que se le desea contabilizar el número de clientes que entran y salen, es decir, el ancho de cobertura es de 12 metros (el ancho de dos locales comerciales) tal como se observa en la figura 3.23.



**Figura 3.23 Distancia focal de cámara IP**

#### **Características específicas de la cámara IP Poe para exteriores FOSCAM FI9803EP:**

- Tiene una resolución de 1,0 megapíxeles
- Calidad de imagen H.264, con una velocidad de 30 o 25 imágenes por segundo en todas las resoluciones.
- Formatos gráficos soportados: 320 x 240, 640 x 480 (VGA), 1280 x 720 (HD 720)
- La lente tiene un angular fijo de 4mm
- Tiene un ángulo de visión diagonal de 75 grados
- Visión nocturna hasta 20 metros gracias a un led.
- Tiene un consumo máximo de energía de 4.2W (DC 12V/1.0A).

#### **Switch KVM HP TFT7600 G2 de 1U**

En la figura 3.23 se presenta el Switch KVM HP 7600 de consola raqueable que ocupa 1U de espacio en el gabinete del rack cerrados

del centro de cómputo, combina un teclado en español con mouse táctil y un monitor de 17.3 pulgadas, permitirá gestionar el servidor desde el centro de cómputo.



**Figura 3.24 Switch KVM HP TFT7600 de 1U**

**TRIPP-LITE UPS SMARTONLINE SU6000RT4UTF 6000VA para el rack del centro de cómputo.**

Para determinar el UPS que se necesita para suministrar respaldo al rack, la tabla 32 muestra la suma de las potencias eléctricas de cada dispositivo que se encontrara en el gabinete rack cerrados que estará ubicado en el centro de cómputo.

EQUIPOS	CANT.	POTENCIA	TOTAL POTENCIA
Cisco C3750G-24TS-E Catalyst Managed	1	169	169 W
Firewall Fortinet FortiGate 100D	1	63.1	63.1 W
Chasis para Media Converter TP-Link TL-MC1400 14-Slot Rackmount	1	102	102 W
Ventiladores para rack	2	22	44 W
Monitor LED 19"	1	10	10 W
Servidor ProLiant DL380 G7 460W x 2 Fuentes	2	460	920 W
Servidor NAS Synology RackStation RS3617xs+	6	500	3000 W
		<b>TOTAL</b>	<b>4308.1 W</b>

**Tabla 31. Cálculo de consumo de potencia total de los equipos en el rack**

La carga total de equipo en el rack es de 4308.1 watts, de este valor calculamos el factor de potencia que es el 60% y nos da como resultado 6892.96 que es el V.A. (Volts-Amperes), calcularemos un 40% adicional para crecimiento en caso de que en un futuro se quiera



agregar algún equipo más dando como resultado 9650.14 V.A. con este valor de carga se elige el UPS TRIPP-LITE SU10KRT3U 10000VA, el mismo que se lo presenta en la figura 3.25.



**Figura 3.25 UPS Tripp-Lite SmartToline SU10KRT3U 10000VA**

Los equipos actuales en el rack necesitan para su funcionamiento 6892.96 VA y como se observa en el Anexo O donde se encuentran las características de este UPS, una carga mínima de hasta 5000 VA en el UPS permite un tiempo de respaldo de 12.5 minutos, que se puede considerar tiempo suficiente entre el cambio de la energía eléctrica pública con el generador de energía eléctrica del centro comercial.

#### **Equipos que estarán ubicados en el gabinete rack del centro de cómputo**

La figura 3.26 muestra como estarán distribuidos los equipos electrónicos y cableados dentro del gabinete rack del centro de cómputo.

## CENTRO DE CÓMPUTO

— FIBRA ÓPTICA MULTIMODO 12 HILOS 50/125 OM2 850nm  
 — CABLE UTP CATEGORÍA 6A

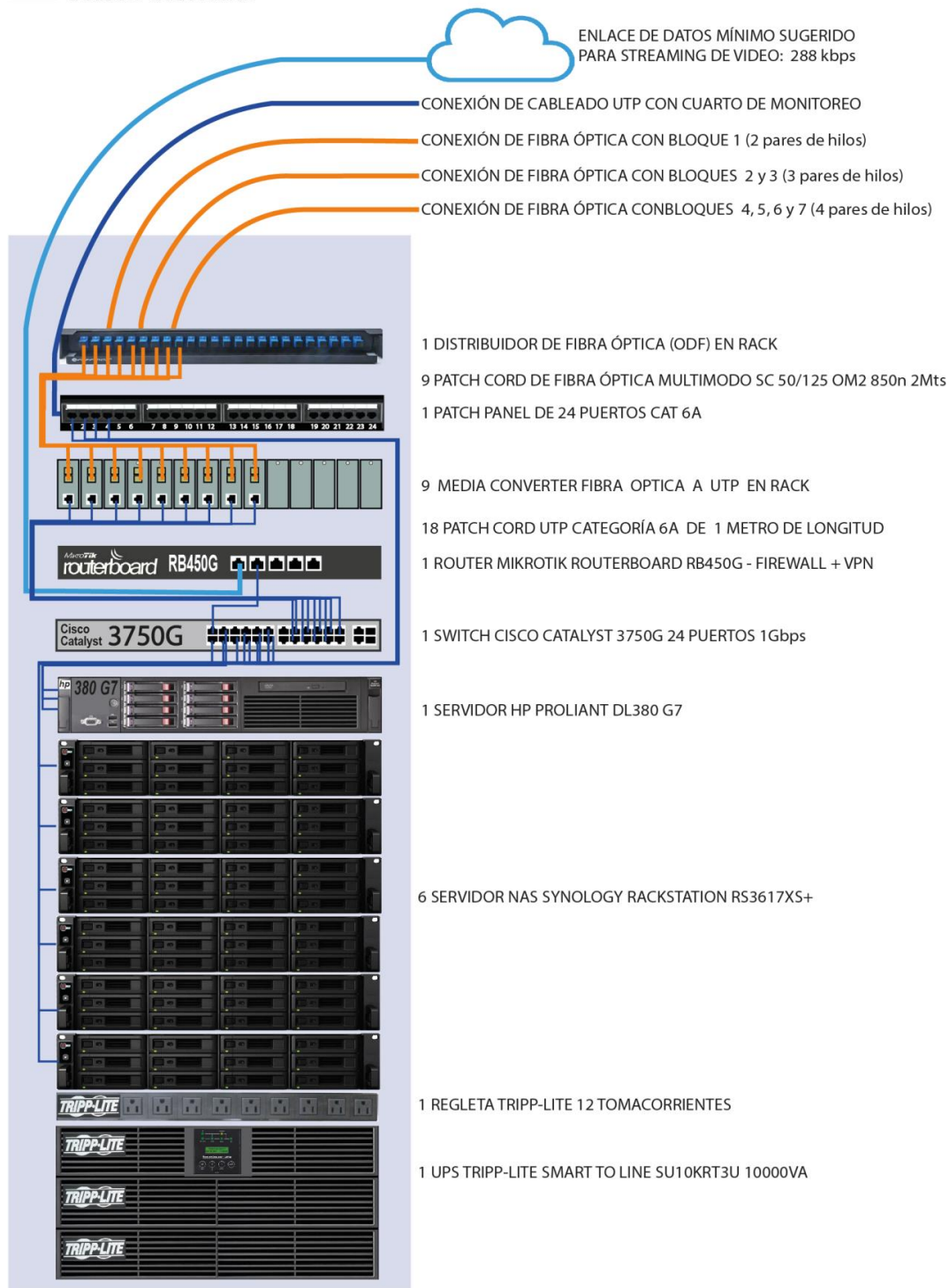


Figura 3.26 Layout de los equipos electrónicos en el centro de cómputo

### 3.5 Equipos del Cuarto de Monitoreo

Para el cuarto de monitoreo necesitaremos los siguientes equipos.

