



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons  
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite  
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**



**DISEÑO DE INFRAESTRUCTURA DE TELECOMUNICACIONES PARA UN  
DATA CENTER**

Tesis para optar el Título de Ingeniera de las Telecomunicaciones, que presenta el  
bachiller:

**Liliana Raquel Castillo Devoto**

**ASESOR: Angelo Velarde Criado**

Lima, noviembre del 2008

## Resumen

La presente tesis consiste en brindar una metodología de diseño de infraestructura de telecomunicaciones para la implementación de un centro de datos en el local de una empresa que ha establecido su planta de producción en nuestro país. Este diseño se centrará en el sistema de cableado estructurado y de puesta a tierra para telecomunicaciones.

El contenido del primer capítulo se centra en la descripción del problema a resolver, es decir se describirá las características más resaltantes del edificio así como las condiciones establecidas por el cliente. Para poder dar una adecuada solución, se establecerán objetivos de la investigación así como sus alcances.

El segundo capítulo presenta una referencia teórica de las diferentes normas que regirán el diseño.

En el tercer capítulo se presenta la propuesta técnica. Primero se definirá la mejor ubicación para el centro de datos así como su diseño físico. Se continuará con la justificación del medio de transmisión a utilizar y las rutas que seguirán los cables de datos. También se dará detalle de la solución de puesta a tierra escogida, es decir el diseño del aterramiento en el cuarto de equipos, los componentes que se utilizarán y las rutas de los cables de puesta a tierra.

En el cuarto capítulo se realiza una descripción de los materiales a utilizar para luego poder determinar la inversión económica que implica sólo la compra de estos materiales.

Por último, se presentan las conclusiones que se pudieron sacar a lo largo del trabajo, así como de la implementación de este. Además, se hacen algunas recomendaciones para la implementación e investigaciones que servirán para futuros diseños.

