# UNIVERSIDAD DEL AZUAY

## Facultad de Ciencia y Tecnología

## Escuela de Ingeniería Electrónica

**“Análisis de las alternativas de diseño para la red interna de telecomunicaciones para el edificio 1 del conjunto residencial Rosenthal en la ciudad de Cuenca”**

**Trabajo de graduacion previo a la obtención del título de Ingeniero Electrónico**


**Autor:**

**Andrés Fernando Córdova Molina**

**Director:**

**Edgar Rodrigo Pauta Astudillo**



**Cuenca-Ecuador**

**2011**

**Agradecimiento**

*Agradezco ante todo a Dios por darme la fuerza y la vida para poder realizar esta monografía, a mis padres por su apoyo incondicional, a mis hermanos por estar siempre presentes, al ingeniero Edgar Pauta, mi director, al ingeniero Félix González quien me ayudó con la idea y a solucionar varias dudas.*

**Dedicatoria**

*A mi familia, en especial a mis padres quienes siempre han estado presentes, apoyándome e incentivándome incondicionalmente.*

**Análisis de las alternativas de diseño para la red interna de telecomunicaciones para el edificio 1 del conjunto residencial Rosenthal en la ciudad de Cuenca.**

## Resumen

Para diseñar el cableado interno de un edificio multiusuario cubriendo la demanda de telecomunicaciones, determinando la rentabilidad económica y comparando los diferentes medios para el cableado estructurado que se usa en este, se analizó los diferentes anchos de banda que requiere cada servicio (voz, datos, video y vigilancia), se realizó diseños de cableado estructurado con diferentes medios: cable UTP CAT5e, cable UTP CAT6, fibra óptica multimodo ,después se analizó la parte técnica de cada solución como sus capacidades de ancho de banda. Concluyendo que en edificios multiusuarios la mejor solución de cableado estructurado es aquella que se realiza con F.O MM y UTP CAT5e.

Ing. Edgar Rodrigo Pauta Astudillo

Andres Fernando Cordova Molina

**Analysis of the design alternatives for the internal telecommunication network of the residential building Rosenthal 1 in the city of Cuenca**

## Abstract

To design the internal wiring of a multiusers building covering the telecommunications demand, determining the economic and comparing the different media for structured cabling used in this, we analyzed the different bandwidths required by each service (voice, data, and videosurveillance),and developed some structured cabling designs with different media: UTP CAT5e cable, UTP CAT 6 cable , multimode optical fiber then discussed the technical aspects of each solution as its capabilities for bandwidth. Concluding that the best multi-user buildings structured cabling solution is the one that is made with fiber optic and UTP CAT5e MM.

Ing. Edgar Rodrigo Pauta Astudillo

Andrés Fernando Córdova Molina

**INDICE DE CONTENIDOS**

AGRADECIMIENTO ..... i
DEDICATORIA ..... i
RESUMEN ..... ii
ABSTRACT ..... iii

Introducción ..... 6

**CAPITULO 1: SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES**

1.1 Ancho de Banda de cada servicio. ..... 8
1.1.1 Servicio de voz. ..... 9
1.1.1.1 PSTN (Public Switched Telephone Network o Red Telefónica Pública Conmutada) ..... 10
1.1.1.2 TDM Time-division multiplexing ..... 10
1.1.1.3 NGN Telefonía IP ..... 11
1.1.2 Servicio de datos ..... 11
1.1.3 Servicio de vídeo ..... 15
1.1.4 Seguridad. ..... 16
1.2 Tipos de usuarios en un edificio. ..... 18
1.2.1 Usuario residencial ..... 18
1.2.2 Usuario Comercial ..... 19
1.2.3 Usuario de Oficinas ..... 19

**CAPITULO 2: DISEÑO DE SOLUCIONES DE CABLEADO ESTRUCTURADO**

2.1 Cableado estructurado. ..... 20
2.1.1 Cableado Horizontal ..... 20
2.1.2 Cableado Vertical (Backbone). ..... 21
2.2 Medios de transmisión usados ..... 21
2.2.1 Cable UTP (Unshielded Twisted Pair - Par Trenzado sin Blindaje) ..... 21
2.2.1.1 Tipos de UTP. ..... 23
2.2.2 Fibra Óptica ..... 23
2.2.2.1 Estructura básica de la Fibra Óptica ..... 24
2.2.2.2 Fibra Multimodo ..... 25
2.2.2.3 Fibra Monomodo ..... 26
2.2.2.4 Conectores ..... 26
2.2.3 Red de distribución. ..... 30
2.2.3.1 OLT (Optical Line Terminal) ..... 31
2.2.3.2 Divisor óptico pasivo SPLITTER ..... 32
2.2.4 Diseño UTP ..... 34
2.2.4.1 Cableado Horizontal. ..... 34
2.2.4.2 Cableado Vertical ..... 34

2.2.4.3 Elementos Activos. ..... 34
2.2.4.4 Solución propuesta con equipos activos dentro del edificio usando UTP CAT6. ..... 35
2.2.5 Diseño mixto UTP CAT5e + F.O Multimodo ..... 38
2.2.5.1 Cableado Horizontal. ..... 38
2.2.5.2 Cableado Vertical ..... 39
2.2.5.3 Elementos Activos. ..... 39
2.2.5.4 Solución propuesta con equipos activos dentro del edificio usando F.O + UTP CAT5e ..... 40
2.2.6 Diseño Fibra Óptica Multimodo. ..... 43
2.2.6.1 Cableado Horizontal. ..... 43
2.2.6.2 Cableado Vertical. ..... 44
2.2.6.3 Elementos Activos ..... 44
2.2.6.4 Solución propuesta con equipos activos dentro del edificio usando fibra óptica multimodo. ..... 45

**CAPITULO 3: ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO**

3.1 Análisis de Costos ..... 48
3.1.1 Costo de materiales para la implementación del diseño usando cable UTP CAT6. ..... 48
3.1.2. Costo de materiales para la implementación del diseño usando backbone de F.O multimodo y cable UTPCAT5 para el cableado Horizontal. ..... 50
3.1.3. Costo de materiales para la implementación del diseño usando F.O multimodo. ..... 51
3.1.4. Comparaciones Económicas. ..... 53
3.2. Análisis de capacidades de ancho de banda de la infraestructura por tramos. ..... 53
3.3. Comparaciones de ancho de banda. ..... 56
**CONCLUSIONES** ..... 57
**RECOMENDACIONES** ..... 58
**BIBLIOGRAFÍA** ..... 59
**ANEXOS** ..... 60

**Índice de Tablas:**

Tabla 1 . Ancho de Banda asignados promedios en diferentes países del mundo. 12
Tabla 2. Ancho de banda plan residencial ISP ETAPAEP. ..... 13
Tabla 3. Ancho de banda plan residencial ISP TVCABLE. ..... 13
Tabla 4. Ancho de banda plan residencial ISP PUNTONET. ..... 13
Tabla 5. Ancho de banda plan residencial ISP Movistar ..... 14
Tabla 6. Ancho de banda plan residencial Claro ..... 14
Tabla 7. Ancho de banda plan corporativo ISP ETAPA EP. ..... 14
Tabla 8. Ancho de banda plan corporativo ISP ETAPA EP. ..... 14
Tabla 9. Ancho de banda plan corporativo ISP PUNTONET. ..... 14
Tabla 10. Formatos, resolución y Relación de Aspecto de diferentes formatos. ..... 15
Tabla 11. Características Cámara IP TCM-1511 ..... 17
Tabla 12. Características Cámara IP GXV3601 ..... 18
Tabla 13. Tipos de conectores de fibra óptica. ..... 29
Tabla 14. Costo elementos pasivos solución con cable UTP. ..... 49
Tabla 15. Costo elementos pasivos solución con cable UTP. ..... 49
Tabla 16. Costo elementos pasivos solución con cable UTPCAT5e y fibra óptica.. 50
Tabla 17. Costo elementos pasivos solución con cable UTP y fibra óptica. ..... 51
Tabla 18. Costo elementos pasivos solución fibra óptica ..... 52
Tabla 19. Costo elementos activos solución con fibra óptica. ..... 52
Tabla 20. Resumen de los costos de implementación de cada solución de cableado estructurado ..... 53
Tabla 21. Resumen de requerimientos de ancho de banda por tramos. ..... 56
Tabla 22. Velocidades de los materiales para cableado estructurado. ..... 56
Tabla 23. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 ..... 61
Tabla 24. Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 ..... 61
Tabla 25. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Primer Piso) .... 62
Tabla 26. Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Primer Piso) ... 62
Tabla 27. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Segundo Piso) 63
Tabla 28. Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Segundo Piso) 63
Tabla 29. Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Tercer Piso) .... 64
Tabla 30. . Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Tercer Piso) .. 64
Tabla 31. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Cuarto Piso) .... 65
Tabla 32. Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Cuarto Piso) ... 65
Tabla 33. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Quinto Piso) .... 66
Tabla 34. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Quinto Piso) .... 66
Tabla 35. . Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Sexto Piso).... 67
Tabla 36.Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Sexto Piso)..... 67
Tabla 37.Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 68
Tabla 38. .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 68
Tabla 39. .Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 69
Tabla 40. .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 69
Tabla 41. .Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 70
Tabla 42. .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 70
Tabla 43. .Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo

62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 71
Tabla 44. .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 71
Tabla 45. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Cuarto Piso) ..... 72
Tabla 46.Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja) ..... 72
Tabla 47. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto Piso) ..... 73
Tabla 48. Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto Piso) ..... 73
Tabla 49. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto Piso) ..... 74
Tabla 50. Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto Piso) ..... 74
Tabla 51. Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta baja) ..... 75
Tabla 52. Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta baja) ..... 75
Tabla 53. Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Primer piso) ..... 76
Tabla 54 .Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Primer piso) ..... 76
Tabla 55. Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Segundo piso) ..... 77
Tabla 56. Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Segundo piso) ..... 77
Tabla 57. Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Tercer piso) ..... 78
Tabla 58. Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Tercer piso) ..... 78
Tabla 59. Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Cuarto piso) ..... 79
Tabla 60. Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Cuarto piso) ..... 79
Tabla 61. Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto piso) ..... 80
Tabla 62. Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto piso) ..... 80
Tabla 63. Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto piso) ..... 81
Tabla 64. Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto piso) ..... 81

**Índice de figuras:**

Figura 1. Esquema general de una red de telecomunicaciones. ..... 9
Figura 2.Cámara IP TCM-1511 ..... 17
Figura 3. Cámara IP GXV3601 ..... 18
Figura 4. Cable UTP CAT5e ..... 22
Figura 5. Estructura de la Fibra Óptica. ..... 24
Figura 6. Conector ST ..... 27
Figura 7. Conector SC ..... 28
Figura 8. Conector FC ..... 28
Figura 9. Conector LC ..... 29
Figura 10. FTTB Fibra al edificio ..... 30
Figura 11. Aspecto de un OLT y tarjeta de la OLT con 4 puertos GPON. ..... 32
Figura 12. Splitter ..... 33
Figura 13. Distribución equipos activos para triple-play usando cable UTP ..... 36
Figura 14. Distribución equipos activos seguridad interna para la solución con cable UTP. ..... 37
Figura 15. Switch del usuario de departamento # 5 usando cable UTP. ..... 38
Figura 16. Cisco 100 Base-FX Mini GBIC SFP Transceiver ..... 40
Figura 17. Distribución equipos activos para triple-play usando cable UTP CAT5e y fibra óptica. ..... 41
Figura 18. Distribución equipos activos seguridad interna usando cable UTP y fibra óptica. ..... 42
Figura 19. Switch del usuario de departamento # 5 usando cable UTP y fibra óptica. ..... 43
Figura 20. Distribución equipos activos para triple-play usando fibra óptica ..... 46
Figura 21. Switch del usuario de departamento # 5 usando fibra óptica multimodo 47
Figura 22. Ubicación tramo de datos. ..... 54
Figura 23. Ubicación tramo de televisión. ..... 54
Figura 24. Ubicación tramo enlace troncal hacia el MDU. ..... 54

Andrés Fernando Córdova Molina
Trabajo de graduación
Ing. Edgar Pauta Astudillo
Noviembre 2011

# Análisis de las alternativas de diseño para la red interna de telecomunicaciones para el edificio 1 del conjunto residencial Rosenthal en la ciudad de Cuenca

## Introducción

Todo proveedor de servicios requiere modelar su infraestructura para poder brindar servicios de telecomunicaciones con la calidad que demanda el usuario cuencano.

Por lo que en este proyecto se ha realizado un análisis infraestructura-servicios sobre la Torre 1 del Conjunto Residencial Rosenthal ubicado en la avenida Fray Vicente Solano y Av. 10 de Agosto la cual se encuentra en planos para ser construida a futuro. Esta Torre contiene 14 departamentos y un subsuelo.

Con el fin de trabajar sobre un edificio multiusuario redefiniremos el edificio: 10 departamentos ubicados en los últimos 5 pisos, la planta baja tendrá un comercio y el primer piso dos oficinas.

Al concluir el proyecto tendremos el beneficio de conocer que tecnología o infraestructura es más rentable en cada aspecto analizado, pensado en el presente y futuro en base a los requerimientos de comunicaciones de los usuarios.

El análisis que se pretende, es muy útil para el dimensionamiento técnico y económico tanto para el constructor, como para las empresas proveedoras de servicios de Telecomunicaciones y por supuesto, el usuario final

.

# CAPITULO 1

## SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES

Para realizar el análisis infraestructura-servicios en un edificio multiusuario, es necesario caracterizar el paquete de servicios base sobre el cual se realizara el análisis. Un edificio multiusuario es aquel en el que se encuentran presente diferentes tipos de usuarios con diferentes necesidades de comunicación, como: residenciales, comerciales y con oficinas. Se planea dotar de servicio de voz, datos, televisión y vigilancia a los usuarios. En este capítulo se discute y caracteriza cada uno de estos en base a lo que el mercado de telecomunicaciones ofrece.

El conjunto de servicios voz, datos y televisión constituyen un servicio Triple-play. Triple-play se refiere a la integración de servicios audio-visuales (voz, datos de alta velocidad y televisión), se brinda al usuario estos servicios a través de un mismo soporte físico ya sea cable coaxial, fibra óptica, par trenzado de cobre, red eléctrica o vía radio.

Los servicios ofrecidos se basan en la tecnología ip, la voz usa VoIP *Voice over Internet Protocol* (Voz sobre el protocolo de internet), los datos datagramas y la televisión IPTv *Internet Protocol Televisión* (Televisión sobre el protocolo de internet).

Esta tecnología supone una gran ventaja tanto para el usuario final como para el proveedor ser servicios, el usuario quien vera integrado todo su paquete de servicios y el proveedor quien utiliza un solo medio para servir al usuario final.[1]

La monografía realiza el diseño y análisis con respecto a la demanda de ancho de banda actual, también se analiza si la infraestructura soportara la demanda de ancho de banda aproximada futura (**5 años**).

---

1 LLORET Mauri. , GARCIA P. Miguel, SEGUI B. Fernando, IPTV: La televisiónpor internet (2009), Publicaciones Vértice. pg 11-13. Disponible: http://tiny.ly/YZbU

## 1.1 Ancho de Banda de cada servicio.

Ancho de banda se define como la cantidad de datos que se trasmiten a través de una conexión de red en un periodo de tiempo establecido. Es importante conocer este valor para poder modelar una infraestructura adecuada.

En nuestro caso para considerar el ancho de banda del servicio de voz se ha tomado como el máximo ancho de banda requerido por usuario. Se toma en cuenta las alternativas que presenta la empresa proveedora de este servicio en la ciudad de Cuenca, ETAPA EP. La empresa maneja dos tipos de redes para este servicio: PSTN y NGN.

Con respecto al servicio de datos se lo define como el plan de datos más aceptado por los usuarios residenciales y corporativos, nos basamos a los ofertas de los ISP: ETAPA EP, PUNTONET y GRUPO TVCABLE. Se proyectara el ancho de banda ofertado y más aceptado para el futuro.

El ancho de banda usado para la transmisión de vídeo, específicamente dos canales de TV, uno en HD (High Definition) y otro en SD (Standar Definition) pudiendo estos ser codificados usando MPEG-2 o MPEG-4. Se usara la codificación MPEG-4 por ser la más óptima y usada actualmente.

El ancho de banda para la seguridad se basa en las especificaciones técnicas de una cámara de seguridad de donde se obtiene la codificación y el BITRATE de video. El Bitrate o tasa de bits es variable, la infraestructura debe ser capaz de soportar el máximo valor de este.

*Bitrate.-En informática y telecomunicación, el término **tasa de bits** (en inglés *bitrate*) es el número de bits transmitidos por unidad de tiempo a través de un sistema de transmisión digital.

### 1.1.1 Servicio de voz.

En un edificio multiusuario es indispensable proveer un servicio de voz de calidad. La telefonía es el servicio base en las telecomunicaciones. ETAPA EP es el proveedor de este servicio en la ciudad de Cuenca y puede hacerlo usando una arquitectura de red PSTN o una NGN en la parte de Core de una red de telecomunicaciones.