#### PC de sobremesa HP ProDesk Micro Torre 600 G2

Se necesitarán 2 PC de escritorio HP ProDesk 600 que dispondrán de la potencia y velocidad necesaria para mantener el sistema activo y listo durante todo el día de trabajo, lo que le permitirá monitorear sin problemas los sucesos capturados por las cámaras IP. En la figura 3.27 se presenta esta PC.

#### Características Específicas:

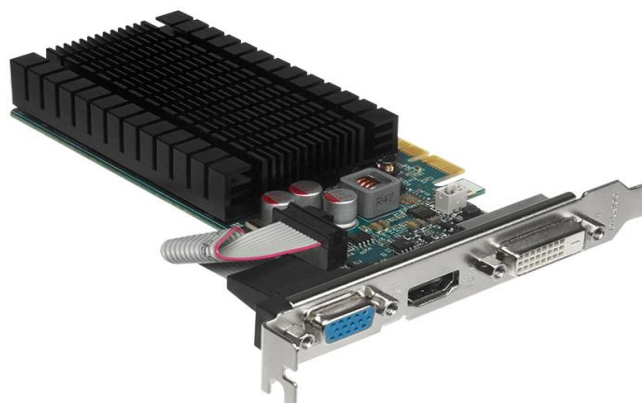
- Windows 10 Pro
- Procesador Core i5
- Disco Duro de 500 GB
- Memoria RAM de 16 GB
- Puertos USB 3.0
- Tarjeta de red de 1 Gigabit
- Consumo máximo de energía de 280W.



Figura 3.27 HP ProDesk Micro Torre 600 G2

### **Tarjeta de Video ASUS GT-710 2GB VGA DVI HDMI PCI Exp. 2.0**

En cada PC HP600 se instalará una tarjeta de video ASUS 710, tal como se muestra en la figura 3.28, que sumado al puerto VGA de la PC, me permitirá habilitar en cada PC hasta 4 monitores para que trabajen de manera simultánea.



**Figura 3.28 Tarjeta de Video ASUS**

### **Adaptadores DVI a VGA y HDMI a VGA**

Debido a que los monitores que se adquirirán son con puerto VGA, estos adaptadores permitirán transformar el puerto DVI y HDMI de la tarjeta de video a VGA y de esta manera conectar 4 monitores a cada PC sin problemas, teniendo un total de 8 monitores habilitados para el monitoreo. En la figura 3.29 se muestra estos adaptadores.



**Figura 3.29 Adaptadores DVI a VGA y HDMI a VGA**

### Estación de Trabajo del Cuarto de Monitoreo

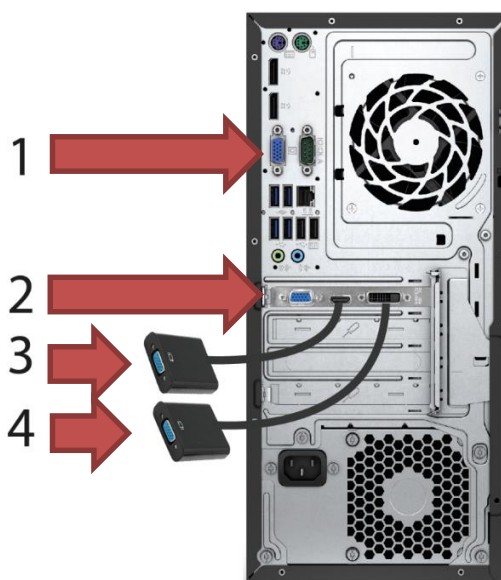
La figura 3.30 muestra los componentes que conformaran una estación de trabajo del cuarto de monitoreo, cada estación tendrá un ordenador, un teclado, un mouse, un ups, un soporte y cuatro monitores, y cada uno de estos monitores visualizará nueve videos en tiempo real obtenidos de las cámaras IP ubicadas en el exterior.

El ordenador estará dedicado a funcionalidades de soporte y administración de los videos en tiempo real o los que están grabados cuando se desea verificar algún evento pasado.



Figura 3.30 Componentes de la estación de trabajo de monitoreo

A cada uno de los ordenadores del cuarto de monitoreo se le instalará una tarjeta de video que le permitirá tener 4 pantallas múltiples, debido a que la tarjeta de video trae puertos DVI y HDMI, se hará uso de convertidores VGA tal como se muestra en la figura 3.31.



**Figura 3.31** Se dispondrá de 4 puertos de video VGA en cada ordenador

### 3.6 Personal capacitado y equipado

Para una adecuada labor en la red cableada tanto de cobre como de fibra óptica, cada pareja será dotada de un set adecuado de herramientas y equipo de protección, en la tabla 33 se observa el equipo con el que contarán los técnicos.

Herramientas	Descripción
Menores	Alicates, destornilladores, taladro, ponchadoras, cuchillas, linternas, flexómetro, etc.
Equipo de protección	Guantes, gafas de protección, cinturones anti lumbago, botiquín básico
Equipos de prueba y comunicación	Seguidor de tonos, multímetro, etiquetadora, radios
Hojas CheckList	Formatos de inspección, instalación y mantenimiento

**Tabla 32.** Listado de herramientas

### **3.7 Planificación del tiempo de implementación del proyecto**

La figura 3.32 se muestra una proyección en la que se detalla que para la implementación de este proyecto se tomara 54 días.

En la proyección se comienza con un diseño de la solución en el cual se realizará un levantamiento de la información para obtener datos más certeros acerca de los lugares exactos donde se instalarán los equipos de comunicación y el cableado, y la ubicación precisa de donde se instalarán cada cámara IP.

La compra de los equipos como se refiere en la proyección, se refiere a la adquisición de los equipos de cómputo, de comunicación y las cámaras IP que se necesitaran para la implementación de este proyecto y el tiempo que se tomara en el mismo, ya que ya que algunos de los switch se los adquirirá en el extranjero y por ende su tiempo de llegada al país se lo está considerando. La compra del cableado UTP y de fibra óptica también esta detallado en la proyección como “compra de cableado UTP y fibra óptica”, y esta compra se la harán dentro de la ciudad.

Los equipos de cómputo para el cuarto de monitoreo como se los comprará en la ciudad se los podrá ir armando y configurando, esta tarea se la detalla en la proyección con el nombre de “instalación de los equipos para el cuarto de monitoreo”.