## Tema de tesis

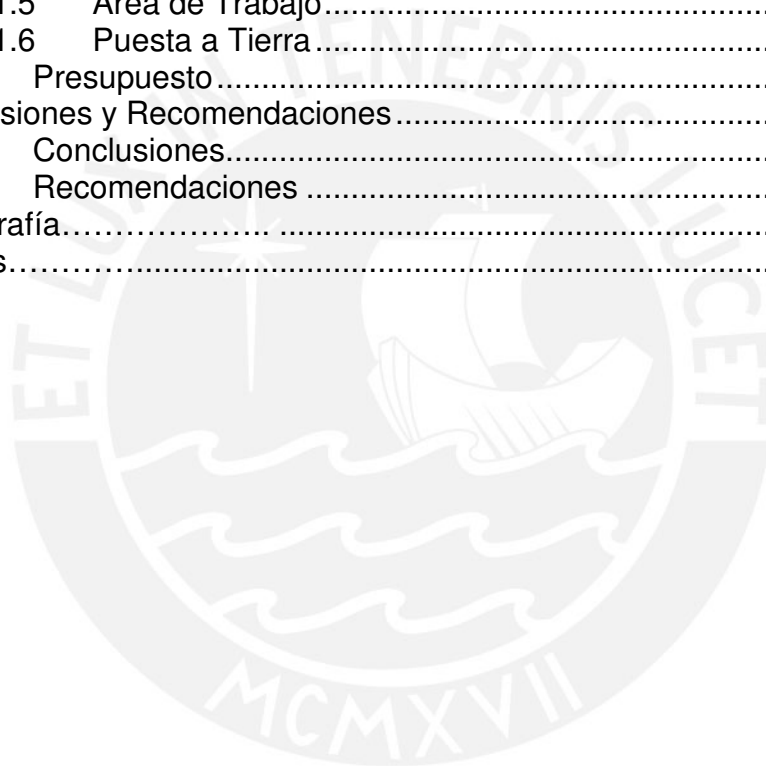




## Índice

Carátula.....	i
Resumen.....	ii
Tema de tesis.....	iii
Índice.....	v
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Figuras.....	vii
Lista de Tablas.....	viii
Introducción.....	1
Capítulo 1 – Aspectos Generales .....	2
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Alcance y Objetivos.....	3
1.3 Descripción de las instalaciones .....	5
1.3.1 Primer piso .....	5
1.3.2 Segundo piso .....	6
Capítulo 2 – Marco Teórico.....	8
2.1 ¿Qué es el Cableado Estructurado? .....	8
2.2 Estándar de Cableado para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales: Norma ANSI/TIA/EIA 568-B .....	10
2.2.1 Subsistemas del Cableado Estructurado.....	11
2.2.2 Subsistema de Cableado Horizontal .....	11
2.2.3 Área de trabajo .....	15
2.2.4 Subsistema de Cableado Vertical.....	16
2.2.5 Cuarto de Telecomunicaciones .....	17
2.2.6 Cuarto de Equipos.....	18
2.2.7 Cuarto de Entrada de Servicios.....	18
2.2.8 Subsistema de Administración .....	20
2.3 Estándar de Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales: Norma ANSI/TIA/EIA 569-A .....	20
2.3.1 Cuarto de Entrada de Servicios.....	21
2.3.2 Cuarto de Equipos.....	21
2.3.3 Cuarto de Telecomunicaciones .....	22
2.3.4 Rutas del cableado horizontal .....	22
2.4 Medios de Transmisión .....	23
2.4.1 Cable UTP (Unshield Twisted Pair) .....	23
2.4.2 Fibra Óptica.....	25
2.5 Requerimientos de puesta y conexiones a tierra para telecomunicaciones: Norma ANSI/TIA/EIA 607 .....	27
2.6 Administración para Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales: Norma TIA/EIA 606.....	32
2.7 Infraestructura de Telecomunicaciones para Data Centres: Norma TIA 942 .....	37
2.7.1 Disposición Espacial.....	38
2.7.2 Infraestructura de Cableado .....	40
2.7.3 Niveles de Redundancia.....	41
Capítulo 3 – Propuesta Técnica.....	44
3.1 Generalidades.....	44

3.2	Ubicación del Centro de Datos.....	46
3.3	Diseño del Centro de Datos .....	48
3.4	Ubicación del cuarto de Telecomunicaciones .....	59
3.5	Cableado Horizontal.....	60
3.6	Cableado Vertical.....	66
3.7	Área de Trabajo .....	67
3.8	Puesta a Tierra.....	68
3.9	Subsistema de Administración .....	73
Capítulo 4	– Requerimiento de Hardware e Inversión de la solución.....	79
4.1	Descripción de Materiales .....	79
4.1.1	Cableado Horizontal.....	79
4.1.2	Cableado Vertical .....	83
4.1.3	Cuarto de equipos .....	83
4.1.4	Cuarto de Telecomunicaciones .....	86
4.1.5	Área de Trabajo.....	87
4.1.6	Puesta a Tierra.....	88
4.2	Presupuesto.....	92
Conclusiones y Recomendaciones	.....	95
5.1	Conclusiones.....	95
5.2	Recomendaciones .....	97
Bibliografía.....		98
Anexos.....		103



## Lista de Figuras

Figura 2.1	–	Subsistema de Cableado Horizontal.....	12
Figura 2.2	–	Distancias Máximas para el Cableado Horizontal .....	13
Figura 2.3	–	Patch Panel y módulo Jack .....	13
Figura 2.4	–	<i>Patch Cord</i> .....	14
Figura 2.5	–	<i>Outlet</i> .....	14
Figura 2.6	–	Outlet con adaptador .....	16
Figura 2.7	–	Subsistema de Cableado Vertical .....	17
Figura 2.9	–	Puesta a Tierra para Telecomunicaciones .....	31
Figura 2.10	–	<i>Outlet con faceplate</i> etiquetado .....	36
Figura 2.11	–	<i>Patch Panels</i> etiquetados .....	36
Figura 2.12	–	Bandeja etiquetada .....	37
Figura 2.13	–	Esquema de un Centro de Datos .....	40
Figura 3.1	–	Diseño del Centro de Datos .....	52
Figura 3.2	–	Disposición de luminarias y bandejas bajo el falso piso.....	55
Figura 3.3	–	Gabinete de Voz.....	56
Figura 3.4	–	Gabinete de Datos .....	57
Figura 3.5	–	Gabinete de Servidores .....	58
Figura 3.6	–	Gabinete del 1er piso .....	60
Figura 3.7	–	Enlace equipotencial debajo del falso piso.....	69
Figura 3.8	–	Aterramiento en el Centro de Datos .....	72
Figura 3.9	–	Caja de paso con enlace TBB .....	73
Figura 4.1	–	Accesorios para la unión de bandejas.....	80
Figura 4.2	–	Accesorio de unión rápida de bandejas .....	81
Figura 4.3	–	Accesorio para la salida de los cables de las bandejas .....	81
Figura 4.4	–	Accesorio anclaje de bandejas .....	82
Figura 4.5	–	Soporte de bandejas para falso piso .....	82
Figura 4.6	–	Bandeja de fibra .....	84
Figura 4.7	–	Panel con 6 acopladores dobles LC-LC.....	85
Figura 4.8	–	Conector LC .....	85
Figura 4.9	–	Gabinete para exteriores .....	87
Figura 4.10	–	Kit RGCBNJ660P22 .....	89
Figura 4.11	–	Puesta a tierra de un gabinete.....	90
Figura 4.12	–	Abrazadera tipo U de bronce .....	91
Figura 4.13	–	Abrazadera tipo U de bronce .....	91
Figura 4.14	–	Conector de aterrizaje para bandejas.....	91