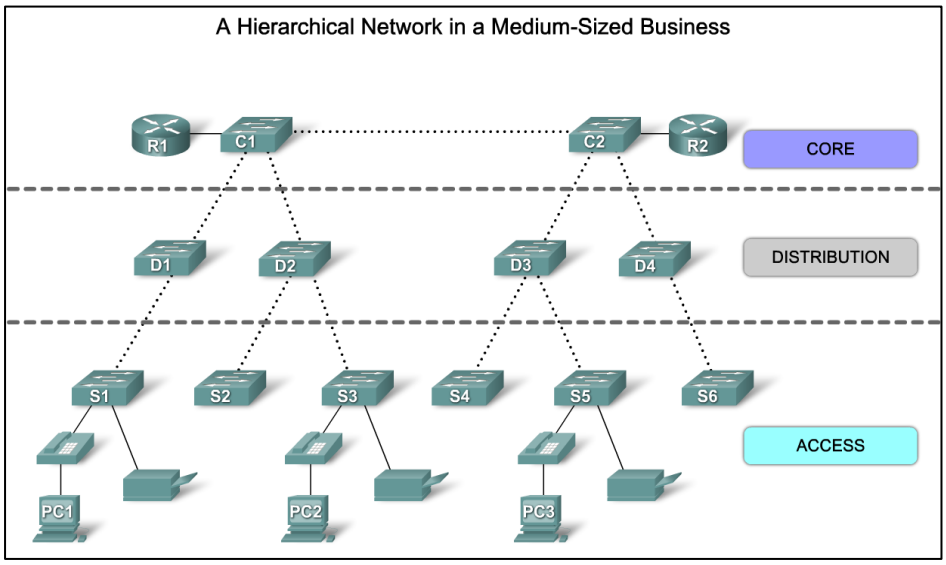


**Figura 1**. Esquema general de una red de telecomunicaciones.

| Ítem | Descripción |
|---|---|
| **Cx** | Switch de Core |
| **Rx** | Router de Core |
| **Dx** | Switch de distribución |
| **Sx** | Switch de acceso |
| **Pcx** | Computadora. |

[2] Diapositivas Cisco CCNA 2, consultadas 16/06/2011

#### 1.1.1.1 PSTN (Public Switched Telephone Network o Red Telefónica Pública Conmutada)

Es la una red de conmutación de circuitos para comunicación de voz en tiempo real. En la PSTN los terminales telefónicos se comunican con la central por medio de un solo canal compartido por el que viaja la señal del micrófono y auricular, su uso original fue transmitir voz pero también es útil para transmisiones de datos (fax, conexión a Internet).

La voz viaja en banda base, (sin modulación). Las señales de control se realizan mediante tonos que se envían por el terminal telefónico por medio del mismo par de cable.[3] Se suele usar TDM para compartir el canal.

#### 1.1.1.2 TDM Time-division multiplexing

Se usa para transmitir señales usando un mismo canal, esto se logra usando el canal por turnos, el uso del canal se lo divide en un intervalo de tiempo fijo.
Este método de multiplexación es el más usado en la actualidad, como por ejemplo en la PSTN donde existe la necesidad de transmitir muchas llamadas a través del mismo medio.

TDM es muy común en la telefonía, existen muchos estándares generalmente se usa DS-1 que consiste en 24 canales con PCM multiplexados por medio de TDM muestreando cada canal a 8Khz con 8 bits por muestra lo cual nos da una tasa de **64kbps,** este ancho de banda tiene que ser considerado para el estudio aunque llega a ser el menor ancho de banda de todos los servicios que se prestaran en el edificio multiusuario.

---

3 OBERTI M. Mary Luz, El Core en la PSTN (2011), Universidad Pontifica Católica de Perú, pg4,5 Disponible: http://tiny.ly/Kow9

#### 1.1.1.3 NGN Telefonía IP

Es una arquitectura que busca reemplazar las redes PSTN para poder proveer los servicios de voz y multimedia. Esta arquitectura de red se basa en el protocolo IP lo cual le permite entregar diferentes servicios como voz, datos y video.

La característica principal es la división de las porciones de red, por lo que se facilita la habilitación de cualquier servicio sin tener que preocuparse por la capa de transporte.
La arquitectura de la NGN puede ser dividida en 4 capas:

1. Nivel de Servicio y Aplicación;
2. Nivel de Control:
3. Nivel de Conmutación y de Media (núcleo de conmutación IP y Gateways de media para la interconexión con las redes tradicionales como la PSTN); y
4. Nivel de Acceso al abonado.

**Soft Switch**

En aplicaciones de voz, el elemento más importante es el Softswitch, quien se encarga de la señalización y gestión de servicios de las llamadas de voz. Su función más importante es lograr la unión con la actual red de telefonía (PSTN) usando puertas de señalización (Signalling Gateways – GC).[4]

### 1.1.2 Servicio de datos

El servicio de datos es indispensable en cualquier edificio multiusuario, este se ha considerado como un enlace punto a punto afuera y dentro del edificio a través de un proveedor o como un enlace entre dos puntos dentro del edificio.

---

4 OBERTI M. Mary Luz, El Core en la PSTN (2011), Universidad Pontifica Católica de Perú, pg4,5 Disponible: http://tiny.ly/Kow9

El ancho de banda a considerarse está basado en ancho de banda más aceptado por los usuarios que ofrecen los ISP de la ciudad, por el ancho de banda que estos proveedores ofrecerán a futuro y por el ancho de banda promedio mundial **tabla 1.**

| | | Penetration | Speed | Price | |
|---|---|---|---|---|---|
| Rank | Nation | Subscribers per Household | Average Speed (mbps) | Price per Month for 1 mbps, Fastest Technology (USD PPP) | Overall Score |
| 1 | Korea | 0.90 | 45.6 | 0.45 | 15.73 |
| 2 | Japan | 0.52 | 61.0 | 0.27 | 14.99 |
| 3 | Iceland | 0.83 | 6.0 | 4.99 | 12.14 |
| 4 | Finland | 0.57 | 21.7 | 2.77 | 12.11 |
| 5 | Netherlands | 0.73 | 8.8 | 4.31 | 11.87 |
| 6 | Sweden | 0.49 | 18.2 | 0.63 | 11.54 |
| 7 | France | 0.49 | 17.6 | 1.64 | 11.41 |
| 8 | Denmark | 0.70 | 4.6 | 4.92 | 11.37 |
| 9 | Norway | 0.64 | 7.4 | 4.04 | 11.29 |
| 10 | Canada | 0.62 | 7.6 | 6.50 | 11.11 |
| 11 | Belgium | 0.54 | 6.2 | 6.69 | 10.60 |
| 12 | United States | 0.51 | 4.8 | 3.33 | 10.47 |
| 13 | Switzerland | 0.68 | 2.3 | 21.71 | 10.40 |
| 14 | Australia | 0.50 | 1.7 | 2.39 | 10.23 |
| 15 | Austria | 0.42 | 7.3 | 5.99 | 10.08 |
| 16 | Portugal | 0.42 | 8.1 | 10.99 | 9.92 |
| 17 | United Kingdom | 0.50 | 2.6 | 11.02 | 9.92 |
| 18 | Germany | 0.38 | 6.0 | 5.20 | 9.81 |
| 19 | Italy | 0.38 | 4.2 | 3.36 | 9.78 |
| 20 | Luxembourg | 0.51 | 3.1 | 18.48 | 9.71 |
| 21 | Spain | 0.44 | 1.2 | 12.46 | 9.48 |
| 22 | New Zealand | 0.36 | 2.3 | 9.20 | 9.26 |
| 23 | Ireland | 0.37 | 2.2 | 13.82 | 9.14 |
| 24 | Poland | 0.20 | 7.5 | 13.00 | 8.69 |
| 25 | Czech Republic | 0.27 | 1.6 | 24.10 | 8.11 |
| 26 | Hungary | 0.30 | 3.0 | 44.24 | 7.53 |
| 27 | Greece | 0.12 | 1.0 | 33.19 | 6.93 |
| 28 | Slovak Republic | 0.16 | 2.8 | 50.15 | 6.58 |
| 29 | Mexico | 0.16 | 1.1 | 60.01 | 6.00 |
| 30 | Turkey | 0.17 | 2.0 | 115.76 | 3.81 |
| **Average** | | **0.46** | **9.0** | **16.52** | **10.00** |

**Tabla 1 .** Ancho de Banda asignados promedios en diferentes países del mundo.[5]

En esta tabla se tiene los datos de velocidad promedio, penetración y costo mensual de **1 Mpbs** de varios países del mundo.

[5] ITIF Broadband Rankings (2008) , pg 1 Disponible: http://www.itif.org/files/2008BBRankings.pdf

**Planes tarifarios por ancho de banda de diferentes operadores a nivel local.**

A continuación se presenta los planes ofrecidos por los ISP locales, para obtener esta información se ha consultado al personal de ventas de cada ISP.

**Planes Residenciales:**

**ISP ETAPA EP**

| Ancho de Banda (Kbps) | 700/700 Kbps | 1200/700 Kbps | 2400/700 Kbps | 4200/750 Kbps |
|---|---|---|---|---|
| Concentración | 8/1 | 8/1 | 8/1 | 8/1 |

**Tabla 2.** Ancho de banda plan residencial ISP ETAPAEP.

**ISP TVCABLE**

| Ancho de Banda (Kbps) | 700/150 | 1430/300 | 1630/350 | 2048/400 | 5120/800 | 6656/800 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentración | 8/1 | 8/1 | 8/1 | 8/1 | 8/1 | 8/1 |

**Tabla 3**. Ancho de banda plan residencial ISP TVCABLE.

**ISP PUNTONET**

| Ancho de Banda (Kbps) | 550/550 | 800/800 | 1100/1100 |
|---|---|---|---|
| Concentración | 6/1 | 6/1 | 6/1 |

**Tabla 4.** Ancho de banda plan residencial ISP PUNTONET.

**ISP MOVISTAR Y CLARO**

| Ancho de Banda (Kbps) | 1200/400 |
|---|---|
| Concentración | 8/1 |

**Tabla 5.** Ancho de banda plan residencial ISP Movistar

| Ancho de Banda (Kbps) | 2048/256 |
|---|---|
| Concentración | 8/1 |

**Tabla 6.** Ancho de banda plan residencial Claro

**Planes Corporativos:**

**ISP ETAPA EP**

| Ancho de Banda (Kbps) | 700/700 | 1200/700 | 2400/1024 | 5120/1024 |
|---|---|---|---|---|
| Concentración | 2/1 | 2/1 | 2/1 | 2/1 |

**Tabla 7.** Ancho de banda plan corporativo ISP ETAPA EP.

| Ancho de Banda (Kbps) | 700/700 | 1200/700 | 2400/1024 | 5120/1024 | 1536/1536 | 2048/*2048* |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Concentración | 4/1 | 4/1 | 4/1 | 4/1 | 1/1 | 1/1 |

**Tabla 8.** Ancho de banda plan corporativo ISP ETAPA EP.

| Ancho de Banda (Kbps) | 3072/3072 | 15360/15360 | 768/768 | 1024/1024 |
|---|---|---|---|---|
| Concentración | 1/1 | 1/1 | 1/1 | 1/1 |

**Tabla 9**. Ancho de banda plan corporativo ISP PUNTONET.

El plan más aceptado por los usuarios Cuencanos residenciales y empresariales es de 1 Mbps/1 Mbps[6] lo que varía entre un plan residencial y uno empresarial es el overbooking o concentración.

El overbooking o concentración indica la cantidad de usuarios que se encuentran

6 Entrevista personal de ETAPA EP.( 15/05/2011)

enganchados a una troncal, este factor es importante al momento de contratar un plan de internet ya que nos da una idea del promedio de velocidad real que obtendremos, el overbooking no será tomado en cuenta en este análisis ya que se tomara como si fuera una canal dedicado con concentración 1/1.
Hay que tomar en cuenta que el dato de 1/1 Mbps como ancho de banda para datos es actual. Se pronostica que dentro de 5 años el plan más aceptado será de 2 Mbps.

### 1.1.3 Servicio de vídeo

Se proveerá al usuario de un canal en alta definición ( HDTV ) y otro en definición estándar (SDTV) para lo cual se definirá el ancho de banda necesario para cada usuario en el edificio.

HDTV es un sistema de televisión digital con una mayor resolución que los sistemas de televisión SDTV. La televisión digital es más flexible y eficiente que la televisión analógica. Debido al gran ancho de banda requerido por la HDTV es necesario técnicas de compresión como MPEG-1, MPEG-2 y MPEG-4 siendo MPEG-2 y MPEG-4 las usadas actualmente.

| Formato | Resolución | Relación de Aspecto |
|---|---|---|
| SD 480i | 704 x 480 | 4:3 |
| HD 720p | 1280 x 720 | 16:9 |
| Full HD | 1920 x 1080 | 16:9 |

**Tabla 10.** Formatos, resolución y Relación de Aspecto de diferentes formatos.

MPEG-2
– Standard comercialmente disponible
– SDTV: 2.5 – 3.5 Mbps
– HDTV: 16 -19 Mbps

MPEG-4 Advanced Video Compression (AVC) (ITU-T

H.264)
– SDTV: 1.5 – 2 Mbps
– HDTV: 6.0 – 8.0 Mbps

• Windows Media 9 Advanced Profile ( VC-1)

- SDTV: 1.5 – 2 Mbps
- HDTV: 6.0 – 8.0 Mbps

[7]

Para el paquete de servicios se tomara en cuenta una codificación MPEG 4 con un ancho de banda de **2 Mbps** para SDTV y **8 Mbps** para HDTV el ancho de banda es variable pero estos valores son los más críticos y son los que debe soportar la infraestructura interna del edificio.

### 1.1.4 Seguridad.

El edificio dispondrá de un sistema de seguridad basado en cámaras IP, usaremos la cámara IP ACTI TCM-1511.

Una cámara IP es capaz de emitir video y audio a través de una red
Posee su propio microordenador, dándole la capacidad de emitir vídeo por sí misma, comprime el video usando diferentes protocolos como MPEG-4, tiene otras funciones adicionales tales como envió de correos electrónicos, activación mediante el movimiento de la imagen u otros sensores (humo, humedad, etc.), programación para secuencia de movimientos.

7 Presentación Curso de Grado,"Introducción a las Nuevas Tecnologías y Tendencias del Mercado de las Telecomunicaciones" Dictado Ing. Diego Uribe Disponible: http://www.scribd.com/doc/65529316

**Figura 2**.Cámara IP TCM-1511

• **Video**

| | |
|---|---|
| Compression | H.264, MPEG-4 SP, MJPEG |
| Maximum Frame Rate vs. Resolution | 18 fps at 1280 x 1024 (SXGA); 26 fps at 1280 x 720 (HD 720p); 30 fps at 640 x 480 (VGA); 30 fps at 320 x 240 (QVGA); 30 fps at 160 x 112 (QQVGA) |
| Multi-Streaming | Simultaneous dual streams based on two configurations |
| Bit Rate | 28 Kbps - 6 Mbps (per stream) |
| Bit Rate Mode | Constant, Variable |
| S/N Ratio | More than 44 dB |
| Image Enhancement | Wide dynamic range; White balance: automatic, hold, predefined and manual; Brightness; Saturation; Contrast; Sharpness; Automatic gain control; Auto exposure: automatic, predefined and manual; Flickerless |
| Privacy Mask | 4 configurable regions |
| Text Overlay | User defined text on video |
| Image Orientation | Image flip and mirror |

**Tabla 11.** Características Cámara IP TCM-1511

Todo edificio necesita tener un sistema de seguridad, por lo que se dispondrá de 3 cámaras de seguridad en la planta baja y una en cada piso en zonas comunes del edificio, se ha usado cámaras ACTI.[8]

Al usar MPEG-4 como método de compresión tenemos Bitrate variable, pero usaremos el más crítico que en este caso es de **6 Mbps** por cada cámara.

Esta cámara presenta un costo elevado $477 por lo que se considera otra

[8] Especificaciones cámara TCM-151, http://www.acti.com/product/detail/Bullet_Camera/TCM-1511 Consultado 20/07/2011.

alternativa usando la cámara Grandstream **GXV3601** con las siguientes características:

**Figura 3.** Cámara IP GXV3601 [9]

| Feature | GXV3601 |
|---|---|
| Image Sensor | 1/3” Sony Super HAD CCD |
| Lens Type | 1/3” Varifocal 3.5-8mm, DC-iris, CS mount, changeable |
| Minimum Illumination (Lux) | 0.015 at F1.4 |
| Video Compression | H.264 |
| Max Video Resolution | Full DI: 720 x 576 (PAL) 720 x 480 (NTSC) |
| Max Frame Rate in Max Video | 30fps/25fps at DI resolution (NTSC/PAL) |
| Video Bit Rate | 32 Kbps – 2 Mbps |
| Video Input | I BNC (voltage 1.0Vp-p, resistance 75) |
| Audio Input | 3.5mm MIC IN |
| Audio Output | 3.5mm LINEOUT |
| Audio Compression | G.711 |

**Tabla 12.** Características Cámara IP GXV3601

Usando esta cámara IP observando su bitrate tendremos un ancho de banda máximo de **2 Mbps**.