La instalación del tendido de cableado para los bloques del 1 – 7 tal como se menciona en la proyección hace referencia a que cuando se cuente con el cableado se comenzara con su instalación por todo el centro comercial y respectivo etiquetado.

La instalación de los equipos para los bloques del 1 – 7 tal como se menciona en la proyección, hace referencia a una vez que ya se tengan los equipos de comunicación se procederá a instalarlos en los lugares correspondientes como el centro de cómputo, los gabinetes rack cerrados de pared ubicados en los bloques del centro comercial y en el cuarto de cómputo. La instalación de las cámaras IP para los locales y la garita que se menciona en la proyección, se



refiere a una vez habilitados los puntos de red para las cámaras IP se procederá con la instalación y configuración de cada una de estas cámaras.

La configuración de equipos que menciona la proyección hace referencia a la configuración del servidor con el software NVR y la base de datos, a los switches con el tema de la creación de Vlans y puertos seguros, a los servidores NAS y la configuración de los equipos de cómputo del cuarto de monitoreo.

Y para finalizar la última tarea de la proyección hace referencia a la realización de un test a la red la misma que me permitirá ver si todos los puntos de red están funcionando correctamente y de encontrarse problemas se procederá con su respectiva solución.

	Modo de	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	Nombres de los recursos
DIAGRAMA DE GANTT	1	DISEÑO DEL PROYECTO SISTEMA DE VIDEO VIGILANCIA*	40 días	lun 06/02/17	vie 31/03/17		
	2	DISEÑO DE LA SOLUCION	4 días	lun 30/01/17	jue 02/02/17		
	3	UBICACIÓN DE LAS CAMARAS IP Y DE LOS PUNTOS DE DATOS	3 días	vie 10/02/17	mar 14/02/17		
	4	COMPRA DE LOS EQUIPOS	10 días	mié 15/02/17	mar 28/02/17		
	5	COMPRA DE CABLEADO UTP Y FIBRA OPTICA	2 días	mié 01/03/17	jue 02/03/17		
	6	INSTALACION DE LOS EQUIPOS PARA EL CUARTO DE COMPUTO	2 días	vie 03/03/17	lun 06/03/17		
DIAGRAMA DE GANTT	7	INSTALACION DEL TENDIDO DE CABLEADO PARA LOS BLOQUES DEL 1-7	7 días	mar 07/03/17	mié 15/03/17		
	8	INSTALACION DE LOS EQUIPOS PARA LOS BLOQUES DEL 1-7	3 días	jue 16/03/17	lun 20/03/17		
	9	INSTALACION DE LAS CAMARAS IP PARA LOS LOCALES	3 días	mar 21/03/17	jue 23/03/17		
	10	INSTALACION DE LAS CAMARAS IP PARA GARITA	1 día	vie 24/03/17	vie 24/03/17		
	11	CONFIGURACION DE LOS EQUIPOS	3 días	mar 28/03/17	jue 30/03/17		
	12	TESTING DE LA RED	1 día	vie 31/03/17	vie 31/03/17		

Figura 3.32 Diagrama de Gantt para la implementación del proyecto



### 3.8 Presupuesto de Mano de Obra

En la tabla 34 se muestran los valores que costará la contratación de cada profesional para la realización de este proyecto, los mismos que se encargaran de la instalación, configuración y mantenimiento de los respectivos equipos electrónicos y de los técnicos que se encargaran de la instalación del cableado UTP y fibra óptica.

Personal	Cantidad de Personas	Días	Precio por Hora	Valor Total
Personal IT	2	40	\$ 7.00	\$ 4,480.00
Asistentes técnicos de IT	8	30	\$ 3.00	\$ 7,200.00
Otros especialistas (electricista)	5	5	\$ 2.00	\$ 400.00
			<b>TOTAL</b>	<b>\$ 12,080.00</b>

**Tabla 33. Presupuesto de mano de obra**

### 3.9 Presupuesto Final

En la tabla 34 y 35 se muestra el presupuesto total de la inversión para el desarrollo de este proyecto, en cual se incluye el valor de mano de obra.

El valor total de este proyecto es de \$159,674.99 y no están incluidos los impuestos.

Detalle	Cant.	Precio Total (USD)
Gabinete Rack	1	310.00
Organizador Horizontal	2	43.32
Organizador Vertical	2	63.84
Multi-tomas para rack. 12 tomacorrientes TPL-84-12	2	72.96
Tornillos de Montaje y Tuercas Jaula M6 para Rack/Gabinete de Servidores	20	40.36
Ventiladores para rack con 70 2Mt. y enchufe VENT-71 110VAC	2	77.68
Switch de 24 Puertos Administrable	1	2,372.73
Caja de fibra óptica montaje a rack ODF	1	131.10
Chasis para Media Converter	1	350.00
Transceiver Convertidor Fibra Óptica a UTP 1000Mbps	9	1,128.60

**Tabla 34. Presupuesto (Parte 1)**

Detalle	Cant.	Precio Total (USD)
Etiquetas para identificar cables	4	100.00
Switch de 8 Puertos Administrable	1	206.22
Equipos completos Core i5	2	1,933.44
Teclado y Mouse USB	2	63.84
Memoria de 16GB	4	247.15
Tarjetas de video	4	200.64
Adaptadores DVI a VGA	2	7.98
Adaptadores HDMI a VGA	2	20.50
Monitores LED 19"	8	905.34
Soporte para 4 monitores	2	180.00
UPS para los equipos de monitoreo	2	223.44
Servidor HP Proliant 380	1	2,041.86
Discos Duros 1TB para Servidor	8	2,687.89
Licencia Windows 10 PRO para Software NVR	1	212.46
Sistema Operativo Centos para Base de Datos	1	0.00
Servidor NAS Synology RackStation RS3617xs	6	44,460.00
Disco duro WD Red 8TB SATA-III Interno 3.5" para NAS	36	20,109.60
Licencias IVS Server + People Counting Server	70	31,500.00
Cámara IP PoE para exteriores	70	8,819.02
Gabinete Rack Cerrados De Pared 6ur Con Bandeja	10	2,109.00
Patch Panel Categoría 6 Cat6 24 Puertos Con Jacks Para Rack	18	718.20
Switch Cisco SG200-26P	5	2,274.30
Switch Cisco SG200-26	1	242.79
Switch Cisco SG300-52	7	3,750.20
Switch Cisco SG300-10MPP	4	1,494.75
Módulos SFP Óptico	9	367.29
Tornillos de Montaje y Tuercas Jaula M6 para Rack/Gabinete de Servidores	52	10.92
Cajas de Distribución para fibra óptica de 12 Hilos	10	570.00
Caja de Empalmes de fibra óptica	2	159.60
Fibra Óptica MultiModo 62.5, 12 Hilos	900	923.40
Conectores SC/UPC prepulido multimodo	36	20.52
Patch cord de fibra óptica SC 1 metro	18	61.56