## Lista de Tablas

Tabla 2.1: Tipo de cableado reconocido y sus distancias máximas.....	17
Tabla 2.2: Comparación de parámetros de transmisión entre cables UTP cat. 5e y 6.....	25
Tabla 2.3: Comparación de parámetros de transmisión entre cables UTP de cat. 6 y 6A.....	25
Tabla 2.4: Dimensionamiento del TBB.....	30
Tabla 2.5: Sistema de Rotulación para elementos del cableado estructurado .	34
Tabla 3.1: Especificaciones de los puntos en el 1er piso.....	45
Tabla 3.2: Especificación de de los puntos en el 2do piso.....	46
Tabla 3.3: Etiquetas de los cuartos de Telecomunicaciones .....	73
Tabla 3.4: Etiquetas de los paneles del gabinete de voz del 2do piso.....	74
Tabla 3.5: Etiquetas de los paneles del gabinete de datos del 2do piso.....	74
Tabla 3.6: Etiquetas de los paneles del gabinete del 1er piso .....	74
Tabla 3.7: Especificación de de los puntos en el 2do piso.....	76



## Introducción

En el cada vez más competitivo mundo de los negocios, el manejo de información se ha convertido en factor esencial para el desarrollo y crecimiento de las empresas. La buena elección de una plataforma de sistemas de comunicaciones hará que el negocio tenga más posibilidades de asegurar una posición exitosa en el futuro.

Los Centros de Datos o *Data Center*, ya sea para mantener las necesidades de una sola empresa o alojar decenas de miles de sitios de Internet de clientes, son esenciales para el tráfico, procesamiento y almacenamiento de información. Por ello, es que deben ser extremadamente confiables y seguros al tiempo que deben ser capaces de adaptarse al crecimiento y la reconfiguración.

Para diseñar un *Data Center* se deben tener en cuenta varios factores más allá del tamaño y la cantidad de equipos de datos que éste debiera albergar. Establecer el lugar físico, acceso a la energía, nivel de redundancia, cantidad de refrigeración, rigurosa seguridad y tipo de cableado son algunos de los factores a considerar.

Para lograr un buen diseño se debe seguir las recomendaciones que los estándares brindan, además de saber cómo aplicarlas a las propiedades específicas de cada local. Por ello, es que se requiere conocimiento de las diferentes normas así como un análisis riguroso del edificio. Sin embargo, el diseño depende mucho de la opinión del cliente pues es este quien finalmente decide qué es lo que se implementará.

A lo largo de la presente tesis se irá analizando todos estos factores para poder realizar un diseño que se ajuste a las necesidades del cliente y del edificio.

## **Capítulo 1**

### **Aspectos Generales**

#### **1.1 Planteamiento del problema**

El caso escogido es el de una empresa comercializadora de diferentes productos higiénicos que importaba sus productos y luego los comercializaba en el Perú. Al transcurrir de los años esta compañía aumentó su mercado y con ello sus ventas tanto en nuestro país como a nivel de continente, por lo que decidió instalar una fábrica en el Perú para que sea la sede central de Latinoamérica, escogiendo como localización el distrito de Ate. En dicho local lo primero que se construyó fue la planta de producción que ocupa casi el 80% del primer piso, sin embargo ahora se ha planificado construir las oficinas de administración y comercial, las cuales estarán ubicadas en el segundo piso y unos cuantos módulos en el primer piso, que serán de uso variado.

La empresa construyó todos los módulos y oficinas que creyó conveniente y ahora necesita encontrar la mejor solución para proveerlos de diferentes servicios, como lo son la alimentación eléctrica, conexión de red de área local, comunicación por voz, seguridad y control de acceso.