### 1.2 Tipos de usuarios en un edificio.

#### 1.2.1 Usuario residencial

El tipo de usuario que más posee el edificio Rosenthal es el residencial al cual se lo proveerá de seis terminales de voz, datos de 2 Mbps y televisión, un canal en HD y otro en SD, desde cualquier terminal de datos se accede a la vigilancia dentro del edificio.

[9] Especificaciones cámara GXV3601, http://tiny.ly/xPaU Consultado 20/07/2011.

### 1.2.2 Usuario Comercial

El usuario tendrá cuatro terminales de voz, cuatro de datos (2 Mbps) y cuatro de Televisión, desde cualquier terminal de datos se accede a la vigilancia dentro del edificio.

### 1.2.3 Usuario de Oficinas

El área del edificio destinado a oficinas tendrá cinco terminales de voz y datos, además una terminal de televisión, desde cualquier terminal de datos se accede a la vigilancia dentro del edificio. Se especifica que se necesita de 3 terminales por cada 10 metros cuadrados.

Se recomienda prever como mínimo tres dispositivos de conexión por cada área de trabajo[10]

[10] JOSKOWICZ, Jose (2006), Cableado Estructurado, Universidad de la Republica, Montevideo, URUGUAY, PDF Disponible: http://www.scribd.com/doc/35059908/Cableado-Estructurado.

# CAPITULO 2

# DISEÑO DE SOLUCIONES DE CABLEADO ESTRUCTURADO

## 2.1 Cableado estructurado.

En el diseño de las soluciones realizaremos el cableado estructurado en el edificio Rosenthal basándonos en el diseño arquitectónico del Arq. Pablo Cornejo Castro del grupo ¨Prodiseño Arquitectos, el cableado estructurado nace por la necesidad de unificar criterios entre fabricantes e ingenieros para permitir la compatibilidad entre sistemas y facilitar el montaje de estas instalaciones. El cableado estructurado está diseñado de tal forma que le permita soportar los diferentes servicios de telecomunicaciones, principalmente voz y datos aunque actualmente se lo debe diseñar para soportar también el servicio de vídeo.

El cableado estructurado comprende los cables como soporte físico y todo el resto de elementos (áreas de trabajo, racks, patch panes, etc.) y todo elemento pasivo que permita la conexión de la red.[11]

### 2.1.1 Cableado Horizontal

El cableado horizontal comprende el conjunto de cables y conectores que van desde el terminal (faceplate) en el área de trabajo hasta el Rack en el cuarto de telecomunicaciones de cada piso, se mantiene una topología estrella, se debe tener como mínimo 2 puertos RJ-45 en cada área de trabajo, el cableado horizontal incluye:

---

11 MARTIN, Juan C,(2009) Instalaciones de Telecomunicaciones [Versión electrónica] ,Editex pg 61-65 Disponible: http://tiny.ly/cj3H.

- Cables
- Puertos en los faceplates de cada área de trabajo.
- Patch cords en el cuarto de telecomunicaciones.
- Puntos de consolidación

Distancias Horizontales:

- Máximo 90 mts

Tipos de cables

- UTP 100 Ω 4-pares.
- 2 fibras (dúplex) 62.5/125 µm o fibra óptica multimodo.
- fibra óptica multimodo 50/125 µm será permitida en la ANSI/TIA/EIA-568-B.

### 2.1.2 Cableado Vertical (Backbone).

El cableado vertical o backbone interconecta los armarios de telecomunicaciones de cada piso y la sala de equipos, el cableado vertical incluye:

- Cables
- Patch panels
- Terminaciones mecánicas

También se ha diseñado los elementos activos que el edificio debe poseer para el funcionamiento de la red de tal forma que todos los servicios implementados funcionen correctamente, estos elementos activos son switch, conversores, routers, etc.

## 2.2 Medios de transmisión usados

### 2.2.1 Cable UTP (Unshielded Twisted Pair - Par Trenzado sin Blindaje)

El cable UTP está conformado por cuatro pares de hilos y revestido de un material aislante, cada par esta trenzado para evitar interferencias de fuentes externas y

diafonía de los cables adyacentes.[12]

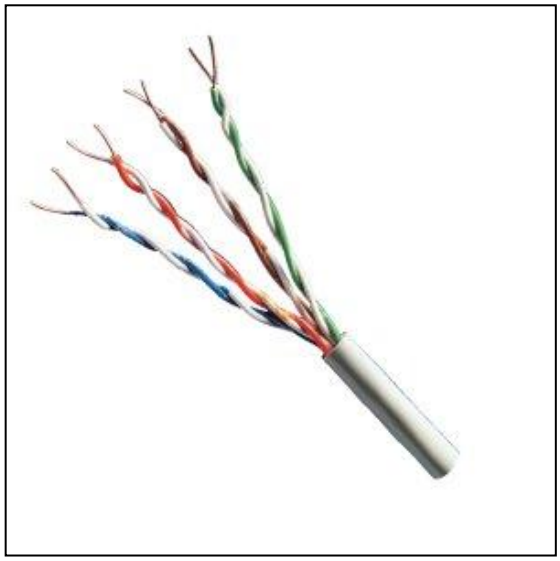

**Figura 4.** Cable UTP CAT5e

Ventajas:

- Bajo costo.
- Facilidad de Manejo.
- Alto número de estaciones de trabajo por segmento.
- Facilidad para el rendimiento y la solución de problemas.
- Puede estar previamente cableado en un lugar o en cualquier parte.

Desventajas:

- Altas tasas de error a altas velocidades.
- Ancho de banda limitado.
- Baja inmunidad al ruido.
- Baja inmunidad al efecto crosstalk (diafonía)
- Alto coste de los equipos.

12 SANTACRUZ G. Dolly, Conceptos de la capa física, Presentación http://www.scribd.com/doc/38706496/16/Par-Trenzado-cable-UTP, consultada 23/07/2011.

- Distancia limitada (100 metros por segmento).

#### 2.2.1.1 Tipos de UTP.

**UTP Categoría 5e**

Los cables, conectores y componentes le permiten soportar los 100 MHz y son usados para soportar velocidades superiores a los 100 Mbps, con esta velocidades se soporta los servicios de multimedia, voz, datos y HDTV

**UTP Categoría 6**

El cable de categoría 6 es usado para transmisiones Gigabit (1Gbps) ya que soporta hasta 250MHz más que el doble del cable categoría 5e, su conector sigue siendo el RJ45. Los cables suelen estar fabricados con cable 23 AWG.

### 2.2.2 Fibra Óptica

La fibra óptica consiste en un núcleo central de vidrio con alto índice de refracción, alrededor tiene una cubierta también de vidrio pero con un menor índice de refracción que lo protege de la contaminación y produce un efecto de reflexión interna

Entre sus principales características, la fibra óptica es delgada, ligera fuerte y flexible.

La fibra óptica es capaz de suministrar un ancho de banda muy grande teniendo una pérdida muy pequeña de señal, no le afectan las variaciones de voltaje ni potencia tampoco la interferencia electromagnética.[13]

---

13 HERRERA, P. Enrique (2003), Tecnologías y redes de transmisión de datos [Versión electrónica], Editorial Limusa, pg 81-90. Disponible: http://tiny.ly/b0Lz

### 2.2.2.1 Estructura básica de la Fibra Óptica

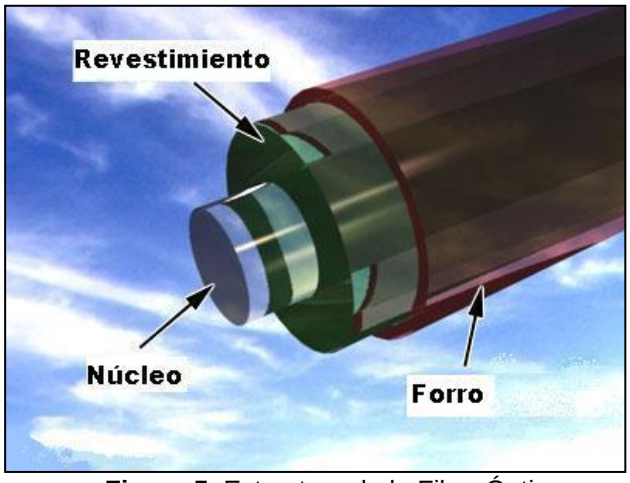


**Figura 5.** Estructura de la Fibra Óptica.

.

- **Núcleo:** El material que lo constituye es vidrio con un índice de refracción mal alto que el revestimiento que lo rodea

- **Revestimiento:** Capa que rodea la fibra con un índice de refracción menor a la del núcleo

- **Forro:** Es un revestimiento de plástico que protege a la fibra y la capa media de la humedad y los maltratos.

**Ventajas y desventajas de la fibra óptica**

**Ventajas**

- Insensibilidad a la interferencia electromagnética, como ocurre cuando un alambre telefónico pierde parte de su señal a otro.

- Las fibras no pierden luz, por lo que la transmisión es también segura y no puede ser perturbada.

- Carencia de señales eléctricas en la fibra, por lo que no pueden dar sacudidas ni otros peligros son convenientes por lo tanto para trabajar en ambientes explosivos.

- Liviandad y reducido tamaño del cable capaz de llevar un gran número de señales.
- Sin puesta a tierra de señales, como ocurre con alambres de cobre que quedan en contacto con ambientes metálicos.

- Compatibilidad con la tecnología digital.

**Desventajas**:

- El costo.

- Fragilidad de las fibras.

- Disponibilidad limitada de conectores.

- Difícil reparación cuando se rompe la fibra óptica.

**Tipos de Fibra Óptica**

Existen dos tipos básicos de fibra óptica.

### 2.2.2.2 Fibra Multimodo

Una fibra es multimodo cuando por ella pueden circular varios rayos luminosos, teniendo como consecuencia un ancho de banda inferior al de la fibra monomodo es usado típicamente para distancias menores a 2 Km.
Son más utilizadas por su bajo costo, sus típicos diámetros suelen ser: 62,5/125 y 100/140 micras.
Existen dos tipos de fibra multimodo:

- Con salto de índice. En este caso este compuesta por dos estructuras con índice de refracciones distintos. Se consigue un ancho de manda de hasta 100MHz.
- Con índice gradual. Este tipo es el más usado y el que se usa para el diseño en esta monografía. Proporciona un ancho de banda de hasta 1GHz, se lo utiliza con velocidades de 1.7 Gbps pero a frecuencias más altas permite alcanzar los 39 Gbps. [14]

#### 2.2.2.3 Fibra Monomodo

Una fibra es monomodo cuando al tener un núcleo más pequeño que la fibra multimodo solo le permite conducir un único rayo luminoso el cual teóricamente se propaga directamente sin reflexión, tiene un ancho de banda elevado y es usado para distancias superiores a los 10Km, posee un elevado costo del láser.[15]

#### 2.2.2.4 Conectores

**ST** (straighttip)

Es un conector antiguo, usado para conectar fibra óptica multimodo. Su diseño está basado en los conectores de cables coaxiales.
Perdidas típicas de inserción FMM < 0.3 dB, FSM < 0.2 dB
Perdidas típicas de retorno FMM < 25dB, FSM < 55 dB

[14] Los medios de transmisión. Universidad del Azuay, consultado 01/09/2011 Disponible en:http://www.uazuay.edu.ec/estudios/sistemas/teleproceso/apuntes_1/optica.htm
[15] GONZALEZ, M Félix (2011), [Presentación] Soluciones de interconexión basadas en redes de acceso fibra óptica, Disponible: http://www.scribd.com/doc/65541270.

**Figura 6.** Conector ST

**SC** (Squareconnector)

Este tipo de conector ha ido sustituyendo a ST, por ser más fáciles de conectar, logran una mayor integración y densidad de flujo.
Perdidas típicas de inserción FMM < 0.1dB, FSM < 0.1dB
Perdidas típicas de retorno FMM < 30dB, FSM < 55 dB

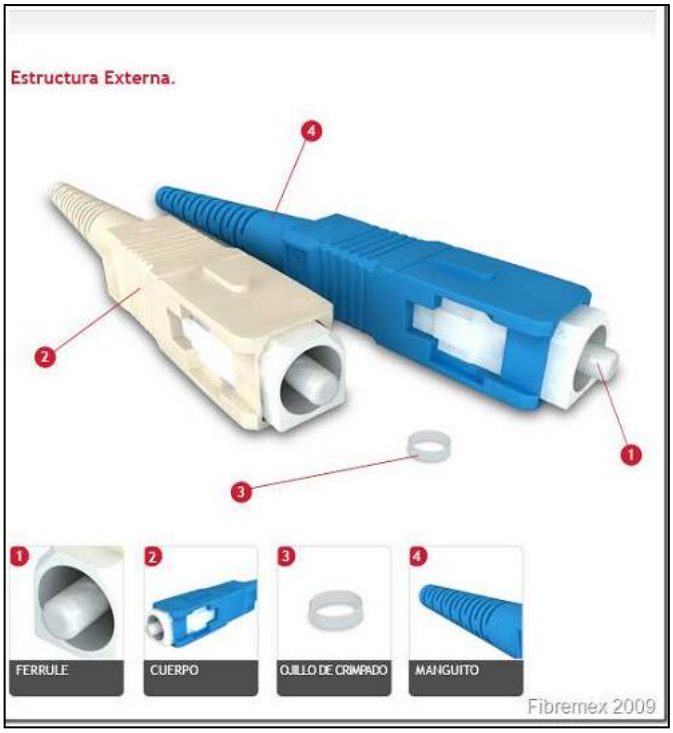


**Figura 7.** Conector SC

**FC** (Fiberconnection)

Diseñados para usarse en fibra monomodo y multimodo. Tienen un diseño tipo rosca el cual le permite estar alineado con su adaptador, fueron diseñados para varios ambientes de trabajo

Perdidas típicas de inserción FMM < 0.25dB, FSM < 0.4dB

Perdidas típicas de retorno FMM < 22dB, FSM < 40 dB

**Figura 8.** Conector FC[16]

16 [Imagen] Consultada en 30/07/2011 Disponible en: http://tiny.ly/GKvr

**LC** (Lucenttehcnologiesconnector)

Fue desarrollado en 1997 por Lucent Technologies, aparenta ser un pequeño conector **SC**, se diferencia las versiones SM y MM por un código de colores
Perdidas típicas de inserción FMM < 0.1dB, FSM < 0.1dB
Perdidas típicas de retorno FMM < 30dB, FSM < 55 dB[17]

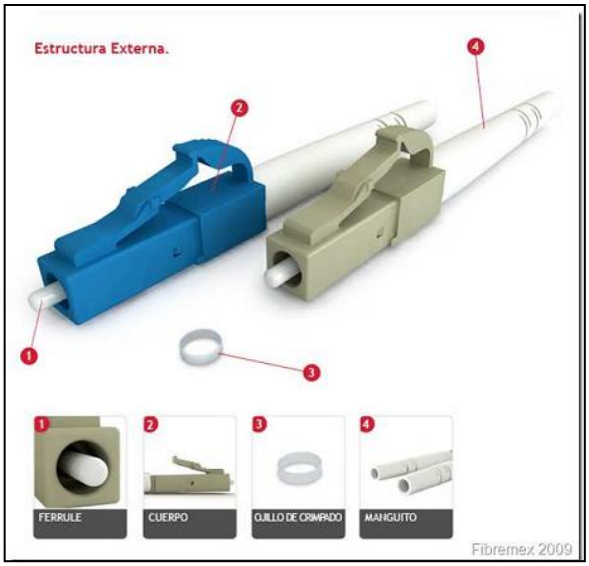


**Figura 9.** Conector LC

Tabla resumen de conectores.

| Conector | Perdida de inserción | Perdida de Retorno |
|---|---|---|
| **ST (straighttip)** | FMM < 0.3 dB,<br>FSM < 0.2 dB | FMM < 30dB, FSM < 55 dB |
| **SC (Squareconnector)** | FMM < 0.1dB, FSM < 0.1dB | FMM < 30dB, FSM < 55 dB |
| **FC (Fiberconnection)** | FMM < 0.25dB, FSM < 0.4dB | FMM < 22dB, FSM < 40 dB |
| **LC (Lucenttehcnologiesconnector)** | FMM < 0.1dB, FSM < 0.1dB | FMM < 30dB, FSM < 55 dB |

**Tabla 13.** Tipos de conectores de fibra óptica.

17 Conectores de fibra óptica, Consultado:26/07/2011, Disponible: http://es.scribd.com/doc/50971697/Conectores-Fibra-Optica

### 2.2.3 Red de distribución.

Una empresa X ofrece un plan Triple-Play al edificio Rosenthal para lo cual posee una red de distribución basada en la tecnología GPON-FTTB de la siguiente manera:

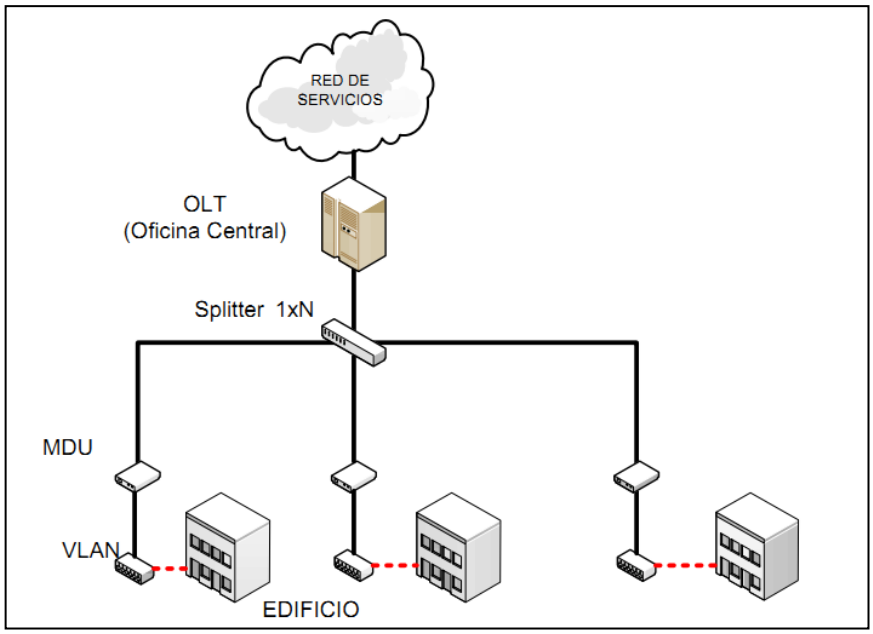


**Figura 10.** FTTB Fibra al edificio [18]

Una red GPON (*Gigabit capable passive optical network)* es aquella que se basadas en las redes PON (*Passive optical network*) que usa el modelo de la a redes CATV la cual está compuesta por nodos ópticos, estos se derivan mediante una arquitectura compartida de cable coaxial dividiéndose para cada usuario con splitters eléctricos y llegando con cable coaxial al usuario final. Las redes PON sustituyen el tramo de cable coaxial por fibra óptica monomodo y los splitters eléctricos por splitters ópticos. [19]

En la **figura 10** se muestra una arquitectura FTTB (*Fiber to the building*) Fibra al edificio se usa fibra óptica hasta los concentradores o enrutadores de los edificios donde se aprovecha la infraestructura interna (cableado estructurado) para llegar

---

[18] VARGAS, Acurio. SANGURIMA, Hilda, (2009) Diseño de una red GPON para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A [Versión electrónica], Disponible: http://tiny.ly/Gncq.