**Tabla 35. Presupuesto (Parte 2)**

<b>Detalle</b>	<b>Cant.</b>	<b>Precio Total (USD)</b>
Rollos de Cable UTP Categoría 6ª	52	5,038.80
Patch cord UTP Cat 6A de 1 metros cada uno para los equipos del rack	15	51.30
Patch cord UTP Cat 6A de 1 metros cada uno para rack de pared	345	1,179.90
Patch cord UTP Cat 6A de 50 centímetros cada uno para las cámaras IP	72	164.16
Faceplate De 1 Tomas Para Jack RJ-45	72	246.24
Faceplate De 2 Tomas Para Jack RJ-45	273	1,089.27
Canaleta simple 3mts	1800	3,078.00
Uniones esquineras para canaleta	50	22.23
Mano de Obra		12,080.00
	<b>TOTAL</b>	<b>159,674.99</b>

**Tabla 36. Presupuesto de equipos y mano de obra**

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Podemos concluir con la realización de este trabajo que el uso de un sistema de video vigilancia es una tecnología de vigilancia visual que combina los beneficios analógicos de los sistemas tradicionales con las ventajas de las redes de comunicación IP de modo que en los locales del Centro Comercial La Gran Manzana se tendrá un mayor control de las personas que ingresan y salen de cada local comercial.
2. Dado, que el sistema de video vigilancia no solo servirá para el control de ingreso y salida de personas y vehículos del centro comercial, sino que también nos proveerá la evidencia necesaria para comprobar la inocencia o culpabilidad de personas involucradas en hechos que atenten contra el bien común.

### Recomendaciones

1. Se recomienda hacer uso de los reportes de las estadísticas de conteo de personas y vehículos para que los administradores y dueños de los locales comerciales estén siempre activos en el marketing de sus negocios y así evitar pérdida de liquidez o cierre de locales.
2. Cuando se empiece a brindar el servicio de datos, es recomendable llevar estadísticas de tráfico de red y un registro histórico, lo cual permitirá establecer tendencias de crecimiento en el uso de la capacidad y de esta manera planificar correctamente posibles implementaciones de equipos con mejores prestaciones que puedan satisfacer las necesidades de los dueños de cada local comercial antes de que se tenga una red completamente saturada.
3. Se debe realizar un cronograma para dar mantenimiento preventivo en los equipos de comunicación y revisar los logs de los servidores.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Chomycz, Bob; Instalaciones de Fibra Óptica Fundamentos, técnicas y aplicaciones, España, Mc GRAW – HILL, 1998
- [2] J. Rodríguez García, Fundamentos de Óptica Geométrica. España: Universidad de Oviedo, 1997.
- [3] W. Stallings, Fundamentos de Seguridad en Redes, 2da Edición. Madrid: Pearson Educación, 2004.
- [4] Cisco System Inc., “Power Over Ethernet”, Estados Unidos, 2004.
- [5] Jorge Mora García, Planificación de proyectos de implantación de infraestructuras de redes telemáticas, 1era Edición. España: Antequera, Málaga, 2014.
- [6] Antonio Madrid Vicente, Diseño e instalación de sistemas de video vigilancia Edición 2012
- [7] Oliva Alonso Nuria, Sistema de Cableado Estructurado.  
Edición 2006
- [8] Martín Marcos, A. Compresión de Imágenes JPEG, Madrid, 1999.

## ANEXOS

### Anexo A: Distribución de los locales comerciales del centro comercial

El centro comercial “La Gran Manzana” tiene 133 locales los cuales se describen a continuación:

NUM	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
1	BANCO D-MIRO	Servicios bancarios
2	BANCO D-MIRO	Servicios bancarios
3	BANCO D-MIRO	Servicios bancarios
4	BANCO D-MIRO	Servicios bancarios
5	VACIO	
6	COMERSELEC S.A.	Venta de materiales eléctricos
7	TECNIELECTRICA	Brinda soluciones de Ingeniería Eléctrica con diseños, estudios, y desarrollo de obras en alta, media y baja tensión
8	TECNIELECTRICA	
9	ACCESORICELL	Venta de accesorios y repuestos para teléfonos móviles
10	DENTAL DESIGN & CARE	Profesionales dentales
11	BARRACUDA	Gimnasio – Crossfit
12	BARRACUDA	Gimnasio – Crossfit
13	BARRACUDA	Gimnasio – Crossfit
14	FARODAD S.A.	Importación y comercialización de materiales eléctricos
15	NATURES GARDEN	Centro Naturista y de Negocios
16	NATURES GARDEN	Centro Naturista y de Negocios
17	NATURES GARDEN	Centro Naturista y de Negocios
18	DINAMITA FIT	Gimnasio – Aeróbicos
19	ALOHA CAFÉ	Cafetería
19	SPA DANIELA ECHANIQUE	Centro Estético
20	PREMIUM TECH	Equipos de Tecnología
21	PREMIUM TECH	Equipos de Tecnología
22	PREMIUM TECH	Equipos de Tecnología
23	PARQUE DE LA PAZ	Servicios Mortuorios
24	VACIO	
25	VACIO	
26	MINISTERIOS ATLETAS DE	Llevar la palabra de Dios, sin importar las rivalidades entre futbolistas y deportistas.
27	CRISTO	
28	AVIAUTO	Equipamiento Automotriz
29	VACIO	
30	ULTRASOUND MEDICAL CENTER	Centro de diagnóstico por ecografía y doppler
31	VACIO	

32	EVOLUTION	Gimnasio – Crossfit
33	EVOLUTION	Gimnasio – Crossfit
34	EVOLUTION	Gimnasio – Crossfit
35	SHE	Peluquería
36	BLUDENTAL	Profesionales dentales
37	DARA	Distribuidoras de productos de belleza
38	SURTIBELL S.A.	Distribuidoras de productos de belleza
39	COME INTELIGENTE	Restaurant
40	SARA	Manicura y Pedicura
41	VACIO	
42	VACIO	
43	SM - APRENDER LO ES TODO	Editorial
44	VACIO	
45	SOLE BY VALENTINA	Venta de Ropa de Hombre & Mujer
46	PSA	Venta por catalogo - purificadores de agua
47	SON GA	Restaurant Coreano
48	SFA	Servicios de gigantografías
49	SFA	Venta de celosías, mandalas, etc.
50	SFA	Decoración publicitaria
51	GYM SINERGYM	Gimnasio
52	GYM SINERGYM	Gimnasio
53	GYM SINERGYM	Gimnasio
54	MULTIVAC	ofrece máquinas de envasado y soluciones completas para los procedimientos de embalaje
55	MULTIVAC	
56	VACIO	
57	ULTRA-LAB	Laboratorio clínico
58	VACIO	
59	PICANTERIA EL BUEN SABOR	Restaurant
60	VACIO	
61	VACIO	
62	VACIO	
63	MAFRICO	Equipos de climatización
64	MAFRICO	Equipos de climatización
65	MOVISTAR EXPRESS	Venta de Equipos y planes
66	MOVISTAR EXPRESS	Venta de Equipos y planes
67	INEN	
68	INEN	
69	CONSTRUBRIDA S.A.	Desarrollo de proyectos y construcciones
70	VACIO	
71	ELECTROFAYPE	
72	VACIO	
73	DASS CONFORT	Venta de Muebles
74	DASS CONFORT	Venta de Muebles
75	DASS CONFORT	Venta de Muebles