Es en este contexto en donde se ha pedido un diseño de infraestructura de telecomunicaciones tanto para el primer piso como

para el segundo. Este diseño debe incluir la mejor ubicación para el Centro de Datos así como los diferentes medios, materiales a usar y consideraciones para lograr distribuir el cableado a todos los módulos, en otras palabras, el sistema de cableado estructurado. Además, se debe especificar el sistema de protección para los equipos de telecomunicaciones, es decir, que se debe diseñar y precisar los datos acerca del sistema de puesta a tierra especial para un *Data Center*.

En el segundo piso se han construido 31 zonas independientes y en el primero sólo 10. Este dato es sin contar las áreas que han sido designados como servicios higiénicos o vestuarios, además se debe indicar que no todas las zonas se considerarán áreas de trabajo, ya que muchas de ellas no requerirán puntos de voz ni datos. Para mayor detalle de la distribución física ver el punto 1.4.

Vale recalcar que toda la instalación deberá cumplir con las normas establecidas, además de usarse materiales que hayan sido certificados por los estándares. Una vez finalizada la implementación, se debe certificar cada punto de conexión de red para concluir todo el trabajo.

## 1.2 Alcance y Objetivos

La presente tesis estudia todos los aspectos relacionados con la instalación de un sistema de cableado estructurado y de protección a tierra de equipos de telecomunicaciones en las oficinas de una nueva planta de producción para al final ofrecer una metodología de diseño que se adecue a este caso especial. Dicho sistema de telecomunicaciones debe ser lo suficientemente confiable y flexible para poder cumplir con las necesidades actuales y futuras de comunicaciones, independientemente de los cambios que pudieran suscitarse con relación al diseño de nuevas tecnologías y equipos, sin importar el fabricante de los mismos.

Para empezar se desarrollará el marco teórico, cuyo contenido primero consiste en la explicación de los componentes más importantes de los

Centros de Datos como lo son el sistema de cableado estructurado y la puesta a tierra para equipos de telecomunicaciones, de los cuales se informará acerca de sus principales características, normas y componentes. Después, se describirá los rasgos más importantes de un *Data Center*, su importancia en todo centro laboral y los sistemas que involucra.

Luego, se planteará un diseño de infraestructura de red, lo que incluye un análisis de las rutas de cableado, los métodos y los materiales a usar. Además, se dará una propuesta técnica en cada subsistema comprendido, así como el presupuesto económico que supondrá.

Cabe repetir que este trabajo se centrará básicamente en el sistema de cableado estructurado y su correspondiente sistema de puesta a tierra para telecomunicaciones, por lo que no se dará mayor detalle de los otros sistemas necesarios para implementar todo el *Data Center*, es decir, se informará acerca de consideraciones básicas que se deben tener para que todos los sistemas convivan armoniosamente en la infraestructura.

Por otro lado, la construcción del edificio está concluida; el cliente ha edificado según sus criterios por lo que muchas de las características del inmueble no pueden ser modificadas, en otras palabras, no se puede considerar una solución que involucre la demolición de la estructura creada.

Se asume que todos los demás sistemas como el eléctrico, el de aire acondicionado, el de detección y tuberías de agua, han coordinado previamente las rutas con nuestra solución propuesta, es decir que nuestro diseño ha sido realizado tomando en cuenta los demás sistemas de cableado. Asimismo, se asume que el sistema de aire acondicionado en el lugar donde se ubicará el cuarto de equipos estará diseñado de acuerdo a los requerimientos y ubicación de los equipos.

### 1.3 Descripción de las instalaciones

La sede de producción de esta compañía se encuentra en un edificio que consta de 2 pisos y azotea. El sector considerado para las oficinas y cuartos de uso variado, posee un área de 12,25 m. de ancho por 77,78 m. de largo, es decir 952,805 m<sup>2</sup>.

#### 1.3.1 Primer piso

El primer piso consta del área de producción, el cuál ocupa aproximadamente el 80% de dicha planta, por lo que en todo este espacio no se ha considerado la instalación de algún punto de conexión a la red de datos o voz.

El área total a tratar ha sido contemplada para los trabajos de mantenimiento de la fábrica, por lo tanto la mayoría de espacios no requerirá puntos de conexión a la red o de voz. Cabe mencionar que en este nivel se ubican los servicios higiénicos de todo el personal que trabaja en la planta de producción, por lo que el espacio asignado a los baños y vestuarios es bastante amplio.

Mayor detalle se puede ver en el plano N° 1 “Distribución de Zonas del 1er piso”.