[19] GOMEZ, Bruno, NIEVES, William, PEDROZA, Leonardo (2010), Gigabit capable passive optical network (GPON) - Red óptica Pasiva con capacidad de gigabit, Universidad Alejandro de Humboldt, pg 5,6 Disponible en: http://www.scribd.com/doc/43775815/REDES-GPON

hasta el usuario final.

A continuación los elementos principales que conforman una red GPON.

#### 2.2.3.1 OLT (Optical Line Terminal)

Es un elemento activo que forma parte de la red GEPON de este parten las redes de fibra óptica y tienen capacidad para dar servicio a miles de usuarios.
Es la interfaz entre el proveedor de servicios (Datos, voz y telefonía) y el sistema EPON también enlaza el Core con un EMS elemento de administración del sistema (Element Manager System)
El OLT se relación a con los siguientes equipos:

- Gateways de Voz, el cual transporta tráfico de voz TDM, a la PSTN (Public-Switched Telephone Network).
- Routers IP y Switches Edge ATM, los cuales también transportan tráfico de datos directamente a la red.
- Dispositivos de Red de Video que transportan el video al core de la red de Video.

**Figura 11.** Aspecto de un OLT y tarjeta de la OLT con 4 puertos GPON.[20]

### 2.2.3.2 Divisor óptico pasivo SPLITTER

Es el encargado de la división de la señal óptica, para que se dirija hacia dos o más fibras distintas.

20 [Imagen] Consultada en 39/07/2011 Disponible en: http://tiny.ly/YI8K

**Figura 12.** Splitter[21]

A diferencia de los ONTs que dan servicio a un solo cliente lo MDU pueden dar servicio a varios

- **MDU XDSL:**

  Después de la fibra usa tecnología XDSL para aprovechar los pares de cobre ya tendidos, tiene las limitaciones de las tecnologías XDSL

- **MDU ETHERNET:**

  Tiene varias interfaces Ethernet lo que permite dar servicio a edificios o locales con cableado estructurado sobre UTP.

21 [Imagen] Consultada en 29/07/2011 Disponible en: http://tiny.ly/YI8K

### 2.2.4 Diseño UTP

Se ingresa al cuarto de equipos con un cable de F.O monomodo proveniente de la red GEPON el cual llega al MDU para dar servicio triple-play a varios usuarios.

Se ha realizado y anexado el diseño con esta solución del edificio ¨Rosenthal¨

#### 2.2.4.1 Cableado Horizontal.

Para el cableado horizontal se usa cable UTP CAT5e el cual se traslada por el techo del edificio sobre escalerillas, no hay puntos de consolidación y baja al área de trabajo por Tuberias metálicos hacia los faceplate que son de 2 y 3 puertos RJ-45 dependiendo si en ese terminal exista o no salida para televisión. En el cuarto de equipos llega a diferentes patchpanels (Datos, voz y televisión).

#### 2.2.4.2 Cableado Vertical

El cableado vertical o backbone se realiza con cable UTP CAT5e y se viaja a través de escalerillas comunicando los cuartos de telecomunicaciones con el cuarto de equipos, une los Switch de capa 2 de cada usuario con el MDU y con el Siwtch de capa 3.

#### 2.2.4.3 Elementos Activos.

**Datos.**

Para este servicio se usa un Switch de capa 2 el cual concentrara los puertos de datos y mediante una configuración de VLANS se provee el camino lógico hacia el ISP.
Equipos usados:

Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p)
Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52)

**Seguridad**

Para el servicio de seguridad hace falta disponer de un Router o un switch de capa 3, el enruta al usuario en el caso que este realice un requerimiento hacia una cámara IP o hacia la nube de Internet.
Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L)
Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S)

**Voz**

El registro de los teléfonos IP para cada usuario se realiza en el Core de la red NGN, no se necesita equipos extras en el edificio.

**Televisión**

La televisión necesita un equipo STB el cual realiza la decodificación e interfaz hacia la televisión.

#### 2.2.4.4 Solución propuesta con equipos activos dentro del edificio usando UTP CAT6.

El cableado estructurado permite el uso de cualquier dispositivo activo ya sea Routers, Switchs, Conversores dependiendo de la necesidad y la tecnología implementada.

Para brindar el servicio triple-play seguridad interna al edificio Rosenthal se propone el siguiente diseño de equipos activos en la **figura 13.** se muestra la distribución de los equipos omitiendo la parte de seguridad.

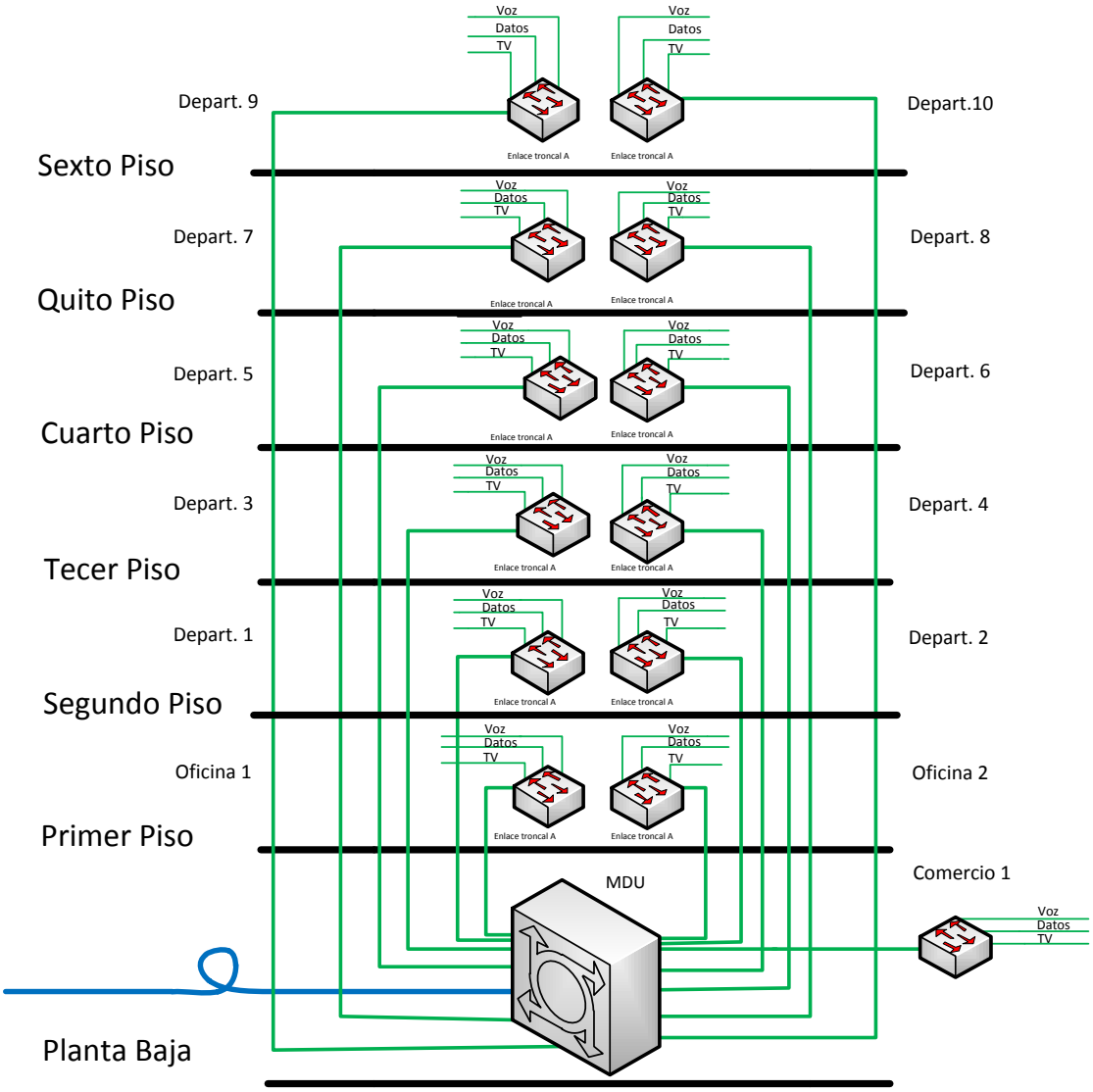


**Figura 13.** Distribución equipos activos para triple-play usando cable UTP

A cada usuario se le asigna un Switch de capa 2 el cual puede ser (Cisco 2960), por cada usuario se crea una VLAN de Voz, Datos y Televisión a donde van conectados respectivamente las diferentes salidas. El Switch se conecta mediante el enlace troncal A al MDU.

Todas las cámaras de seguridad se conectan a un Switch de capa 2 ubicado en el cuarto de equipos y este se conecta a uno de capa 3 (Cisco 3560) el cual realiza el enrutamiento inter-VLAN. Usando un enlace troncal todos los Switch de capa 2(Cisco 2960) de cada usuario se conectan hacia este Switch de capa 3 (Cisco 3560) mediante el enlace troncal B.

En la siguiente figura se observa la distribución de equipos activos con respecto a la seguridad interna.

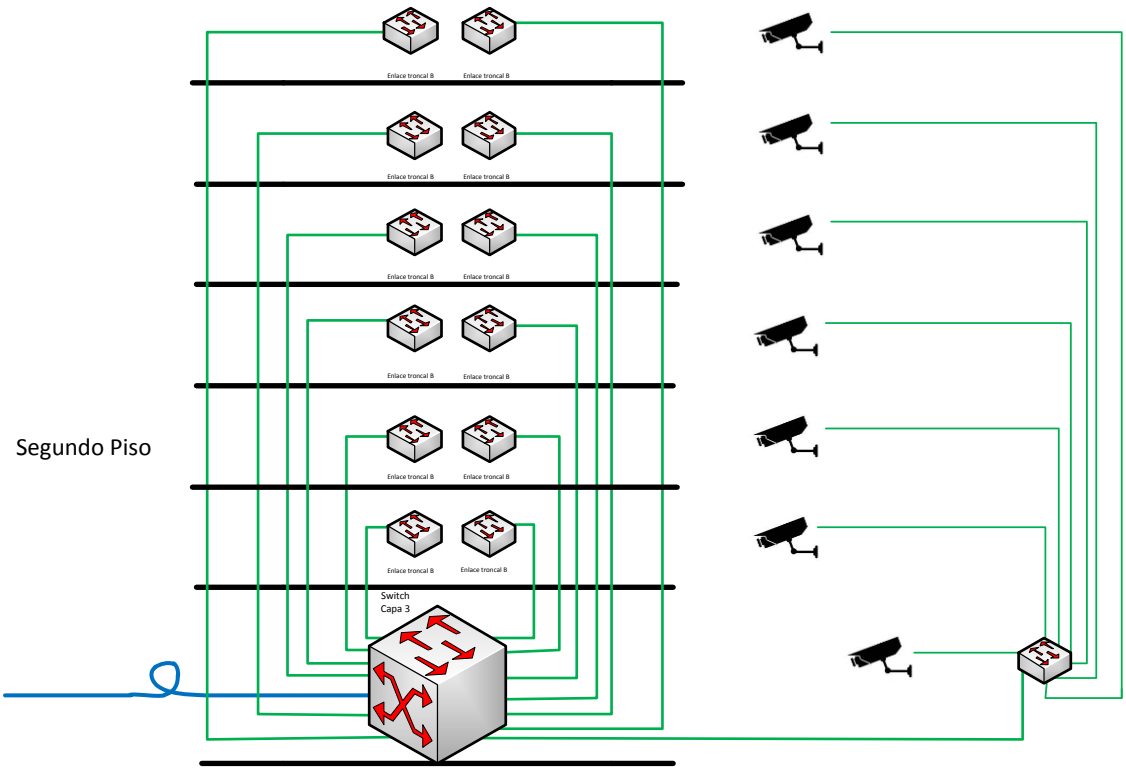


**Figura 14.** Distribución equipos activos seguridad interna para la solución con cable UTP.

En la siguiente figura se observa la distribución de puertos del Switch (Cisco 3560) correspondiente al usuario del Departamento # 5.

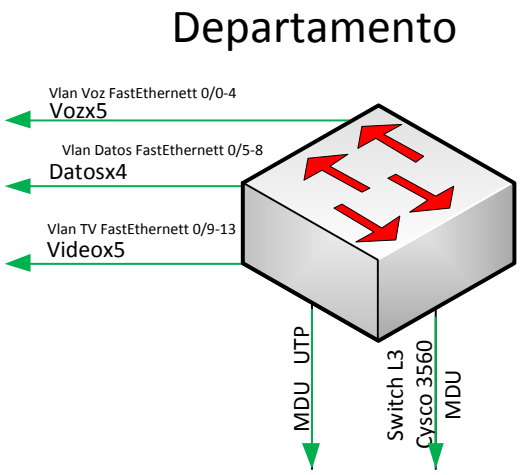


**Figura 15.** Switch del usuario de departamento # 5 usando cable UTP.

Los terminales de voz, datos y televisión se conectan a los puertos Fast Ethernet de cada Switch, un enlace troncal conecta este switch con el MDU y otro enlace troncal lo conecta con el switch de capa 3.

### 2.2.5 Diseño mixto UTP CAT5e + F.O Multimodo

Es similar al diseño anterior únicamente con cable UTP, en este los enlaces troncales se realizan con fibra óptica multimodo.
Se ha realizado y anexado el diseño con esta solución del edificio ¨Rosenthal¨

#### 2.2.5.1 Cableado Horizontal.

Para el cableado horizontal se usa cable UTP CAT5e el cual se traslada por el techo del edificio sobre escalerillas, no hay puntos de consolidación y baja al área de trabajo por tuberías metálicos hacia los faceplate que son de 2 y 3 puertos RJ-45 dependiendo si en ese terminal exista o no salida para televisión. En el cuarto de equipos se llega a diferentes patchpanels (Datos, voz y televisión).

#### 2.2.5.2 Cableado Vertical

El cableado vertical o backbone se realiza con Fibra óptica multimodo la cual viaja a través de escalerillas comunicando los cuartos de telecomunicaciones con el cuarto de equipos, comunica los switch de capa 2 de cada usuario con el MDU mediante el enlace troncal A, también comunica este mismo Switch con el Switch de capa 3 mediante el enlace troncal B.
*Las cámaras de seguridad se comunican con el Switch destinado para seguridad siempre mediante UTP.

#### 2.2.5.3 Elementos Activos.

**Datos.**

Para este servicio se usa un Switch de capa 2 el cual concentrara los puertos de datos y mediante una configuración de VLANS se provee el camino lógico hacia el ISP.

Equipos usados:

Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p)
Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52)

**Seguridad.**

Para el servicio de seguridad hace falta disponer de un Switch de capa 3, el cual distingue y encamina al usuario en el caso que este realice un requerimiento hacia una cámara IP o hacia la nube de Internet. Se necesita transceivers en los puertos Fast-Ethernet del Switch de capa 3 para que sea compatible con los conectores y cable de fibra óptica **SC.**

Equipos usados:

**Figura 16.** Cisco 100 Base-FX Mini GBIC SFP Transceiver[22]

Switch de capa 2 (WS-C2960-24TC-L)
Switch de capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S)

**Voz.**

El registro de los teléfonos IP para cada usuario se realiza en el Core de la red NGN, no se necesita equipos extras en el edificio.