76	SINPET S.A.	
77	MERWE	Instalaciones y Tecnología
78	MERWE	Instalaciones y Tecnología
79	MERWE	Instalaciones y Tecnología
80	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
81	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
82	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
83	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
84	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
85	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
86	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
87	YANBAL	Distribuidoras de productos de belleza
88	LAUMAYER	
89	MEDI LABOR	Laboratorio
90	MEDI LABOR	Laboratorio
91	CREDI MUNDO	Venta de equipos tecnológicos
92	POWERSUN	Planificación, diseño e instalación de energía renovable
93	TRES MOSQUETEROS	Restaurante
94	PRANZO	Restaurante
95	SESING AQUA	Ingeniería Subacuática
96	SESING AQUA	Ingeniería Subacuática
97	SESING AQUA	Ingeniería Subacuática
98	SESING AQUA	Ingeniería Subacuática
99	FAST CENTER CAR	Servicio de renta de carros
100	POLITAPIZ	Venta de telas
101	POLITAPIZ	Venta de telas
102	KINESIO VITALITY	Terapia Física
103	SCHULLO	Productos alimenticios
104	SCHULLO	Productos alimenticios
105	SCHULLO	Productos alimenticios
106	UNIDENTAL	Profesionales dentales
107	VACIO	
108	KECE FAJAS	Venta de fajas femeninas
109	PEGATE UN PIKE	Restaurante
110	VACIO	
111	DIOSAS	Centro Estético
112	COMPUCIMA	Electrónica Security
113	COMPUCIMA	Electrónica Security
114	VACIO	
115	NORVIDA	Centro Medico
116	NORVIDA	Centro Medico
117	NORVIDA	Centro Medico
118	NORVIDA	Centro Medico
119	AD IMPORTACIONES	
120	LA PARRILLA DEL CHE MARCELO	Restaurante – Parrillada



121	LA PARRILLA DEL CHE MARCELO	Restaurante – Parrillada
122	LA PARRILLA DEL CHE MARCELO	Restaurante – Parrillada
123	VACIO	
124	DASS CONFORT	Muebles Ecuador
125	ENWOLF	Asesoría y Consultoría en Seguridad, Ambiente y Proyectos Industriales
126	MUEBLERIA VASCONEZ	
127	VACIO	
128	VACIO	
129	EUROLIBROS	Editorial
130	VIVIANA CORTEZ	Extensiones de cabello humano, tratamientos y peluquería
131	VACIO	Extensiones de cabello humano, tratamientos y peluquería
132	JAMES BROWN PHARMA	Laboratorio Farmacéutico
133	DELPORTAL CARNISARIATO	Venta de carnes

**Anexo B: Puertos Asignados en cada switch del diseño**

BLOQUE 1			
SWTCH1: SG200-26P			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÓN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		24	
VLAN VIDEO	20	1 - 12	192.168.20.11 - 192.168.20.19
VLAN DATOS	30	13 - 24	192.168.30.11 - 192.168.30.28
SWTCH2: SG300-52			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 48	
SWTCH3: SG200-26P			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÓN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		24	
VLAN VIDEO	20	1 - 12	192.168.20.20 - 192.168.20.29
VLAN DATOS	30	13 - 24	192.168.30.29 - 192.168.30.47
SWTCH4: SG300-52			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 48	
BLOQUE 2			
SWTCH5: SG300-10MPP			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÓN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		8	
VLAN VIDEO	20	1 - 7	192.168.20.30 - 192.168.20.35
VLAN DATOS	30	8	192.168.30.48 - 192.168.30.59
SWTCH6: SG200-26			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 24	

BLOQUE 3			
SWTCH7: SG200-26P			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÓN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		24	
VLAN VIDEO	20	1 - 12	192.168.20.36 - 192.168.20.45
VLAN DATOS	30	13 - 24	192.168.30.60 - 192.168.30.78
SWTCH8: SG300-52			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 48	
SWTCH9: SG200-26P			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÓN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		24	
VLAN VIDEO	20	1 - 12	192.168.20.46 - 192.168.20.55
VLAN DATOS	30	13 - 24	192.168.30.79 - 192.168.30.97
SWTCH10: SG300-52			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 48	
BLOQUE 4			
SWTCH11: SG200-26P			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÓN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		24	
VLAN VIDEO	20	1 - 12	192.168.20.56 - 192.168.20.67
VLAN DATOS	30	13 - 24	192.168.30.98 - 192.168.30.116
SWTCH12: SG300-52			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 48	

<b>BLOQUE 5</b>			
<b>SWTCH13: SG300-10MPP</b>			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÒN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		9	
VLAN VIDEO	20	1 - 8	192.168.20.68 - 192.168.20.76
VLAN DATOS	30	9	192.168.30.117 - 192.168.30.132
<b>SWTCH14: SG300-52</b>			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 48	

<b>BLOQUE 6</b>			
<b>SWTCH15: SG300-10MPP</b>			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÒN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		9	
VLAN VIDEO	20	1 - 8	192.168.20.77 - 192.168.20.85
VLAN DATOS	30	9	192.168.30.133 - 192.168.30.148
<b>SWTCH16: SG300-52</b>			
802.1Q Troncal (CASCADA)		1	
VLAN DATOS	30	2 - 48	

<b>BLOQUE 7</b>			
<b>SWTCH17: SG300-10MPP</b>			
UTILIDAD	ID	PUERTOS ASIGNADOS	RANGO DE DIRECCIÒN IP
802.1Q Troncal		SFP	
802.1Q Troncal (CASCADA)		8	
VLAN VIDEO	20	1 - 7	192.168.20.86 - 192.168.20.90
VLAN DATOS	30	8	192.168.30.149 - 192.168.30.151