Se puede ver que muchos de estos sectores son para trabajos físicos, por lo tanto, sólo las siguientes áreas requerirán conexión:

- Asistentes
- Oficina A
- Laboratorio de Control
- Supervisor



- Solicitud de pedidos
- Sala de pruebas
- Almacén 1
- Supervisión y Mantenimiento

Las paredes están construidas con material noble y durante la construcción se han colocado tuberías de PVC para el sistema de cables de datos. Las cajas de paso metálicas para este cableado ya fueron colocadas, sin embargo falta definir la ubicación exacta de los puntos de conexión en cada área, así como también la cantidad.

El techo de este nivel mide 2,50 m., y tiene vigas bastante amplias.

El área ocupada por los asistentes, la Oficina A y el laboratorio de control cuenta con piso cerámico de losetas de 45x45 cm. Las otras zonas de este nivel tienen un piso de cemento pulido.

### 1.3.2 Segundo piso

En el segundo piso es donde están ubicadas todas las oficinas administrativas, además de varias salas de reuniones. Debido a que el edificio tiene planta rectangular, se ha dispuesto de un pasillo longitudinal con los despachos y zonas de trabajo ubicados a ambos lados del mismo.

A uno de los lados del pasillo, el cliente ha creado varias áreas de trabajo, separándolas con material pre-fabricado llamado *drywall*; cada separación se ha realizado con 2 láminas de *drywall*. A este lado del pasillo se tienen 15 módulos dispuestos uno al lado del otro, a excepción del que está separado por la escalera.

Al otro lado del pasillo, se tienen 16 zonas. Algunas de las que están designadas como salas de reuniones tienen láminas de *drywall* para separarlas de las áreas colindantes, sin embargo la mayoría de módulos están separados por mamparas de vidrio con estructuras de aluminio.

Por lo tanto, se puede decir que se tienen dos tipos de áreas de trabajo según el material con los que han sido construidos, uno de ellos hecho de *drywall* y otro hecho con mamparas sujetadas con estructuras de aluminio. Esto implica que no existan muchas paredes de concreto, a excepción de las que separan los módulos de los servicios higiénicos.

El detalle de la distribución de áreas de trabajo para este piso se puede ver en el plano N° 2 “Distribución de Zonas del 2do piso”.

A diferencia del primer piso, aquí las únicas zonas que no se considerarán áreas de trabajo por no requerir conexión de datos y voz serán los baños, el área donde se ubican los tableros eléctricos y el almacén de productos de oficina.

En este nivel no se cuenta con tuberías instaladas como se ha hecho en el primero y tampoco se tienen la disposición ni la cantidad exacta de los puntos a instalar.

El piso tanto de las oficinas como del pasillo cuenta con losetas de cerámicas de 40x40 cm. y el techo de este nivel mide 3.0 m.

A pesar de que ya se sabe la función de cada zona, aún no se ha establecido el lugar exacto de los puntos de red tanto en el primero como segundo piso. Por otro lado, la ubicación del Centro de Datos ha sido sugerida por el cliente, sin embargo se analizará con detalle a fin de aprobar este lugar, de no ser así se deberá buscar otro sitio. Para más información de este análisis ver la sección 3.2



## **Capítulo 2**

### **Marco Teórico**

#### **2.1 ¿Qué es el Cableado Estructurado?**

Un sistema de cableado estructurado es la infraestructura de cable que cumple una serie de normas y que está destinada a transportar las señales de un emisor hasta el correspondiente receptor, es decir que su principal objetivo es proveer un sistema total de transporte de información a través de un mismo tipo de cable (medio común).

Esta instalación se realiza de una manera ordenada y planeada lo cual ayuda a que la señal no se degrade en la transmisión y asimismo garantizar el desempeño de la red. El cableado estructurado se utiliza para transmitir voz, datos, imágenes, dispositivos de control, de seguridad, detección de incendios, entre otros.

Dicho sistema es considerado como un medio físico y pasivo para las redes de área local (LAN) de cualquier edificio en el cual se busca independencia con las tecnologías usadas, el tipo de arquitectura de red o los protocolos empleados. Por lo tanto el sistema es transparente ante redes Ethernet, Token Ring, ATM, RDSI o aplicaciones de voz, de control o detección. Es por esta razón que se puede decir que es un sistema flexible ya que tiene la capacidad de aceptar nuevas tecnologías solo teniéndose que cambiar los adaptadores electrónicos en cada uno de los extremos del sistema. La gran ventaja de esta

característica es que el sistema de cableado se adaptará a las aplicaciones futuras por lo que asegura su vigencia por muchos años. Cabe resaltar que la garantía mínima de un sistema de este tipo es mínimo de 20 años, lo que lo hace el componente de red de mayor duración y por ello requiere de atención especial.