**Televisión.**

La televisión necesita un equipo STB el cual realiza la decodificación e interfaz hacia la televisión.

#### 2.2.5.4 Solución propuesta con equipos activos dentro del edificio usando F.O + UTP CAT5e

El cableado estructurado permite el uso de cualquier dispositivo activo ya sea

[22] [Imagen] Consultada en 29/07/2011 Disponible en: **http://tiny.ly/WRPW**

Routers, Switch, Conversores dependiendo de la necesidad y la tecnología implementada.

Para brindar el servicio triple-play seguridad interna al edificio Rosenthal se propone el siguiente diseño de equipos activos en la **figura. 17** se muestra la distribución de los equipos omitiendo la parte de seguridad.

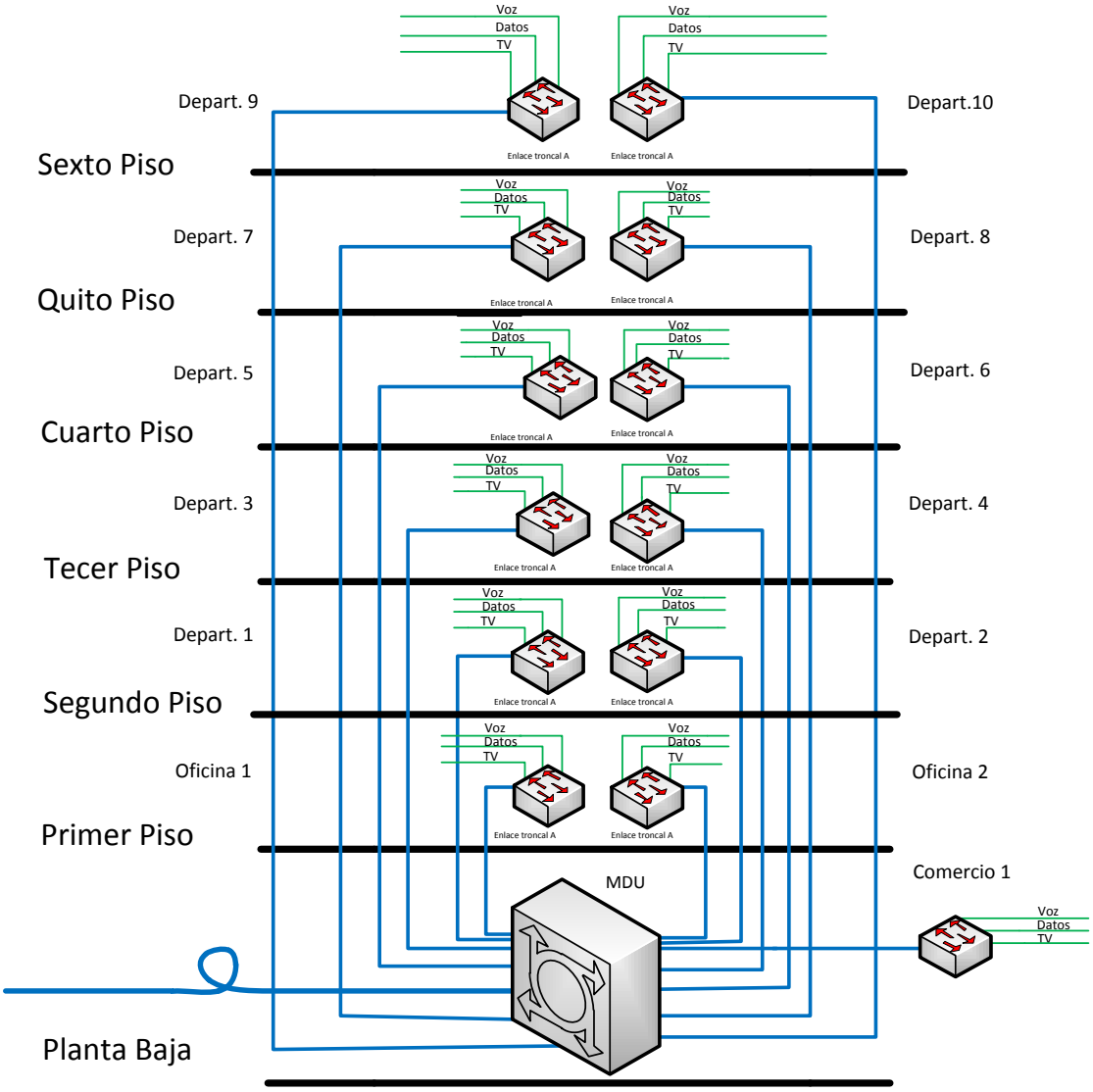


**Figura 17.** Distribución equipos activos para triple-play usando cable UTP CAT5e y fibra óptica.

A cada usuario se le asigna un Switch de capa 2 el cual puede ser (Cisco 2960), por cada usuario se crea una VLAN de Voz, Datos y Televisión a donde van

conectados respectivamente las diferentes salidas. El Switch se conecta mediante el enlace troncal A al MDU.

Todas las cámaras de seguridad se conectan a un Switch de capa 2 ubicado en el cuarto de equipos y este se conecta a uno de capa 3 (Cisco 3560), todos los Switch de capa 2 de cada usuario se conectan hacia este Switch de capa 3 mediante el enlace troncal B.

En la siguiente figura se observa la distribución de equipos activos con respecto a la seguridad interna.

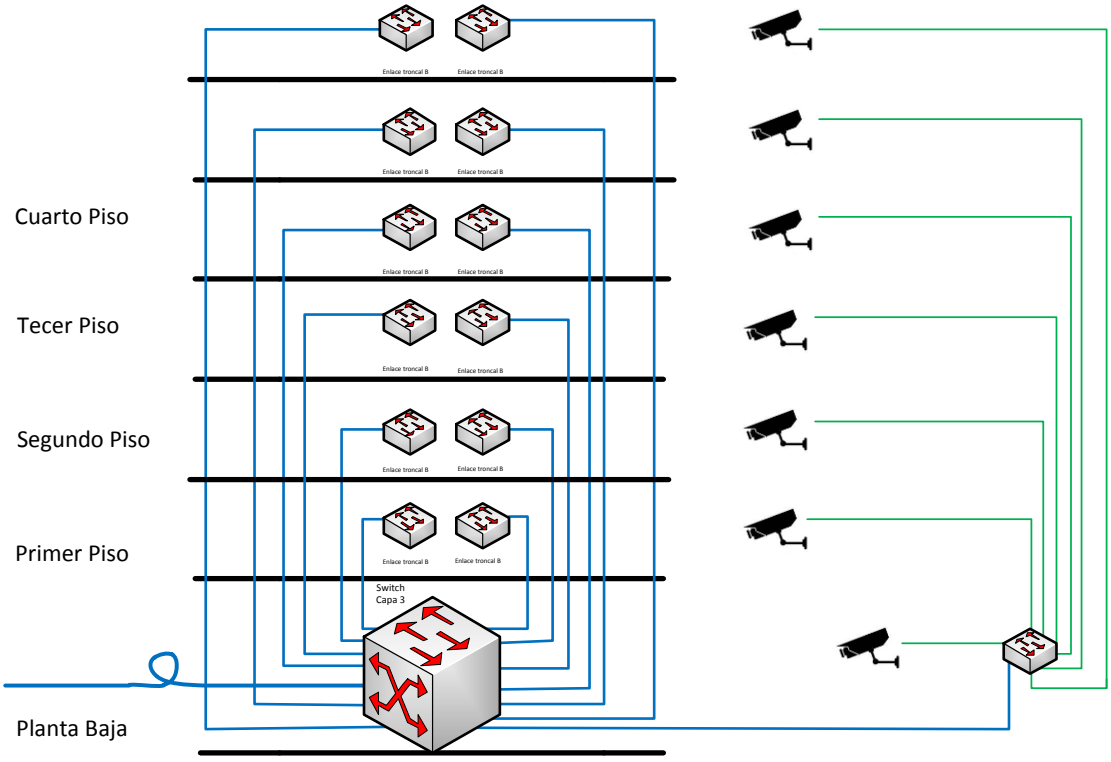


**Figura 18.** Distribución equipos activos seguridad interna usando cable UTP y fibra óptica.

En la siguiente figura se observa la distribución de puertos del Switch (Cisco 3560) correspondiente al usuario del Departamento # 5.

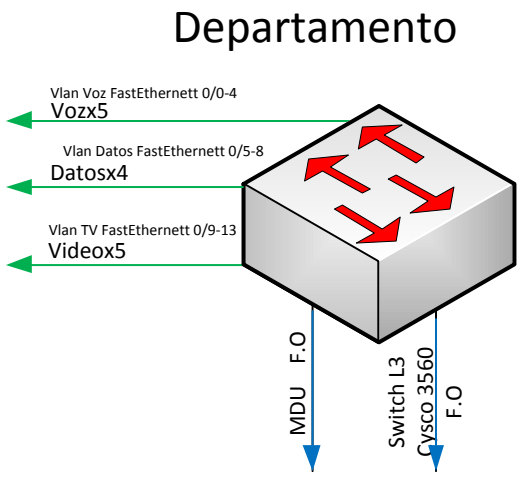


**Figura 19.** Switch del usuario de departamento # 5 usando cable UTP y fibra óptica.

Los terminales se conectan a los puertos Fast Ethernet de cada Switch, un enlace troncal va al MDU y el otro al Switch de capa 3.

WS-C3560E-24D-S

Se maneja una arquitectura similar los Switch de capa 2 tendrán enlaces troncales de fibra óptica
El switch de capa 3 debe tener puertos de fibra óptica o usar los conversores Cisco 100 Base-FX Mini GBIC SFP Transceiver.

### 2.2.6 Diseño Fibra Óptica Multimodo.

En este diseño se usa únicamente fibra óptica como principal medio de transmisión tanto en el cableado horizontal como en el vertical, se necesita equipos más especializados para soportar este medio.
Se ha realizado y anexado el diseño con esta solución del edificio ¨Rosenthal¨

#### 2.2.6.1 Cableado Horizontal.

Para el cableado horizontal se usa cable de fibra óptica multimodo el cual se traslada por el techo del edificio sobre escalerillas, no hay puntos de consolidación y baja al área de trabajo por Tuberias metálicos hacia los faceplate que son de 2 y

3 puertos fibra óptica **SC**.

#### 2.2.6.2 Cableado Vertical.

El cableado vertical o backbone se realiza con Fibra óptica multimodo la cual viaja a través de escalerillas comunicando los cuartos de telecomunicaciones con el cuarto de equipos.

#### 2.2.6.3 Elementos Activos

**Datos**

Para este servicio se usa un Switch de capa 2 el cual concentrara los puertos de datos y mediante una configuración de VLANS se provee el camino lógico hacia el ISP además un conversor de fibra a Ethernet para lograr conectar el equipo final.

Switch capa 2 (WS-C2960S-48TS-S)
Switch capa 2 (WS-C2960S-24TS-S)
Cisco 100BASE-FX SFP Fast Ethernet Interface Converter on Gigabit SFP Ports

**Seguridad**

Para el servicio de seguridad hace falta disponer de un Router o Switch de capa 3, el cual distingue y enruta al usuario en el caso que este realice un requerimiento hacia una cámara IP o hacia la nube de Internet se usa conversores de Fast Ethernet o transceivers
WS-C3560E-24D-S

**Voz**

El registro de los teléfonos IP para cada usuario se realiza en el Core de la red NGN, se necesitara un teléfono ip con entrada para fibra o un conversor de fibra a Ethernet adicional.

**Televisión**

La televisión necesita un equipo STB el cual realiza la decodificación e interfaz hacia la televisión.

#### 2.2.6.4 Solución propuesta con equipos activos dentro del edificio usando fibra óptica multimodo.

El cableado estructurado permite el uso de cualquier dispositivo activo ya sea Routers, Switchs, Conversores dependiendo de la necesidad y la tecnología implementada.

Para brindar el servicio triple-play y seguridad interna al edificio Rosenthal se propone el siguiente diseño de equipos activos en la fig #20 se muestra la distribución de los equipos omitiendo la parte de seguridad.

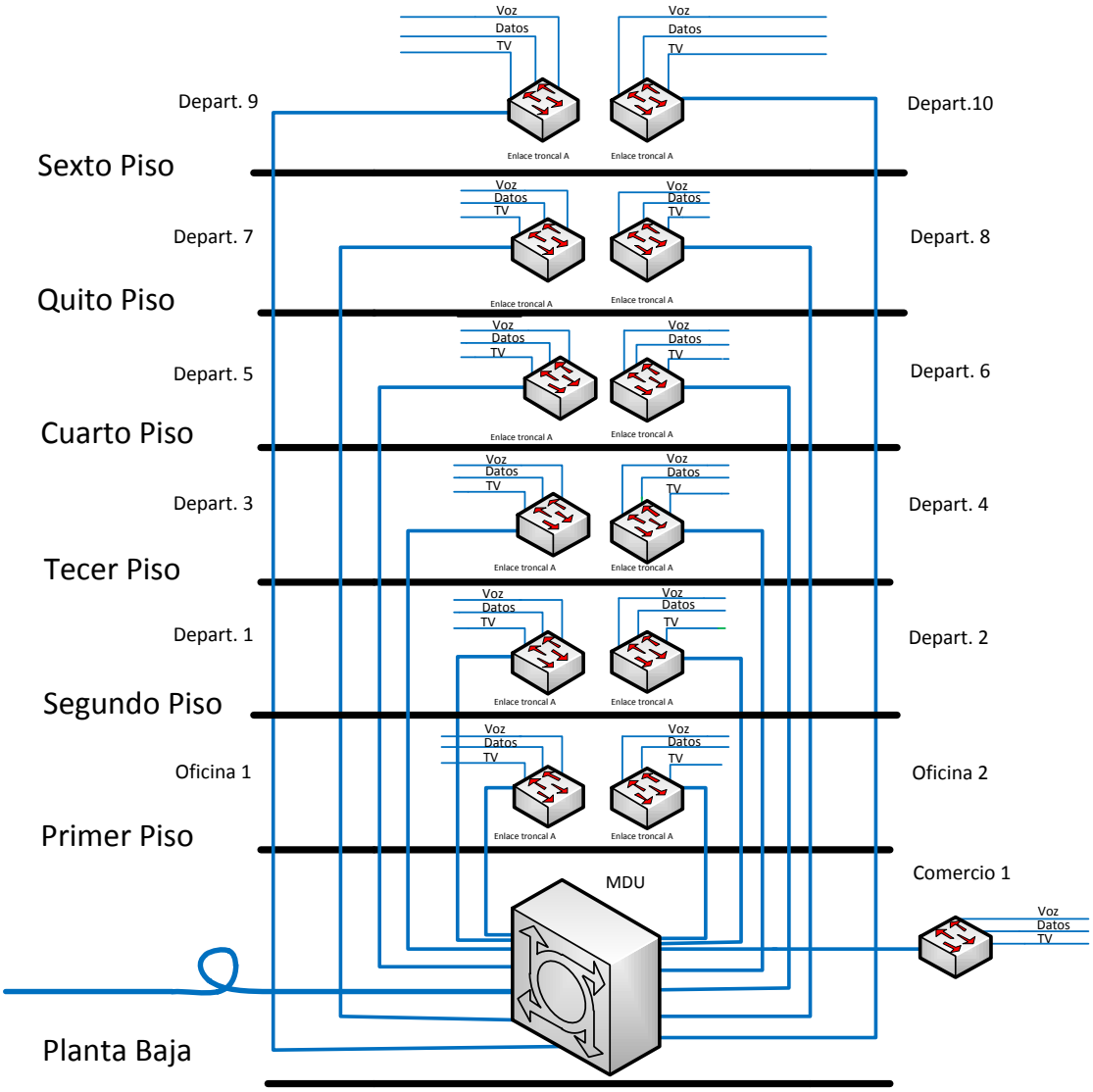


**Figura 20.** Distribución equipos activos para triple-play usando fibra óptica

A cada usuario se le asigna un Switch de capa 2 el cual puede ser (Cisco 2960), por cada usuario se crea una VLAN de Voz, Datos y Televisión a donde van conectados respectivamente las diferentes salidas. El Switch se conecta mediante el enlace troncal A al MDU.

Todas las cámaras de seguridad se conectan a un Switch de capa 2 ubicado en el cuarto de equipos y este se conecta a uno de capa 3 (Cisco 3560), todos los Switch de capa 2 de cada usuario se conectan hacia este Switch de capa 3 mediante el enlace troncal B.

La distribución con respecto a la seguridad es similar a la de la solución UTP+F.O multimodo de la **figura 18.**

En la siguiente figura se observa la distribución de puertos del Switch (Cisco 3560) correspondiente al usuario del Departamento # 5.