**Anexo C: Etiquetado del cableado estructurado**

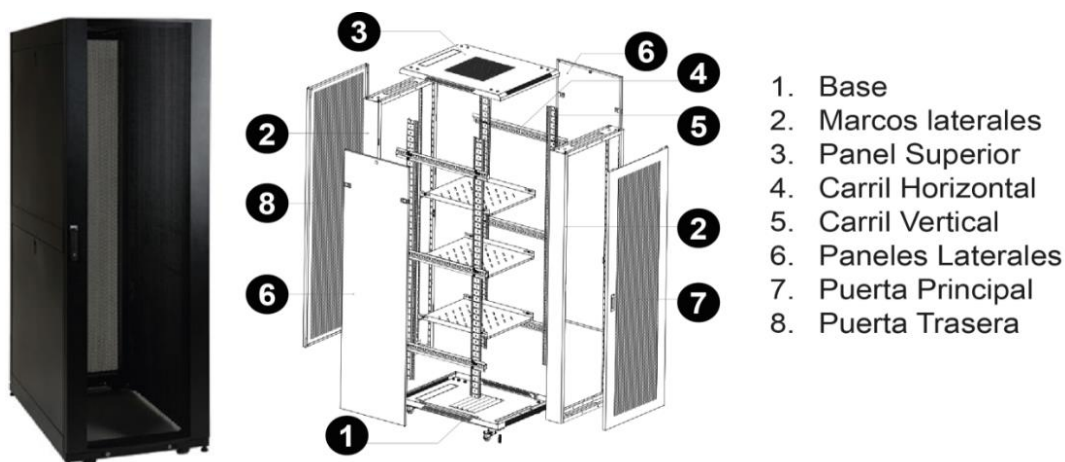
01 PISO 1	
A GABINETE 1	
PA PATCH PANEL 1	
01 PUERTO	
CÁMARA 1	01A-PA01
CÁMARA 2	01A-PA02
CÁMARA 3	01A-PA03
CÁMARA 4	01A-PA04
CÁMARA 5	01A-PA05
CÁMARA 6	01A-PA06
CÁMARA 7	01A-PA07
CÁMARA 8	01A-PA08
CÁMARA 9	01A-PA09
LOCAL 1 - TOMA1	01A-PA13
LOCAL 1 - TOMA2	01A-PA14
LOCAL 2 - TOMA1	01A-PA15
LOCAL 2 - TOMA2	01A-PA16
LOCAL 3 - TOMA1	01A-PA17
LOCAL 3 - TOMA2	01A-PA18
LOCAL 4 - TOMA1	01A-PA19
LOCAL 4 - TOMA2	01A-PA20
LOCAL 5 - TOMA1	01A-PA21
LOCAL 5 - TOMA2	01A-PA22
LOCAL 6 - TOMA1	01A-PA23
LOCAL 6 - TOMA2	01A-PA24

01 PISO 1	
A GABINETE 1	
PB PATCH PANEL 2	
01 PUERTO	
LOCAL 7 - TOMA1	01A-PB01
LOCAL 7 - TOMA2	01A-PB02
LOCAL 8 - TOMA1	01A-PB03
LOCAL 8 - TOMA2	01A-PB04
LOCAL 9 - TOMA1	01A-PB05
LOCAL 9 - TOMA2	01A-PB06
LOCAL 10 - TOMA1	01A-PB07
LOCAL 10 - TOMA2	01A-PB08
LOCAL 11 - TOMA1	01A-PB09
LOCAL 11 - TOMA2	01A-PB10
LOCAL 12 - TOMA1	01A-PB11
LOCAL 12 - TOMA2	01A-PB12
LOCAL 13 - TOMA1	01A-PB13
LOCAL 13 - TOMA2	01A-PB14
LOCAL 14 - TOMA1	01A-PB15
LOCAL 14 - TOMA2	01A-PB16
LOCAL 15 - TOMA1	01A-PB17
LOCAL 15 - TOMA2	01A-PB18
LOCAL 16 - TOMA1	01A-PB19
LOCAL 16 - TOMA2	01A-PB20
LOCAL 17 - TOMA1	01A-PB21
LOCAL 17 - TOMA2	01A-PB22
LOCAL 18 - TOMA1	01A-PB23
LOCAL 18 - TOMA2	01A-PB24

### Anexo D: Características de la Fibra Óptica Multimodo 12 hilos 50/125 OM3 1300 nm.

Cable Fibra Óptica Interior/Exterior Multimodo	
Total de Hilos	12
Núcleo (micrones)	50
Revestimiento (Micrones)	125
Sistema de Protección	CUBIERTA KEVLAR
Código de Colores	1. AZUL      5. GRIS      9. AMARILLO 2. NARANJA    6. BLANCO    10. VIOLETA 3. VERDE      7. ROJO      11. ROSA 4. CAFÉ      8. NEGRO     12. AQUA
Ancho de Banda mínima LED (Mhz/Km)	500 / 500
Pérdidas por longitud (dB/km)	0.4
Atenuación Máxima (dB/km)	3.5 / 1.5
Atenuación típica (dB/km)	3.0 / 1.0
Radio mínimo de curvatura	Sin carga 10x diámetro exterior

### Anexo E: Características del Gabinete Rack Cerrados de 42U SmartRack TRIPP-LITE SR42UB Premium



### Gabinete Rack Cerrados de 42U SmartRack TRIPP-LITE SR42UB Premium

Física	
Altura del Rack (Espacios U)	42
Profundidad Máxima del Dispositivo (cm)	93.98
Profundidad Mínima del Dispositivo (cm)	10.16
Dimensiones de la Unidad (Al x An x Pr / cm)	199.39 x 60.02 x 109.22
Peso de la Unidad (kg)	127.46
Capacidad de Peso - Estacionaria (kg)	1361 (3000 lb)
Capacidad de Peso – En Movimiento (kg)	1021 (2250 lb)

<b>Otras Características Físicas</b>	
Puertas frontal y trasera reversibles, removibles y con cerradura	
Los paneles laterales removibles se cierran con la misma llave que las puertas.	
Ruedas y patas niveladoras preinstaladas; Rueda a través de una puerta estándar de 2.1 m	
Ventilación masiva desde el frente hacia la parte posterior. El patrón de perforación en la puerta del 65% o más en espacios abiertos cumple o supera los requisitos del fabricante del servidor.	
<b>Funciones Especiales</b>	
Poste de conexión a tierra	Marcos de puerta delantera y trasera
<b>Certificaciones</b>	
Certificaciones	UL60950; RoHS; CE
Aprobaciones	EIA/ECA-310-E
<b>Paquete Incluye</b>	
Paneles Laterales	4
Cerraduras de panel lateral	4
Llaves para puerta y panel lateral	2
Tornillos M6	50
Arandelas M6	50
Tuercas de fijación M6	50

## **Anexo F: Características Gabinete Rack Cerrados de pared de 9U SmartRack TRIPP-LITE SRW9UG**

<b>Gabinete Rack Cerrados de pared de 9U SmartRack TRIPP-LITE SRW9UG</b>	
<b>Física</b>	
Altura del Rack (Espacios U)	9
Profundidad Máxima del Dispositivo (cm)	41.9
Profundidad Mínima del Dispositivo (cm)	7.62
Dimensiones de la Unidad (Al x An x Pr / cm)	50.17 x 60.02 x 45
Peso de la Unidad (kg)	15.6
Capacidad de Peso - Estacionaria (kg)	90.7 (200 libras)
<b>Otras Características Físicas</b>	
Puertas frontal y trasera reversibles, removibles y con cerradura, para evitar daños, manipulación indebida o robo	
Ventana de acrílico transparente resistente a los impactos, permite monitorear sus equipos sin abrir el gabinete	
Los paneles tienen ventilación arriba y abajo lo que permite que fluya aire libremente para mantener fresco los equipos.	
Ventilación masiva desde el frente hacia la parte posterior. El patrón de perforación en la puerta del 65% o más en espacios abiertos cumple o supera los requisitos del fabricante del servidor.	
<b>Funciones Especiales</b>	
Poste de conexión a tierra	Marcos de puerta delantera y trasera
<b>Certificaciones</b>	
Certificaciones	UL/CSA 60950-1; EIA-310-E
Aprobaciones	RoHS