Por otro lado, al ser una instalación planificada y ordenada, se aplican diversas formas de etiquetado de los numerosos elementos a fin de localizar de manera eficiente su ubicación física en la infraestructura. A pesar de que no existe un estándar de la forma cómo se debe etiquetar los componentes, dos características fundamentales son: que cada componente debe tener una etiqueta única para evitar ser confundido con otros elementos y que toda etiqueta debe ser legible y permanente. Los componentes que deberían ser etiquetados son: espacios, ductos o conductos, cables, hardware y sistema de puesta a tierra.

Asimismo se sugiere llevar un registro de toda esta información ya que luego serán de valiosa ayuda para la administración y mantenimiento del sistema de red, sin tener que recurrir a equipos sofisticados o ayuda externa. Además minimiza la posibilidad de alteración de cableado.

Hasta ahora todo lo dicho se puede traducir en un ahorro de costos, lo cual es uno de los puntos más delicados en toda instalación de red ya que generalmente los costos son elevados. Muchas personas tienden a no poner un sistema de cableado estructurado para ahorrar en la inversión, sin embargo, del monto total necesario sólo el 2% corresponde a la instalación de dicho sistema; en contraste, el 50% de las fallas de una red son ocasionadas por problemas en la administración física, específicamente el cableado.[18]

A pesar que el monto inicial de un cableado que no cumple con normas es menor que el de un cableado estructurado, este último significa un solo gasto en casi todo su tiempo de vida útil ya que ha sido planificado de acuerdo a las necesidades presentes y futuras de la red, lo cual

implica modificaciones mínimas del diseño original en el futuro. Además, se debe mencionar que todo cambio o modificación de una red se traduce en tiempos fuera de servicio mientras se realizan, lo cuales en muchas empresas significan menos productividad y puntos críticos si estos son muy prolongados. Por lo tanto un sistema de cableado estructurado, minorizará estos tiempos muertos.

En un sistema de cableado estructurado, se utiliza la topología tipo estrella, es decir que cada estación de trabajo se conecta a un punto central con un cable independiente al de otra estación. Esta concentración hará que se disponga de un conmutador o *switch* que sirva como bus activo y repetidor.

La ventaja de la concentración reside en la facilidad de interconexión, administración y mantenimiento de cada uno de los diferentes elementos. Además permite la comunicación con virtualmente cualquier dispositivo en cualquier lugar y en cualquier momento.

## **2.2 Estándar de Cableado para Telecomunicaciones en Edificios Comerciales: Norma ANSI/TIA/EIA 568-B**

Fue creado para:

- Establecer especificaciones de cableado que soporten las aplicaciones de diferentes vendedores.
- Brindar una guía para el diseño de equipos de telecomunicaciones y productos de cableado para sistemas de telecomunicaciones de organizaciones comerciales.
- Especificar un sistema general de cableado suficiente para soportar aplicaciones de datos y voz.
- Proveer pautas para la planificación e instalación de sistemas de cableado estructurado.

### 2.2.1 *Subsistemas del Cableado Estructurado*

La norma ANSI/TIA/EIA 568-B divide el cableado estructurado en siete subsistemas, donde cada uno de ellos tiene una variedad de cables y productos diseñados para proporcionar una solución adecuada para cada caso. Los distintos elementos que lo componen son los siguientes:

- Subsistema de cableado Horizontal
- Área de Trabajo
- Subsistema de cableado Vertical
- Cuarto de Telecomunicaciones
- Cuarto de Equipos
- Cuarto de Entrada de Servicio
- Subsistema de Administración

### 2.2.2 *Subsistema de Cableado Horizontal*

El cableado horizontal incorpora el sistema de cableado que se extiende desde el área de trabajo de telecomunicaciones hasta el cuarto de telecomunicaciones.