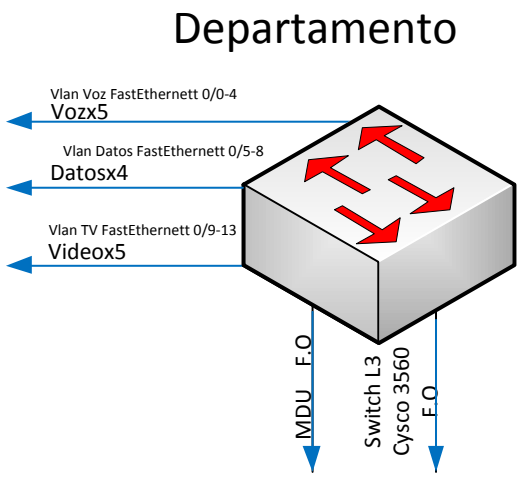


**Figura 21**. Switch del usuario de departamento # 5 usando fibra óptica multimodo

Los terminales se conectan a los puertos Fast Ethernet de cada Switch, un enlace troncal va al MDU y el otro al Switch de capa 3.

# CAPITULO 3

# ANÁLISIS TÉCNICO Y ECONÓMICO

Cada diseño presenta un costo diferente debido al uso de diferentes materiales para el cableado estructurado y diferentes equipos activos compatibles con cada medio usado y listo para brindar los diferentes servicios.

Se evalúa los materiales y equipos que se utilizaron dentro del edificio para proveer los servicios de comunicación a los usuarios, no se toma en cuenta lo que el usuario tendría que adquirir como podría ser el Set Top Box o un computador para acceder al internet.

## 3.1 Análisis de Costos

### 3.1.1 Costo de materiales para la implementación del diseño usando cable UTP CAT6.

Esta solución es la más económica tanto en elementos pasivos como activos adicionalmente es la que tiene mayor facilidad de implementación.

Al usar Cable UTP en el cableado horizontal y vertical se elementos compatibles con este medio como son: Face Plate para Jacks RJ-45, patch cords UTP, patch panels, además se necesita equipos activos con las características para estos medios como Switch con puertos Fast-Ethernet a continuación se presenta una tabla con la lista de precios de los componentes:

## Elementos Pasivos

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P.Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 2947.34 | 0.33 | 972.62 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 315 | 0.33 | 103.95 |
| | Politubo de 3/4" | m | 283 | 0.38 | 107.54 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 189.70 | 33.61 | 6375.82 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1'' | m | 85.64 | 1.67 | 143.02 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 242.61 | 1.23 | 298.41 |
| | Cajas de Paso 100x100x80mm | u | 340 | 3.28 | 1115.20 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 36 | 0.70 | 25.20 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 50 | 0.70 | 35.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 222 | 1.79 | 397.38 |
| **Cuarto de Telecomuenicaiones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 14 | 71.00 | 994.00 |
| | Rack Piso Quest GF-2155 | u | 1 | 1368.00 | 1368.00 |
| | Rack 19" | u | 6 | 156.00 | 936.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 8 | 36.00 | 288.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 222 | 0.95 | 210.90 |
| | Taco Fisher | u | 859 | 0.02 | 17.18 |
| **Herrajería** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 859 | 0.01 | 10.31 |
| | Varilla de 5/8 x 1.8 m reforzada | u | 1 | 10.00 | 10.00 |
| | Abrazadera 1" | u | 227 | 0.07 | 15.87 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 24 | 0.06 | 1.44 |
| | Conector para varilla intelli | u | 1 | 0.98 | 0.98 |
| | Bridas plasticas x100 | u | 9 | 3.46 | 29.75 |
| | | | | **Total** | **13,456.56** |

**Tabla 14.** Costo elementos pasivos solución con cable UTP.

## Elementos Activos

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario ($)** | **P. Total ($)** |
| **Voz, Datos, Vigilancia y TV** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 11 | 191.99 | 2,111.89 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 2 | 245.00 | 490.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energía | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **2,604.79** |

**Tabla 15.** Costo elementos pasivos solución con cable UTP.

### 3.1.2. Costo de materiales para la implementación del diseño usando backbone de F.O multimodo y cable UTPCAT5 para el cableado Horizontal.

Esta solución es un poco más costosa tanto en elementos activos como en pasivos debido al uso de fibra óptica en el cableado vertical ya que se necesita elementos compatibles con fibra óptica multimodo.

Al usar Cable UTP en el cableado horizontal en el área de trabajo se utiliza faceplates para jacks RJ-45, en el cuarto de equipos se necesita patch panels y patch cords compatibles con cables UTP. Con respecto a los equipos activos, se necesita Switchs con puertos Fast Ethernet y de fibra óptica para el cableado vertical.

**Elementos Pasivos**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT5Ee Horizontal | m | 2947.34 | 0.23 | 972.62 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 315 | 1.67 | 526.05 |
| | Politubo de 3/4" | m | 283 | 0.38 | 107.54 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 189.70 | 33.61 | 6375.82 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 85.64 | 1.67 | 143.02 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 242.61 | 1.23 | 298.41 |
| | Cajas de Paso 100x100x80mm | u | 340 | 3.28 | 1115.20 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 36 | 0.70 | 25.20 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 50 | 0.70 | 35.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 222 | 1.79 | 397.38 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 14 | 71.00 | 994.00 |
| | Rack Piso Quest GF-2155 | u | 1 | 1368.00 | 1368.00 |
| | Rack 19" | u | 6 | 156.00 | 936.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 8 | 36.00 | 288.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 222 | 0.95 | 210.90 |
| | Taco Fisher | u | 859 | 0.02 | 17.18 |
| **Herrajería** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 859 | 0.01 | 10.31 |
| | Varilla de 5/8 x 1.8 m reforzada | u | 1 | 10.00 | 10.00 |
| | Abrazadera 1" | u | 227 | 0.07 | 15.87 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 24 | 0.06 | 1.44 |
| | Conector para varilla intelli | u | 1 | 0.98 | 0.98 |
| | Bridas plasticas x100 | u | 9 | 3.46 | 29.75 |
| | | | | **Total** | **13,878.66** |

**Tabla 16.** Costo elementos pasivos solución con cable UTPCAT5e y fibra óptica

**Elementos Activos**

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario ($)** | **P.Total ($)** |
| Voz, Datos, Vigilancia y TV | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 11 | 191.99 | 2,111.89 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 2 | 245.00 | 490.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cisco 100 Base-FX Mini GBIC SFP Transceiver | u | 6 | 71.43 | 428.58 |
| | Cable de energía | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **3,033.37** |

**Tabla 17.** Costo elementos pasivos solución con cable UTP y fibra óptica.

### 3.1.3. Costo de materiales para la implementación del diseño usando F.O multimodo.

Una solución usando únicamente fibra óptica presente un excesivo costo, esta alternativa no suele ser usada en edificios de departamentos comercios u oficinas, más bien en grandes oficinas con un requerimiento grande de ancho de banda en cada terminal.

El inconveniente en costos está en los elementos activos los cuales son mucho más costosos en comparación con las demás soluciones, se suele tener solo un terminal de fibra por cada usuario y que el usuario realices la distribución interna.

## Elementos Pasivos

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P.Total($)** |
| **Tuberias** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 2947.34 | 1.67 | 4,922.06 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 315 | 1.67 | 526.05 |
| | Politubo de 3/4" | m | 283 | 0.38 | 107.54 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 245.72 | 33.61 | 8,258.65 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 279.32 | 1.67 | 466.46 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 3/4" | m | 0 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 100x100x80mm | u | 340 | 3.28 | 1,115.20 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 36 | 0.70 | 25.20 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 50 | 0.70 | 35.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 222 | 1.79 | 397.38 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 14 | 71.00 | 994.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 1 | 1368.00 | 1,368.00 |
| | Rack 19" | u | 6 | 156.00 | 936.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 8 | 36.00 | 288.00 |
| | Patch Cord F.O 2m | u | 222 | 5.00 | 1,110.00 |
| | Conector SC doble | u | 222 | 3.80 | 843.60 |
| | Taco Fisher | u | 1083 | 0.02 | 21.66 |
| **Herrajería** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 1083 | 0.01 | 12.99 |
| | Varilla de 5/8 x 1.8 m reforzada | u | 1 | 10.00 | 10.00 |
| | Abrazadera 1" | u | 164 | 0.07 | 11.47 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 227 | 0.06 | 13.60 |
| | Conector para varilla intelli | u | 1 | 0.98 | 0.98 |
| | Bridas plasticas x 100 | u | 11 | 3.46 | 37.50 |
| | | | | **Total** | **21,501.34** |

**Tabla 18.** Costo elementos pasivos solución fibra óptica

## Elementos Activos

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P.Unitario ($)** | **P. Total ($)** |
| **Voz, Datos, Vigilancia y TV** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 11 | 478.00 | 5,258.00 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 2 | 619.00 | 1,238.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energía | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | Cisco 100 Base-FX Mini GBIC SFP Transceiver | u | 222 | 71.43 | 15,857.46 |
| | | | | **Total** | **22,356.36** |

**Tabla 19.** Costo elementos activos solución con fibra óptica.

### 3.1.4. Comparaciones Económicas.

A continuación se muestra una tabla resumen de los costos de cada solución dividida en elementos pasivos y activos la cual nos muestra que implementar una solución UTP+F.O multimodo es conveniente económicamente ya que no presenta una gran diferencia en costos con la solución de UTP y nos brinda una fuerte infraestructura que soportara grandes anchos de banda para servicios futuros.

La solución de F.O multimodo no puede ser implementada en esta clase de edificios dado que su costo es muy alto con respecto a las demás soluciones e innecesario ya que se puede cubrir las necesidades de ancho de banda con cable UTP CAT5e y UTP CAT6.
*El detalle de costos por piso de cada solución se encuentra en el Anexo #2.

| Tipo de infraestructura | Costo de Elementos Pasivos | Costo de Elementos Activos | Total |
|---|---|---|---|
| **UTP CAT6** | $13,456.56 | $2,604.79 | $16,773.58 |
| **UTP+F.O Multimodo** | $13,878.66 | $3,033.37 | $17,689.83 |
| **F.O Multimodo** | $21,501.34 | $22,356.36 | $42,077.27 |

**Tabla 20.** Resumen de los costos de implementación de cada solución de cableado estructurado

## 3.2. Análisis de capacidades de ancho de banda de la infraestructura por tramos.

Se realiza el análisis en varios puntos de interés.

a) En el tramo que va hacia un terminal de datos cualquiera donde se puede acceder al servicio de internet y seguridad, se puede tener una demanda.

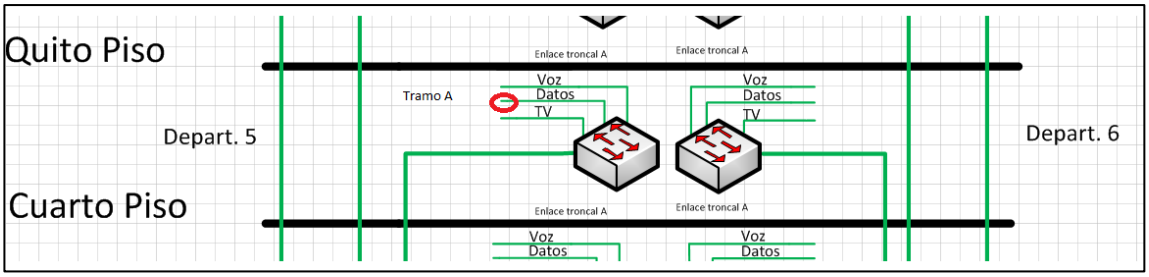


**Figura 22.** Ubicación tramo de datos.

b) En el tramo que va hacia un terminal de televisión.

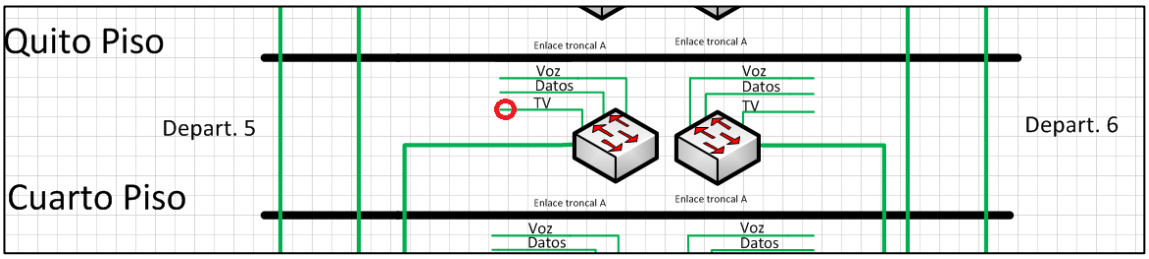


**Figura 23.** Ubicación tramo de televisión.

c) En el enlace troncal hacia el Switch ubicado en el cuarto de equipos.

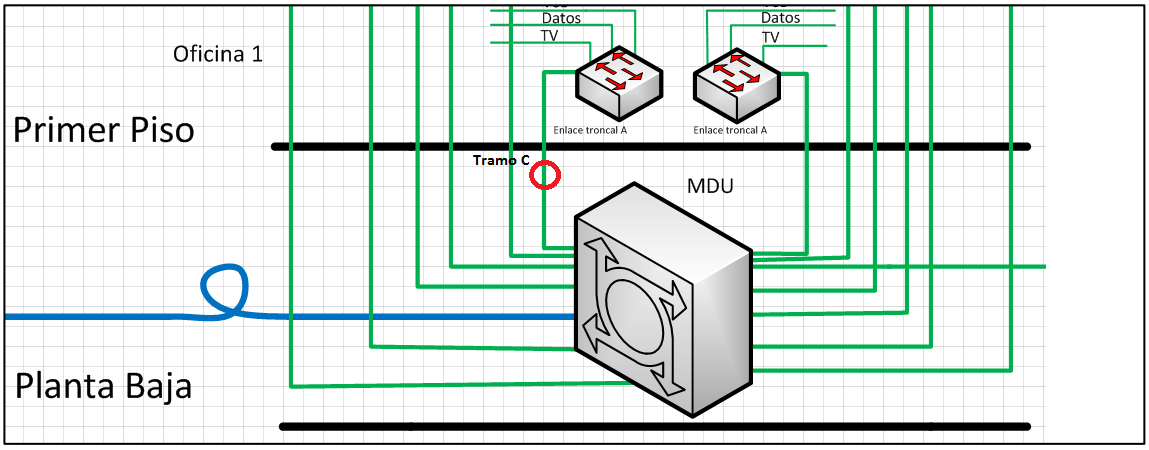


**Figura 24.** Ubicación tramo enlace troncal hacia el MDU.

*Se desprecia el tramo hacia un terminal de voz, debido al poco ancho de banda en relación con los otros servicios.

a) En el tramo hacia un terminal de datos, se puede usar todo el ancho de banda que nos ofrece el proveedor en este caso **2 Mbps** e ingresar a toda

las cámaras de seguridad a la vez con un requerimiento de **6 Mbps** cada una en esta serian 9 cámaras con una demanda de **48 Mbps,** en total nos dan una demanda de **50 Mbps**

b) Un canal de televisión en HD ocupa **8 Mbps** con una codificación MPEG-4 y uno de SD ocupa **2 Mbps** en total **10 Mbps.**

c) El enlace troncal de cualquier switch de capa 2 hacia el MDU es la suma de los dos servicios y seria de **60 Mbps.**

Análisis con demanda futura y con plan de datos más aceptado mundialmente.

Se analiza sobre los mismos puntos de interés.

a) En el tramo hacia un terminal de datos, se puede usar todo el ancho de banda que nos ofrece el proveedor en este caso **5 Mbps,** e ingresar a toda las cámaras de seguridad a la vez con un requerimiento de **6 Mbps** cada una en esta serian 9 cámaras con una demanda de **48 Mbps,** en total nos dan una demanda de **53 Mbps**

b) Un canal de televisión en HD ocupa **8 Mbps** con una codificación MPEG-4 y uno de SD ocupa **2 Mbps** en total **10 Mbps.**

c) Si se tiene 4 canales de HD y 12 de SD tendremos un ancho de banda de **56 Mbps**.

d) El enlace troncal de cualquier switch de capa 2 hacia el MDU es la suma de los dos servicios y seria de **109 Mbps.**

Se puede cubrir las necesidades de ancho de banda actuales con el cableado CAT5e en el cableado horizontal y vertical, pero es necesario usar cable UTP CAT6 en el vertical para la demanda futura ya que se necesitara más de **100 Mbps** de ancho de banda.

| Requerimientos de Ancho de banda | Tramo A | Tramo B | Tramo C |
|---|---|---|---|
| **Requerimiento de ancho de banda Actual** | 50 Mbps | 10 Mbps | 60 Mbps |
| **Requerimiento de ancho de banda futuro (5 años)** | 53 Mbps | 56 Mbps | 109 Mbps |
| **Requerimiento de ancho de banda aceptado mundialmente** | 56 Mbps | 56 Mbps | 112 Mbps |

**Tabla 21.** Resumen de requerimientos de ancho de banda por tramos.

| Material | Frecuencia | Bits por segundo |
|---|---|---|
| **UTP CAT5e** | 100 MHz | 100 Mbps |
| **UTP CAT6** | 250 MHz | 1 Gbps |
| **F.O MM** | 1 GHz | 1.7 – 39 Gbps[23] |

**Tabla 22.** Velocidades de los materiales para cableado estructurado.

### 3.3. Comparaciones de ancho de banda.

Comparando los anchos de banda en el análisis de infraestructura por tramos se puede concluir que en la actualidad se requiere **60 Mbps** para dar un servicio triple-play el cual es fácilmente soportado en todos los tramos por cable UTP CAT5e como se puede observar en la **Tabla 20.** ya que el cable UTP CAT5e alcanza hasta **100 Mbps.**

Haciendo una proyección basada en el ancho de banda aceptado mundialmente en el cableado vertical hacia el MDU se necesita un ancho de banda de **109 Mbps** para lo cual el cable UTP CAT5e no es suficiente, necesitaremos usar cable UTP CAT6 o fibra óptica.