## Anexo G: Características Gabinete Rack Cerrados de pared de 6U SmartRack TRIPP-LITE SRW6UG

<b>Gabinete Rack Cerrados de pared de 6U SmartRack TRIPP-LITE SRW6UG</b>	
<b>Física</b>	
Altura del Rack (Espacios U)	6
Profundidad Máxima del Dispositivo (cm)	41.9
Profundidad Mínima del Dispositivo (cm)	7.62
Dimensiones de la Unidad (Al x An x Pr / cm)	36.83 x 59.7 x 44.45
Peso de la Unidad (kg)	13
Capacidad de Peso - Estacionaria (kg)	90.7 (200 libras)
<b>Otras Características Físicas</b>	
Puertas frontal y trasera reversibles, removibles y con cerradura, para evitar daños, manipulación indebida o robo	
Ventana de acrílico transparente resistente a los impactos, permite monitorear sus equipos sin abrir el gabinete	
Los paneles tienen ventilación arriba y abajo lo que permite que fluya aire libremente para mantener fresco los equipos.	
Ventilación masiva desde el frente hacia la parte posterior. El patrón de perforación en la puerta del 65% o más en espacios abiertos cumple o supera los requisitos del fabricante del servidor.	
<b>Funciones Especiales</b>	
Poste de conexión a tierra	Marcos de puerta delantera y trasera
<b>Certificaciones</b>	
Certificaciones	UL/CSA 60950-1; EIA-310-E
Aprobaciones	RoHS
<b>Paquete Incluye</b>	
Placa para instalar extraíble	1
Tornillos de la placa para instalar	3
Llaves para puerta frontal y laterales	2
Tornillos M6	12
Arandelas de copa M6	12
Tuercas de fijación M6	12
Tornillos 12-24	12



## Anexo H: Características Switch Cisco C3750G-24TS-E Catalyst

Switch Cisco C3750G-24TS-E Catalyst	
<b>Puertos e Interfaces</b>	
Gigabit Ethernet	24
Combo SFP Cantidad de puertos	4
Cantidad de puertos RJ-45 Ethernet	24
<b>Control de energía</b>	
Consumo energético	169 W
Frecuencia de entrada AC	50/60 Hz
Voltaje de entrada AC	100-240 V
<b>Transmisión de datos</b>	
Tabla de direcciones MAC	12000 entradas
Tasas de transferencia soportadas	10/100/1000 Mbps (full dúplex)
Capacidad de conmutación	32 Gbit/s
Rendimiento	38690 paquetes por segundo (38.69 Mpps)
Número de colas	4
Número de VLANs	4096
Número de rutas estáticas	512
<b>Seguridad</b>	
Algoritmos de seguridad soportados	802.1x RADIUS, SSH, SSH-2, SSL/TLS
MAC, filtro de direcciones	Habilitado
Lista de Control de Acceso (ACL)	Habilitado
Soporte SSH/SSL	Habilitado
<b>Características de administración</b>	
Capa del interruptor	L3
Calidad de servicio (QoS) soporte	Habilitado
Multidifusión, soporte	Habilitado
Administración basada en web	Habilitado
Tipo de switch	Administrable
<b>Alimentación a través de Ethernet (PoE)</b>	
Energía sobre Ethernet (PoE), soporte	No Habilitado
<b>Desempeño</b>	
Memoria interna	128 MB
Memoria Flash	16 MB
Memoria intermedia de paquetes	8 MB

## Anexo I: Características Switch Cisco SG200-26P

Switch Cisco SG200-26P	
<b>Puertos e Interfaces</b>	
Gigabit Ethernet No PoE	12
Gigabit Ethernet PoE	12
Combo SFP Cantidad de puertos	2
Cantidad de puertos RJ-45 Ethernet	26
<b>Control de energía</b>	
Consumo energético	36.8 W
Frecuencia de entrada AC	50/60 Hz
Voltaje de entrada AC	100-240 V
<b>Transmisión de datos</b>	
Tabla de direcciones MAC	8000 entradas
Tasas de transferencia soportadas	10/100/1000 Mbps (full dúplex)
Capacidad de conmutación	52 Gbit/s
Rendimiento	38690 paquetes por segundo (38.69 Mbps)
Número de colas	4
Número de VLANs	4096
Número de rutas estáticas	512
<b>Seguridad</b>	
Algoritmos de seguridad soportados	802.1x RADIUS, SSH, SSH-2, SSL/TLS
MAC, filtro de direcciones	Habilitado
Lista de Control de Acceso (ACL)	Habilitado
Soporte SSH/SSL	Habilitado
<b>Características de administración</b>	
Capa del interruptor	L3
Calidad de servicio (QoS) soporte	Habilitado
Multidifusión, soporte	Habilitado
Administración basada en web	Habilitado
Tipo de switch	Administrable
<b>Alimentación a través de Ethernet (PoE)</b>	
Energía sobre Ethernet (PoE), soporte	Habilitado
Cantidad de puertos (PoE)	12
Potencia a través de Ethernet (PoE) Presupuesto	100 W
Alimentación energética máxima para cada puerto PoE+	15.4 W
<b>Desempeño</b>	
Memoria interna	128 MB
Memoria Flash	16 MB
Memoria intermedia de paquetes	4 MB

**Anexo J: Características Switch Cisco SG200-26**

Switch Cisco SG200-26	
<b>Puertos e Interfaces</b>	
Combo SFP Cantidad de puertos	2
Cantidad de puertos RJ-45 Ethernet	26
<b>Control de energía</b>	
Consumo energético	36.8 W
Frecuencia de entrada AC	50/60 Hz
Voltaje de entrada AC	100-240 V
<b>Transmisión de datos</b>	
Tabla de direcciones MAC	8000 entradas
Tasas de transferencia soportadas	10/100/1000 Mbps (full dúplex)
Capacidad de conmutación	52 Gbit/s
Rendimiento	38690 paquetes por segundo (38.69 Mbps)
Número de colas	4
Número de VLANs	4096
Número de rutas estáticas	512
<b>Seguridad</b>	
Algoritmos de seguridad soportados	802.1x RADIUS, SSH, SSH-2, SSL/TLS
MAC, filtro de direcciones	Habilitado
Lista de Control de Acceso (ACL)	Habilitado
Soporte SSH/SSL	Habilitado
<b>Características de administración</b>	
Capa del interruptor	L3
Calidad de servicio (QoS) soporte	Habilitado
Multidifusión, soporte	Habilitado
Administración basada en web	Habilitado
Tipo de switch	Administrable
<b>Desempeño</b>	
Memoria interna (CPU)	128 MB
Memoria Flash	16 MB
Memoria intermedia de paquetes	4 MB