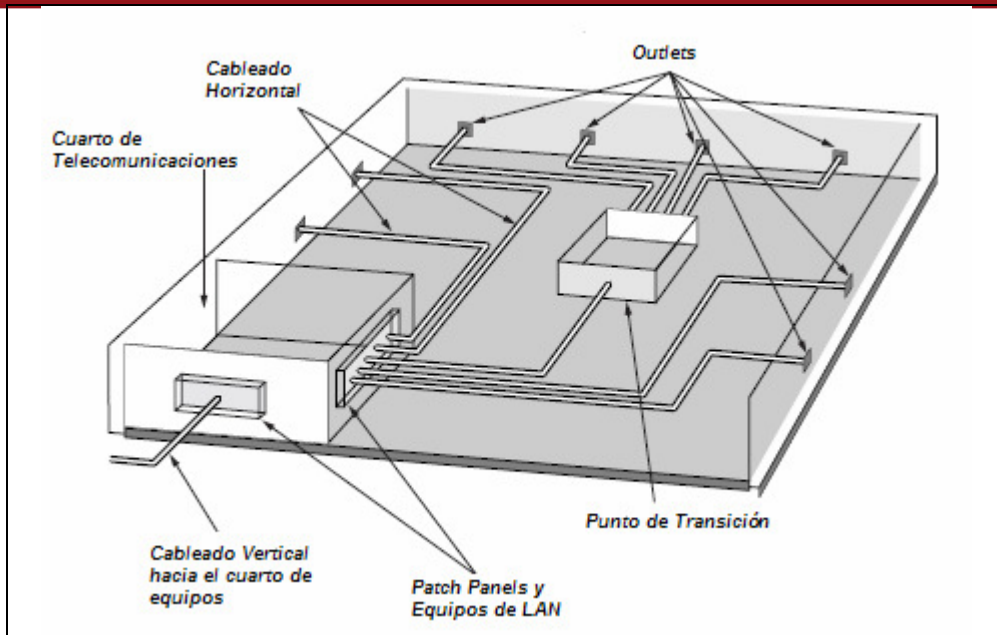


Figura 2.1 – Subsistema de Cableado Horizontal

Fuente: "Cabling: The Complete Guide to Network Wiring" [1]

Está compuesto por:

- Cables horizontales:

Es el medio de transmisión que lleva la información de cada usuario hasta los correspondientes equipos de telecomunicaciones. Según la norma ANSI/TIA/EIA-568-A, el cable que se puede utilizar es el UTP de 4 Pares (100  $\Omega$  – 22/24 AWG), STP de 2 pares (150  $\Omega$  – 22 AWG) y Fibra Óptica multimodo de dos hilos 62,5/150. Debe tener un máximo de 90 m. independiente del cable utilizado, sin embargo se deja un margen de 10 m. que consisten en el cableado dentro del área de trabajo y el cableado dentro del cuarto de telecomunicaciones (*patch cords*).

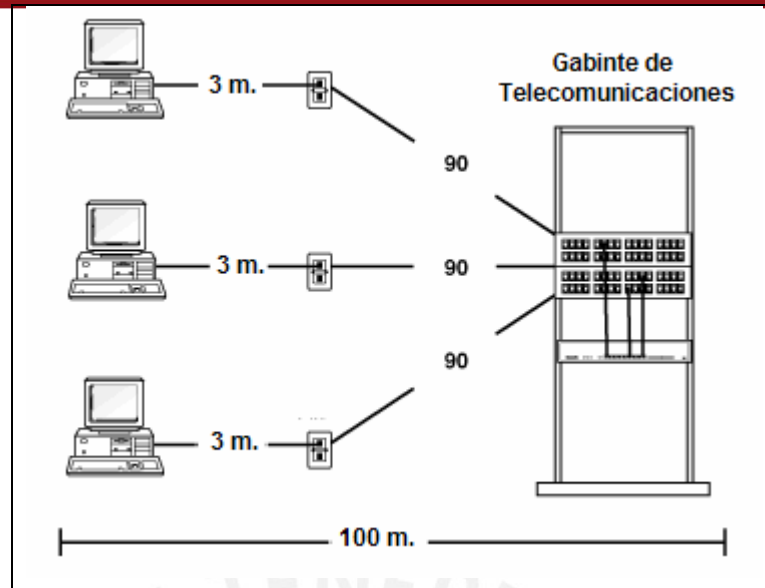


Figura 2.2 – Distancias Máximas para el Cableado Horizontal

Fuente: "http://www.connsolutions.com/TIA.html" 26/04 [22]

- Terminaciones Mecánicas:

Conocidos como regletas o paneles (*patch panels*); son dispositivos de interconexión a través de los cuales los tendidos de cableado horizontal se pueden conectar con otros dispositivos de red como, por ejemplo, *switches*. Es un arreglo de conectores RJ-45 que se utiliza para realizar conexiones cruzadas entre los equipos activos y el cableado horizontal. Se consiguen en presentaciones de 12, 24, 48 y 96 puertos.