[23] Revisar Capitulo 2.2.2.2 del presente trabajo.

**CONCLUSIONES**

Con respecto a la parte técnica, la implementación de cableado estructurado mediante cable UTP es más simple que la fibra óptica, el cable UTP puede tener un mayor ángulo de curvatura que la fibra óptica, los elementos para su instalación son menos especializados como por ejemplo, en el tendido de cable UTP se utiliza una ponchadora para unir los conectores al cable, con fibra óptica es necesario usar una fusionadora si se desea calidad.

El personal capacitado para la instalación de cableado estructurado usando cable UTP, es mayor en comparación con el especializado en el manejo de fibra óptica.

La velocidad soportada por el cable UTP CAT5e es de 100 Mbps**,** la cual es suficiente para brindar todos los servicios planteados a los usuarios del edificio Rosenthal y puede ser usada en todos los tramos del cableado estructurado; sin embargo esto es cierto para los requerimientos de ancho de banda actuales, además se desperdiciaría los puertos Gigabit ethernet que poseen los switch y se le otorgaría una categoría 5e al cableado estructurado del edificio.

Usando cable UTP CAT 6 con un ancho de banda de 1 Gbps, otorgamos una categoría 6 al cableado estructurado y somos capaces de soportar el requerimiento de ancho de banda actual, futuro y aceptado mundialmente fácilmente.

Con una arquitectura mixta de F.O Monomodo y cable UTP CAT5e mejoramos la situación anterior, dándonos la capacidad de soportar anchos de banda superiores e incluso ampliar el número de usuarios y terminales en gran medida, usamos cable UTP CAT5e en el cableado horizontal porque este es compatible con la mayoría de los equipos de los usuarios finales.

Si usamos Fibra óptica multimodo en todo el edificio tenemos una capacidad muy grande e innecesaria de ancho de banda, la cual sobrepasa por mucho los requerimientos actuales, futuros y aceptados mundialmente, además se necesita de un mayor número de equipos adaptadores (transceivers) para que este medio sea compatible con los equipos de los usuarios finales.

Con respecto al análisis económico, la solución factible es la de cableado estructurado usando cable UTP CAT6, pero la diferencia es pequeña en comparación con la mixta de UTP CAT5e y F.O MM[24]. Un gran contraste en costos se da al implementar el cableado estructurado usando únicamente fibra óptica multimodo principalmente en la parte de equipos activos.

La fibra óptica no representa una gran diferencia en costo de elementos pasivos la cual podría considerarse por parte del administrador del edificio, pensado en el gran beneficio de ancho de banda que el uso de este material involucra, sin embargo los equipos activos usados para su gestión marcan la diferencia y la convierten en una alternativa muy lejana de ser implementada en esta clase de edificios.

**RECOMENDACIONES**

Después de analizar la parte técnica: implementación, velocidad, ventajas y desventajas de los distintos materiales y la parte económica: Costos de equipos pasivos y activos, se recomienda que en edificios multiusuarios similares al edificio Rosenthal se implemente cableado estructurado con una arquitectura mixta (UTP CAT5e en el cableado y F.O MM en el vertical) ya que esta resulta ser la solución óptima en comparación con las demás alternativas estudiadas.

Esta monografía pretendía realizar un estudio local enfocado a las necesidades locales y enfocadas en un edificio al que se lo ha categorizado como multiusuario para que este trabajo tenga un mayor alcance.

Se recomienda realizar esta clase de estudios para diferentes tipos especializado de edificios como podrían ser: edificios de oficinas, escuelas, universidades, edificios con servidores, etc.

Se recomienda incluir nuevos materiales y variaciones de diseño que aparecerán a futuro, además se recomienda realizar un estudio enfocado en la parte activa de las soluciones ya que esta es muy variante.

[24] Revisar Tabla 18. del presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

### Referencias Electrónicas


- Conectores de fibra óptica, Consultado:26/07/2011, Disponible: http://es.scribd.com/doc/50971697/Conectores-Fibra-Optica
- Especificaciones cámara TCM-151, http://www.acti.com/product/detail/Bullet_Camera/TCM-1511 Consultado 20/07/2011.
- GOMEZ, Bruno, NIEVES, William, PEDROZA, Leonardo (2010), Gigabit capable passive optical network (GPON) - Red óptica Pasiva con capacidad de gigabit, Universidad Alejandro de Humboldt, pg 5,6 Disponible en: http://www.scribd.com/doc/43775815/REDES-GPON
- GONZALEZ, M Félix (2011), [Presentación] Soluciones de interconexión basadas en redes de acceso fibra óptica, Disponible: http://www.scribd.com/doc/65541270.
- HERRERA, P. Enrique (2003), Tecnologías y redes de transmisión de datos [Versión electrónica], Editorial Limusa, pg 81-90. Disponible: http://tiny.ly/b0Lz
- ITIF Broadband Rankings (2008) , pg 1 Disponible: http://www.itif.org/files/2008BBRankings.pdf
- JOSKOWICZ, Jose (2006), Cableado Estructurado, Universidad de la Republica, Montevideo, URUGUAY, PDF Disponible: http://www.scribd.com/doc/35059908/Cableado-Estructurado.
- LLORET Mauri. , GARCIA P. Miguel, SEGUI B. Fernando, IPTV: La televisión por internet (2009), Publicaciones Vértice. pg 11-13. Disponible: http://tiny.ly/YZbU
- MARTIN, Juan C,(2009) Instalaciones de Telecomunicaciones [Versión electrónica] ,Editex pg 61-65 Disponible: http://tiny.ly/cj3H.
- OBERTI M. Mary Luz, El Core en la PSTN (2011), Universidad Pontifica Católica de Perú, pg4,5 Disponible: http://tiny.ly/Kow9
- Presentación Curso de Grado,“Introducción a las Nuevas Tecnologías y Tendencias del Mercado de las Telecomunicaciones” Dictado Ing. Diego Uribe Disponible: http://www.scribd.com/doc/65529316
- VARGAS, Acurio. SANGURIMA, Hilda, (2009) Diseño de una red GPON para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A [Versión electrónica], Disponible: http://tiny.ly/Gncq

# 4. Anexos

## 4.1. Anexo1:

**Glosario de Términos.**

- **CATV (*Community Antenna Televisión).-****Red de televisión por cable.*
- **F.O MM.-** Fibra Optica Multimodo
- **F.O.-** Fibra Óptica
- **FTTB (Fiber to the bulding).-** Fibra al edificio.
- **Gbps.-** Gigabit por segundo
- **GPON (*Gigabit-capable Passive Optical Network*).-** Red Óptica Pasiva con Capacidad de Gigabit
- **HD (High Definition).-** Alta definicion
- **HDTV (High-definition Televisión).-** Televison de alta definición.
- **IPTV (Internet protocol Televisión).-** Televisión por el protocolo de internet.
- **ISP (Internet service provider).- Proveedor de servicios de internet**
- **Mbps**.- Megabit por segundo
- **NGN (Next Generation Networking).- Red de próxima generación.**
- **OLT (Optical Line Terminal).-** Unidad *Óptica Terminal* de *Línea*.
- **PCM(Pulse-code modulation).-** Modulación por impulsos codificados
- **PSTN (Public switched telephone network).-** Red de telefonía pública conmutada)
- **Router.-** Enrutador, es un dispositivo de hardware usado para la interconexión de redes informáticas.
- **SD (Standar Definition).-** Definicion Estandar
- **Switch.-** Conmutador, Dispositivo de hardware encargado de conectar varios segmentos de red.
- **TDM (Time-division multiplexing).-** Acceso multiple por division de tiempo.
- **Triple-play.-** Empaquetamiento de servicios y contenidos audiovisuales (voz, banda ancha y televisión).
- **UTP(*Unshielded twisted pair).-*** Par trenzado no blindado
- **VLAN (*Virtual LAN).-*** Red de Área Local Virtual
- **VoIP (*Voice over IP).-* Voz sobre Protocolo de Internet**

## 4.2. Anexo 2:

**Tabla de costos detallado.**

### 4.2.1. Diseño con cable UTPCAT6.

**Planta Baja Comercio 1 (cable UTPCAT6)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario ($)** | **P. Total ($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 172.63 | 0.43 | 56.97 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 0 | 0.43 | 0.00 |
| | Politubo de 3/4" | m | 12 | 0.38 | 4.56 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 0.59 | 33.61 | 19.83 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 6.67 | 1.67 | 11.14 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 56.52 | 1.23 | 69.52 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 15 | 8.20 | 123.00 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 0 | 0.70 | 0.00 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 4 | 0.70 | 2.80 |
| | Jacks RJ-45 | u | 12 | 1.79 | 21.48 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 1 | 71.00 | 71.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 1 | 1368.00 | 1368.00 |
| | Rack 19" | u | 0 | 156.00 | 0.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 2 | 36.00 | 72.00 |
| | Patch Cord CAT5 UTP 2m | u | 12 | 0.95 | 11.40 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 10 | 0.02 | 0.21 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 10 | 0.01 | 0.12 |
| | Abrazadera 1" | u | 4 | 0.07 | 0.31 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 38 | 0.06 | 2.26 |
| | | | | **Total** | **1834.60** |

**Tabla 23.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario ($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 1 | $191.99 | $191.99 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | $245.00 | $0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 1 | $1,646.00 | $1,646.00 |
| | Cable de energia | m | 7.5 | $0.58 | $4.35 |
| | | | | **Total** | **1,842.34** |

**Tabla 24.** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6

**Primer Piso Oficina 1 y 2 (cable UTPCAT6)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 764.43 | 0.33 | 252.26 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 15 | 0.33 | 4.95 |
| | Politubo de 3/4" | m | 84 | 0.38 | 31.92 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 59.92 | 33.61 | 2013.91 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1'' | m | 29.36 | 1.67 | 49.03 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4'' | m | 26.92 | 1.23 | 33.11 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 58 | 8.20 | 475.60 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 26 | 0.70 | 18.20 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Jacks RJ-45 | u | 58 | 1.79 | 103.82 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 3 | 71.00 | 213.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19'' | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19'' | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 58 | 0.95 | 55.10 |
| | Taco Fisher | u | 244 | 0.02 | 4.87 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 252 | 0.01 | 3.02 |
| | Abrazadera 1" | u | 40 | 0.07 | 2.80 |
| | Abrazadera 3/4'' | u | 20 | 0.06 | 1.17 |
| | | | | **Total** | **3456.17** |

**Tabla 25.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Primer Piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 0 | $191.99 | $0.00 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 2 | $245.00 | $490.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | $1,646.00 | $0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | $0.58 | $2.90 |
| | | | | **Total** | **92.90** |

**Tabla 26.** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Primer Piso)

**Segundo Piso Departamento1 y 2 (cable UTPCAT6)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 455.92 | 0.33 | 150.45 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 30.00 | 0.33 | 9.90 |
| | Politubo de 3/4" | m | 36.00 | 0.38 | 13.68 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 28.25 | 33.61 | 949.48 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1'' | m | 11.62 | 1.67 | 19.41 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4'' | m | 26.17 | 1.23 | 32.19 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 19 | 8.20 | 155.80 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 10 | 0.70 | 7.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 34 | 1.79 | 60.86 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19'' | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19'' | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 34 | 0.95 | 32.30 |
| | Taco Fisher | u | 117 | 0.02 | 2.34 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 129 | 0.01 | 1.55 |
| | Abrazadera 1'' | u | 19 | 0.07 | 1.32 |
| | Abrazadera 3/4'' | u | 8 | 0.06 | 0.46 |
| | | | | **Total** | **1772.14** |

**Tabla 27.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Segundo Piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | $191.99 | $383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | $245.00 | $0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | $1,646.00 | $0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | $0.58 | $2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 28.** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Segundo Piso)

**Tercer Piso Departamento 3 y 4 (cable UTPCAT6)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total ($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 428.05 | 0.33 | 141.26 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 45.00 | 0.33 | 14.85 |
| | Politubo de 3/4" | m | 36.00 | 0.38 | 13.68 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 28.25 | 33.61 | 949.48 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 11.62 | 1.67 | 19.41 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 26.17 | 1.23 | 32.19 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 10 | 0.70 | 7.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 34 | 1.79 | 60.86 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 34 | 0.95 | 32.30 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 117 | 0.02 | 2.34 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 129 | 0.01 | 1.55 |
| | Abrazadera 1" | u | 19 | 0.07 | 1.32 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 8 | 0.06 | 0.46 |
| | | | | **Total** | **2,120.49** |

**Tabla 29.** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Tercer Piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | $191.99 | $383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | $245.00 | $0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | $1,646.00 | $0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | $0.58 | $2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 30. .** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Tercer Piso)

**Cuarto Piso Departamento 5 y 6 (cable UTPCAT6)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 380 | 0.33 | 125.27 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 60 | 0.33 | 19.80 |
| | Politubo de 3/4" | m | 30 | 0.38 | 11.40 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 24.23 | 33.61 | 814.37 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 8.79 | 1.67 | 14.68 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 35.61 | 1.23 | 43.80 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| | Taco Fisher | u | 101 | 0.02 | 2.02 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 113 | 0.01 | 1.36 |
| | Abrazadera 1" | u | 16 | 0.07 | 1.13 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 6 | 0.06 | 0.35 |
| | | | | **Total** | **1,960.30** |

**Tabla 31.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Cuarto Piso)

| **Listado de Materiales Activos** | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | $191.99 | $383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | $245.00 | $0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | $1,646.00 | $0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | $0.58 | $2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 32.** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Cuarto Piso)

**Quinto Piso Departamento 7 y 8 (cable UTPCAT6)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 379.60 | 0.33 | 125.27 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 75.00 | 0.33 | 24.75 |
| | Politubo de 3/4" | m | 55.00 | 0.38 | 20.90 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 24.23 | 33.61 | 814.37 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 8.79 | 1.67 | 14.68 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 35.61 | 1.23 | 43.80 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 101 | 0.02 | 2.02 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 113 | 0.01 | 1.36 |
| | Abrazadera 1" | u | 16.1533333 | 0.07 | 1.13 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 5.86 | 0.06 | 0.35 |
| | | | | **Total** | **1974.74** |

**Tabla 33.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Quinto Piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | $191.99 | $383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | $245.00 | $0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | $1,646.00 | $0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | $0.58 | $2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 34.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Quinto Piso)

**Sexto Piso Departamento 9 y 10 (cable UTPCAT6)**

| | Listado de Materiales Pasivos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| **Tuberias y Cables** | Cable UTP CAT6 Horizontal | m | 367.09 | 0.33 | 121.14 |
| | Cable UTP CAT6 Vertical | m | 90.00 | 0.33 | 29.70 |
| | Politubo de 3/4" | m | 30.00 | 0.38 | 11.40 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 24.23 | 33.61 | 814.37 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 8.79 | 1.67 | 14.68 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 35.61 | 1.23 | 43.80 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19'' | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 101 | 0.02 | 2.02 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 113 | 0.01 | 1.36 |
| | Abrazadera 1" | u | 16 | 0.07 | 1.13 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 6 | 0.06 | 0.35 |
| | | | | **Total** | **1,966.07** |

**Tabla 35. .** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 (Sexto Piso)

| | Listado de Materiales Activos | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 36.**Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 (Sexto Piso)

### 5.2.2. Diseño con cable UTPCAT6 y Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm

### Planta Baja Comercio (UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm.)

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario ($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT5 Horizontal | m | 172.63 | 0.23 | 56.97 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 0 | 1.67 | 0.00 |
| | Politubo de 3/4" | m | 12 | 0.38 | 4.56 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 0.59 | 33.61 | 19.83 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 6.67 | 1.67 | 11.14 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 56.52 | 1.23 | 69.52 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 15 | 8.20 | 123.00 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 0 | 0.70 | 0.00 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 4 | 0.70 | 2.80 |
| | Jacks RJ-45 | u | 12 | 1.79 | 21.48 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 1 | 71.00 | 71.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 1 | 1368.00 | 1368.00 |
| | Rack 19" | u | 0 | 156.00 | 0.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 2 | 36.00 | 72.00 |
| | Patch Cord CAT5 UTP 2m | u | 12 | 0.95 | 11.40 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 10 | 0.02 | 0.21 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 10 | 0.01 | 0.12 |
| | Abrazadera 1" | u | 4 | 0.07 | 0.31 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 38 | 0.06 | 2.26 |
| | | | | **Total** | **1834.60** |

**Tabla 37**.Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario ($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 1 | 191.99 | 191.99 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 1 | 1,646.00 | 1,646.00 |
| | Cable de energia | m | 7.5 | 0.58 | 4.35 |
| | | | | **Total** | **1,842.34** |