**Anexo K: Características Switch Cisco SG300-52**

Switch Cisco SG300-52	
<b>Puertos e Interfaces</b>	
Combo SFP Cantidad de puertos	4
Cantidad de puertos RJ-45 Ethernet	48
<b>Control de energía</b>	
Consumo energético	45.9 W
Frecuencia de entrada AC	50/60 Hz
Voltaje de entrada AC	100-240 V
<b>Transmisión de datos</b>	
Tabla de direcciones MAC	Direcciones MAC de hasta 16K (16384)
Tasas de transferencia soportadas	10/100/1000 Mbps (full dúplex)
Capacidad de conmutación	104 Gbit/s
Rendimiento	77380 paquetes por segundo (77,38 Mbps)
Número de colas	4
Número de VLANs	4096
Número de rutas estáticas	512
<b>Seguridad</b>	
Algoritmos de seguridad soportados	802.1x RADIUS, SSH, SSH-2, SSL/TLS
MAC, filtro de direcciones	Habilitado
Lista de Control de Acceso (ACL)	Habilitado
Soporte SSH/SSL	Habilitado
<b>Características de administración</b>	
Capa del interruptor	L3
Calidad de servicio (QoS) soporte	Habilitado
Multidifusión, soporte	Habilitado
Administración basada en web	Habilitado
Tipo de switch	Administrable
<b>Desempeño</b>	
Memoria interna (CPU)	128 MB
Memoria Flash	16 MB
Memoria intermedia de paquetes	4 MB

## Anexo L: Características Switch Cisco SG300-10MPP

Switch Cisco SG300-10MPP	
<b>Puertos e Interfaces</b>	
Gigabit Ethernet	8
Combo SFP Cantidad de puertos	2
Cantidad de puertos RJ-45 Ethernet	10
<b>Control de energía</b>	
Consumo energético	145 W
Frecuencia de entrada AC	50/60 Hz
Voltaje de entrada AC	100-240 V
<b>Transmisión de datos</b>	
Tabla de direcciones MAC	16384 entradas
Tasas de transferencia soportadas	10/100/1000 Mbps (full dúplex)
Capacidad de conmutación	20 Gbit/s
Rendimiento	14880 paquetes por segundo (14,88 Mbps)
Número de colas	4
Número de VLANs	4096
Número de rutas estáticas	512
<b>Seguridad</b>	
Algoritmos de seguridad soportados	802.1x RADIUS, SSH, SSH-2, SSL/TLS
MAC, filtro de direcciones	Habilitado
Lista de Control de Acceso (ACL)	Habilitado
Soporte SSH/SSL	Habilitado
<b>Características de administración</b>	
Capa del interruptor	L3
Calidad de servicio (QoS) soporte	Habilitado
Multidifusión, soporte	Habilitado
Administración basada en web	Habilitado
Tipo de switch	Administrable
<b>Alimentación a través de Ethernet (PoE+)</b>	
Energía sobre Ethernet (PoE+), soporte	Habilitado
Cantidad de puertos (PoE+)	8
Potencia a través de Ethernet (PoE+) Presupuesto	124 W
Alimentación energética máxima para cada puerto PoE+	32 W
<b>Desempeño</b>	
Memoria interna	128 MB
Memoria Flash	16 MB
Memoria intermedia de paquetes	8 MB

### Anexo M: Características Mikrotik RouterBoard RB450G

Mikrotik RouterBoard RB450G	
<b>CPU</b>	Atheros AR7161 680MHz
<b>Memoria</b>	256MB DDR SDRAM
<b>Boot loader</b>	RouterBOOT
<b>Almacenamiento</b>	512MB onboard NAND memory chip, una ranura para tarjeta microSD para almacenar archivos.
<b>Ethernet</b>	5 Gigabit LAN con Auto-MDI/X
<b>Extras</b>	Reset switch, Beeper
<b>Puertos Serial</b>	One DB9 RS232C asynchronous serial port
<b>LEDs</b>	Power, NAND activity, 5 user LEDs
<b>Opciones de Alimentación</b>	Power over Ethernet: 18-28V DC. Power jack: 8-28V DC
<b>Dimensiones</b>	9 cm x 11.5 cm
<b>Sistema Operativo</b>	MikroTik RouterOS Nivel 5

### Anexo N: Características Servidor NAS Synology RackStation RS3617xs+

Servidor NAS Synology RackStation RS3617xs+	
<b>Procesador</b>	Intel Xeon E3-1230 v2 64bits 3.3GHz
<b>Memoria</b>	8GB
<b>Almacenamiento</b>	12 Ranuras
<b>Tipo de Unidades Compatibles</b>	SATA III / SATA II de 3,5"
	SATA III / SATA II HDD 2.5"
	SSD SATA III / SATA II 2,5"
<b>Capacidad máxima bruta interna</b>	96 TB
<b>Capacidad máxima bruta con unidades de expansión</b>	288 TB
<b>Puertos</b>	2 USB 3.0
	2 USB 2.0
	2 Puertos de expansión
	4 Puertos RJ-45 1GbE LAN
<b>Consumo energético</b>	500W
<b>Fuentes de Poder</b>	2
<b>Velocidad de Lectura</b>	3263 MB/s con RAID 5
<b>Velocidad de Escritura</b>	1631 MB/s con RAID 5

## Anexo O: Características UPS Tripp-Lite SmartToline SU10KRT3U 10000VA

UPS Tripp-Lite SmartToline SU10KRT3U 10000VA	
<b>Salida</b>	
Capacidad de Salida en Volts Amperes (VA)	10000
Capacidad de Salida (Watts)	9000
Voltaje(s) Nominal(es) de Salida Soportado(s)	120V; 208V; 240V
<b>Entrada</b>	
Voltaje(s) nominal(es) de entrada soportado(s)	120V CA; 208V CA; 240V CA
Capacidad de Salida (Watts)	5400
<b>Batería</b>	
Autonomía a Plena Carga (min.)	4.3 minutos (10000 VA).
Autonomía a Media Carga (min.)	12.5 minutos (5000 VA).
Autonomía Ampliable por Batería	Se puede expandir la autonomía de funcionamiento con módulos de batería externas
Compatibilidad con módulo de baterías externas	BP240V10RT3U; BP240V557C-1PH; BP240V787C-1PH; BP240V1037C-1PH; BP240V1407C-1PH
Tasa de Recarga de Baterías (Baterías Incluidas)	6 horas de 10% a 90% (típico, descarga a plena carga)
<b>Regulación de Voltaje</b>	
Descripción de la regulación de voltaje	Acondicionamiento de la energía de doble conversión, en línea
Corrección de Sobrevoltaje	Corrige sobretensiones de hasta 300V (<90% de la carga) y 280V (carga completa)
Corrección de Bajo Voltaje	Corrige caídas de tensión de hasta 100V (<50% de la carga) y 155V (carga completa); disminuye en forma lineal
<b>Supresión de Sobrecarga</b>	
Tiempo de respuesta de supresión de CA del UPS	Instantáneo
Supresión de Ruido EMI / RFI en CA	Sí
<b>Física</b>	
Factor de Forma Primario	Para instalar en rack
Altura del Rack (Espacios U)	9
Peso (kg)	208.8
Método de Enfriamiento	Ventiladores
<b>Comunicaciones</b>	
Interfaz de Comunicaciones	USB (compatible con HID); DB9 Serial; EPO (Apagado de Emergencia); Ranura para interfaz SNMP/Web
Software PowerAlert	Para monitoreo local mediante los puertos de comunicación del UPS incorporados