**Tabla 38.** .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

**Primer Piso Oficina 1 y 2 (UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm.)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT5 Horizontal | m | 764.43 | 0.23 | 252.26 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 15 | 1.67 | 25.05 |
| | Politubo de 3/4" | m | 84 | 0.38 | 31.92 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 59.92 | 33.61 | 2013.91 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1'' | m | 29.36 | 1.67 | 49.03 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 26.92 | 1.23 | 33.11 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 58 | 8.20 | 475.60 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 26 | 0.70 | 18.20 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Jacks RJ-45 | u | 58 | 1.79 | 103.82 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 3 | 71.00 | 213.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 58 | 0.95 | 55.10 |
| | Taco Fisher | u | 244 | 0.02 | 4.87 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 252 | 0.01 | 3.02 |
| | Abrazadera 1" | u | 40 | 0.07 | 2.80 |
| | Abrazadera 3/4'' | u | 20 | 0.06 | 1.17 |
| | | | | **Total** | **3476.27** |

**Tabla 39.** .Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 0 | 191.99 | 0.00 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 2 | 245.00 | 490.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **492.90** |

**Tabla 40.** .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

**Segundo Piso Departamento 1 y 2 (UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm.)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT5 Horizontal | m | 455.92 | 0.23 | 150.45 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 30.00 | 1.67 | 50.10 |
| | Politubo de 3/4" | m | 36.00 | 0.38 | 13.68 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 28.25 | 33.61 | 949.48 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1'' | m | 11.62 | 1.67 | 19.41 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4'' | m | 26.17 | 1.23 | 32.19 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 19 | 8.20 | 155.80 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 10 | 0.70 | 7.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 34 | 1.79 | 60.86 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 34 | 0.95 | 32.30 |
| | Taco Fisher | u | 117 | 0.02 | 2.34 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 129 | 0.01 | 1.55 |
| | Abrazadera 1" | u | 19 | 0.07 | 1.32 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 8 | 0.06 | 0.46 |
| | | | | **Total** | **1812.34** |

**Tabla 41.** .Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 42.** .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

**Tercer Piso Departamento 3 y 4 (UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm.)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT5 Horizontal | m | 428.05 | 0.23 | 141.26 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 45.00 | 1.67 | 75.15 |
| | Politubo de 3/4" | m | 36.00 | 0.38 | 13.68 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 28.25 | 33.61 | 949.48 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 11.62 | 1.67 | 19.41 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 26.17 | 1.23 | 32.19 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 10 | 0.70 | 7.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 34 | 1.79 | 60.86 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 34 | 0.95 | 32.30 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 117 | 0.02 | 2.34 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 129 | 0.01 | 1.55 |
| | Abrazadera 1" | u | 19 | 0.07 | 1.32 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 8 | 0.06 | 0.46 |
| | | | | **Total** | **2,180.79** |

**Tabla 43.** .Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 44.** .Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

**Cuarto Piso Departamento 5 y 6 (UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm.)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT5 Horizontal | m | 380 | 0.23 | 125.27 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 60 | 1.67 | 100.20 |
| | Politubo de 3/4" | m | 30 | 0.38 | 11.40 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 24.23 | 33.61 | 814.37 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 8.79 | 1.67 | 14.68 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 35.61 | 1.23 | 43.80 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| | Taco Fisher | u | 101 | 0.02 | 2.02 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 113 | 0.01 | 1.36 |
| | Abrazadera 1" | u | 16 | 0.07 | 1.13 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 6 | 0.06 | 0.35 |
| | | | | **Total** | **2,040.70** |

**Tabla 45.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Cuarto Piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 46**.Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta Baja)

**Quinto Piso Departamento 7 y 8 (UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm.)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable UTP CAT5 Horizontal | m | 379.60 | 0.23 | 125.27 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 75.00 | 1.67 | 125.25 |
| | Politubo de 3/4" | m | 55.00 | 0.38 | 20.90 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 24.23 | 33.61 | 814.37 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1'' | m | 8.79 | 1.67 | 14.68 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4'' | m | 35.61 | 1.23 | 43.80 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 101 | 0.02 | 2.02 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 113 | 0.01 | 1.36 |
| | Abrazadera 1" | u | 16.1533333 | 0.07 | 1.13 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 5.86 | 0.06 | 0.35 |
| | | | | **Total** | **2075.24** |

**Tabla 47**. Elementos activos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto Piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P.Unitario($)** | **P.Total ($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | 191.99 | $383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | 245.00 | $0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | $0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | $2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 48.** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT6 y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto Piso)

**Sexto Piso Departamento 9 y 10 (UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm.)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P.Total($)** |
| **Tuberias y Cables** | Cable UTP CAT5 Horizontal | m | 367.09 | 0.23 | 121.14 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 90.00 | 1.67 | 150.30 |
| | Politubo de 3/4" | m | 30.00 | 0.38 | 11.40 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 24.23 | 33.61 | 814.37 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 8.79 | 1.67 | 14.68 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 35.61 | 1.23 | 43.80 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 101 | 0.02 | 2.02 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 113 | 0.01 | 1.36 |
| | Abrazadera 1" | u | 16 | 0.07 | 1.13 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 6 | 0.06 | 0.35 |
| | | | | **Total** | **2,086.67** |

**Tabla 49.** Elementos activos con la solución de cable UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto Piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-24p) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (D-Link DES-1210-52) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 50.** Elementos pasivos con la solución de cable UTPCAT5e y F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto Piso)

### 5.2.3. Diseño Fibra óptica multimodo 62.5/125.

**Planta baja Comercio 1 (Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 172.63 | 0.33 | 56.97 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 0 | 0.33 | 0.00 |
| | Politubo de 3/4" | m | 12 | 0.38 | 4.56 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 7.3 | 33.61 | 245.35 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 55.6 | 1.67 | 92.85 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 3/4" | m | 0 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 15 | 8.20 | 123.00 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 0 | 0.70 | 0.00 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 4 | 0.70 | 2.80 |
| | Jacks RJ-45 | u | 12 | 1.79 | 21.48 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 1 | 71.00 | 71.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 1 | 1368.00 | 1368.00 |
| | Rack 19" | u | 0 | 156.00 | 0.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 2 | 36.00 | 72.00 |
| | Patch Cord CAT5 UTP 2m | u | 12 | 0.95 | 11.40 |
| | Conector SC doble | u | 12 | 3.80 | 45.60 |
| | Taco Fisher | u | 37 | 0.02 | 0.74 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 37 | 0.01 | 0.45 |
| | Abrazadera 1" | u | 37 | 0.07 | 2.59 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 0 | 0.06 | 0.00 |
| | | | | Total | 2118.80 |

**Tabla 51.** Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta baja)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 1 | 191.99 | 191.99 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 1 | 1,646.00 | 1,646.00 |
| | Cable de energia | m | 7.5 | 0.58 | 4.35 |
| | | | | **Total** | **$1,842.34** |

**Tabla 52.** Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Planta baja)

**Primer piso Oficina 1 y 2 (Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm).**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 764.43 | 0.33 | 252.26 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 15 | 0.33 | 4.95 |
| | Politubo de 3/4" | m | 84 | 0.38 | 31.92 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 72.12 | 33.61 | 2423.95 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 1" | m | 40.22 | 1.67 | 67.17 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 3/4" | m | 0 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 58 | 8.20 | 475.60 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 26 | 0.70 | 18.20 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Jacks RJ-45 | u | 58 | 1.79 | 103.82 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 3 | 71.00 | 213.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 58 | 0.95 | 55.10 |
| | Conector SC doble | u | 58 | 3.80 | 220.40 |
| **Herrajeria** | Taco Fisher | u | 292 | 0.02 | 5.85 |
| | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 300 | 0.01 | 3.61 |
| | Abrazadera 1" | u | 27 | 0.07 | 1.88 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 0 | 0.06 | 0.00 |
| | | | | Total | 4071.10 |

**Tabla 53.** Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Primer piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 0 | 191.99 | $0.00 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 2 | 245.00 | $490.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | $0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | $2.90 |
| | | | | Total | $492.90 |

**Tabla 54** .Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Primer piso)

**Segundo Piso Departamento 1 y 2 (Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| **Tuberias** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 455.92 | 0.33 | 150.45 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 30 | 0.33 | 9.90 |
| | Politubo de 3/4" | m | 36 | 0.38 | 13.68 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 35.8 | 33.61 | 1203.24 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 1" | m | 36.94 | 1.67 | 61.69 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 3/4" | m | 0 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 19 | 8.20 | 155.80 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 10 | 0.70 | 7.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 34 | 1.79 | 60.86 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 34 | 0.95 | 32.30 |
| | Conector SC doble | u | 34 | 3.80 | 129.20 |
| | Taco Fisher | u | 147 | 0.02 | 2.94 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 159 | 0.01 | 1.91 |
| | Abrazadera 1" | u | 25 | 0.07 | 1.72 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 0 | 0.06 | 0.00 |
| | | | | **Total** | **2166.10** |

**Tabla 55.** Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Segundo piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **P. Unitario($)** | **P. Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **$386.88** |

**Tabla 56.** Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Segundo piso)

**Tercer Piso Departamento 3 y 4 (Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario($)** | **Precio Total($)** |
| **Tuberias** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 428.05 | 0.33 | 141.26 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 45.00 | 0.33 | 14.85 |
| | Politubo de 3/4" | m | 36.00 | 0.38 | 13.68 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 35.8 | 33.61 | 1203.24 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 1" | m | 36.94 | 1.67 | 61.69 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado MT 3/4" | m | 0.00 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 10 | 0.70 | 7.00 |
| | Jacks RJ-45 | u | 34 | 1.79 | 60.86 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 34 | 0.95 | 32.30 |
| | Conector SC doble | u | 34 | 3.80 | 129.20 |
| | Taco Fisher | u | 147 | 0.02 | 2.94 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 159 | 0.01 | 1.91 |
| | Abrazadera 1" | u | 25 | 0.07 | 1.72 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 0 | 0.06 | 0.00 |
| | | | | **Total** | **2514.45** |

**Tabla 57.** Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Tercer piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario($)** | **Precio Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **$386.88** |

**Tabla 58.** Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Tercer piso)

**Cuarto Piso Departamento 5 y 6 (Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario($)** | **Precio Total($)** |
| **Tuberias** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 380 | 0.33 | 125.27 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 60 | 0.33 | 19.80 |
| | Politubo de 3/4" | m | 30 | 0.38 | 11.40 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 35.8 | 33.61 | 1203.24 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1'' | m | 36.94 | 1.67 | 61.69 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 0 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| | Conector SC doble | u | 28 | 3.80 | 106.40 |
| | Taco Fisher | u | 147 | 0.02 | 2.94 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 159 | 0.01 | 1.91 |
| | Abrazadera 1" | u | 25 | 0.07 | 1.72 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 0 | 0.06 | 0.00 |
| | | | | **Total** | **2460.50** |

**Tabla 59.** Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Cuarto piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario($)** | **Precio Tota($)l** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 60.** Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Cuarto piso)

**Quinto Piso Departamento 7 y 8 (Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario($)** | **Precio Total($)** |
| **Tuberias** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 379.6 | 0.33 | 125.27 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 75 | 0.33 | 24.75 |
| | Politubo de 3/4" | m | 55 | 0.38 | 20.90 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 29.45 | 33.61 | 989.81 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 36.34 | 1.67 | 60.69 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 0 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| | Conector SC doble | u | 28 | 3.80 | 106.40 |
| | Taco Fisher | u | 122 | 0.02 | 2.44 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 134 | 0.01 | 1.61 |
| | Abrazadera 1" | u | 24 | 0.07 | 1.70 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 0 | 0.06 | 0.00 |
| | | | | **Total** | **2259.68** |

**Tabla 61.** Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario($)** | **Precio Total($)** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 62.** Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Quinto piso)

**Sexto Piso Departamento 9 y 10 (Fibra óptica multimodo 62.5/125 µm)**

| Listado de Materiales Pasivos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario($)** | **Precio Total($)** |
| **Tuberias y Cables** | Cable F.O Multimodo Horizontal | m | 367.09 | 0.33 | 121.14 |
| | Cable F.O Multimodo Vertical | m | 90.00 | 0.33 | 29.70 |
| | Politubo de 3/4" | m | 30.00 | 0.38 | 11.40 |
| | Canaleta Escalerilla 15x8x2.4 | m | 29.45 | 33.61 | 989.81 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 1" | m | 36.34 | 1.67 | 60.69 |
| | Tuberia de Hierro Galvanizado 3/4" | m | 0 | 1.23 | 0.00 |
| | Cajas de Paso 180x140x80mm | u | 62 | 8.20 | 508.40 |
| **Área de trabajo** | Faceplate 2 puertos | u | 2 | 0.70 | 1.40 |
| | Faceplate 3 puertos | u | 8 | 0.70 | 5.60 |
| | Jacks RJ-45 | u | 28 | 1.79 | 50.12 |
| **Cuarto de Telecomunicaciones** | Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON | u | 2 | 71.00 | 142.00 |
| | RACK PISO QUEST GF-2155 | u | 0 | 1368.00 | 0.00 |
| | Rack 19" | u | 1 | 156.00 | 156.00 |
| | Organizador de cables 19" | u | 1 | 36.00 | 36.00 |
| | Patch Cord UTP 2m | u | 28 | 0.95 | 26.60 |
| | Conector SC doble | u | 28 | 3.80 | 106.40 |
| | Taco Fisher | u | 122 | 0.02 | 2.44 |
| **Herrajeria** | Tornillo Triple Pato 1/8 | u | 134 | 0.01 | 1.61 |
| | Abrazadera 1" | u | 24 | 0.07 | 1.70 |
| | Abrazadera 3/4" | u | 0 | 0.06 | 0.00 |
| | | | | **Total** | **2,251.00** |

**Tabla 63.** Elementos activos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto piso)

| Listado de Materiales Activos | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **Material** | **Unidades** | **Cantidades** | **Precio Unitario** | **Precio Total** |
| | | | | | |
| **Datos, Vigilancia y Televisión** | Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L) | u | 2 | 191.99 | 383.98 |
| | Switch Capa 2 (WS-C2960-48TT-L) | u | 0 | 245.00 | 0.00 |
| | Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S) | u | 0 | 1,646.00 | 0.00 |
| | Cable de energia | m | 5 | 0.58 | 2.90 |
| | | | | **Total** | **386.88** |

**Tabla 64.** Elementos pasivos con la solución F.O Multimodo 62.5/125 µm. (Sexto piso)

## 5.3 Anexo 3:

### Tabla de Distribuidores de Materiales.

| MATERIAL | FUENTE |
|---|---|
| **100 Base-FX Mini GBIC SFP Transceiver** | http://www.provantage.com/cisco-systems-mfefx1~7LNKW02A.htm |
| **ACTi TCM-1511 H.264/M-JPEG/MPEG-4 MegaPixel Indoor** | http://securitybestbuy.com/index.php?main_page=product_info&cPath=74_244&products_id=1539 |
| **Cable F.O Multimodo** | http://www.sutelcom.com/index.php?page=shop.product_details&category_id=1&flypage=shop.flypage&product_id=10&option=com_virtuemart&Itemid=93&vmcchk=1 |
| **Cajas de Paso 180x140x80mm** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Canaleta Escalerilla 15x8x2.4** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Cisco 100 Base-FX Mini GBIC SFP Transceiver** | http://www.amazon.com/Cisco-Linksys-MFEFX1-Base-FX-Mini-GBIC-Transceiver/dp/B000OH156W |
| **Conector para varilla intelli** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Conector SC DOBLE** | http://us.ebid.net/for-sale/sc-duplex-fiber-optic-connector-multimode-ivory-housi-25117143.htm |
| **Des-1210-52** | http://www.techonweb.com/products/productdetail.aspx?id=A0C0FP&src=FG&utm_source=froogle&utm_medium=cse&utm_campaign=feeds&dt=0902_0902 |
| **D-Link DES 1210-28p** | http://www.amazon.com/Web-Smart-24-PORT-10-100MBPS/dp/B003G2OVBI |
| **Ducto de Acero Galvanizado MT 1''** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Ducto de Acero Galvanizado MT 3/4''** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Faceplate 2 puertos** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Faceplate 3 puertos** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Jacks RJ-45** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Organizador de cables 19''** | http://articulo.mercadolibre.com.ec/MEC-8286922-organizador-de-cables-para-rack-de-19-2ur-_JM |
| **Patch Cord UTP 2m** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Patch Panel 25 puertos HEMBRA LEVITON** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Politubo de 3/4''** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Rack 19''** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **RACK PISO QUEST GF-2155** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Switch Capa 2 (WS-C2960-24TC-L)** | http://www.compuvest.com/Search.jsp?Search=ASA550550BUNK9&advsite=froogle&sku=716003663-00&dp=43:MJS:47380:0:0: |
| **Switch Capa 3 (WS-C3560V2-24TS-S)** | http://www.itworldz.com/index.php?module=products&product_id=61684&src=ggl |
| **Taco Fisher** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Tornillo Triple Pato 1/8** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |
| **Varilla de 5/8 x 1.8 m reforzada** | Electro Instalaciones SA Cuenca-Ecuador |