Figura 2.3 – Patch Panel y módulo Jack



- Cables puentes:

Conocidos como *patch cords*; son los cables que conectan diferentes equipos en el cuarto de telecomunicaciones. Estos tienen conectores a cada extremo, el cual dependerá del uso que se le quiera dar, sin embargo generalmente tienen un conector RJ-45. Su longitud es variable, pero no debe ser tal que sumada a la del cable horizontal y la del cable del área de trabajo, resulte mayor a 100 m.



Figura 2.4 – Patch Cord

Fuente: "<http://support.morehouse.edu/whatis-network/>" 26/04 [41]

- Puntos de acceso:

Conocidos como salida de telecomunicaciones u *Outlets*; Deben proveer por lo menos dos puertos uno para el servicio de voz y otro para el servicio de datos.

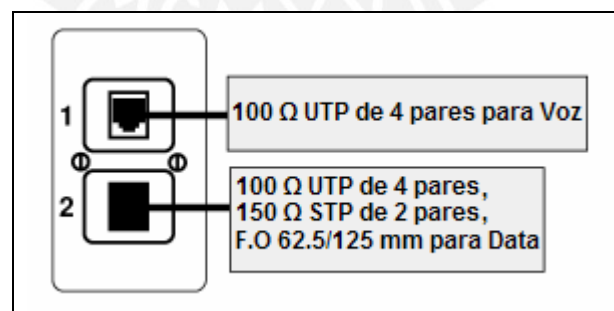


Figura 2.5 – Outlet

Fuente: "<http://www.connsolutions.com/TIA.html>" 26/04 [22]

- Puntos de Transición:

También llamados puntos de consolidación; son puntos en donde un tipo de cable se conecta con otro tipo, por ejemplo

cuando el cableado horizontal se conecta con cables especiales para debajo de las alfombras. Existen dos tipos:

- Toma multiusuario: Es un *outlet* con varios puntos de acceso, es decir un *outlet* para varios usuarios.
- CP: Es una conexión intermedia del cableado horizontal con un pequeño cableado que traen muchos muebles modulares.

La norma permite sólo un punto de transición en el subsistema de cableado horizontal.

### 2.2.3 Área de trabajo

El área de trabajo es el espacio físico donde el usuario toma contacto con los diferentes equipos como pueden ser teléfonos, impresoras, FAX, PC's, entre otros.

Se extiende desde el *outlet* hasta el equipo de la estación.

El cableado en este subsistema no es permanente y por ello es diseñado para ser relativamente simple de interconectar de tal manera que pueda ser removido, cambiado de lugar, o colocar uno nuevo muy fácilmente. Por esta razón es que el cableado no debe ser mayor a los 3 m.

Como consideración de diseño se debe ubicar un área de trabajo cada 10 m<sup>2</sup> y esta debe por lo menos de tener dos salidas de servicio, en otras palabras dos conectores. Uno de los conectores debe ser del tipo RJ-45 bajo el código de colores de cableado T568A (recomendado) o T568B. Además, los ductos a las salidas del área de trabajo deben prever la capacidad de manejar tres cables (Data, Voz y respaldo o *Backup*).



Cualquier elemento adicional que un equipo requiera a la salida del área de trabajo, no debe instalarse como parte del cableado horizontal, sino como componente externo a la salida del área de trabajo. Esto garantiza la utilización del sistema de cableado estructurado para otros usos

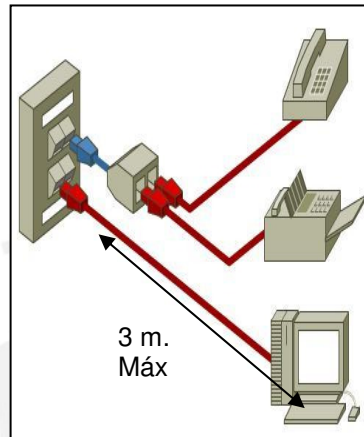


Figura 2.6 – Outlet con adaptador

#### 2.2.4 Subsistema de Cableado Vertical

El cableado vertical, también conocido como cableado *backbone*, es aquel que tiene el propósito de brindar interconexiones entre el cuarto de entrada de servicios, el cuarto de equipo y cuartos de telecomunicaciones.

La interconexión se realiza con topología estrella ya que cada cuarto de telecomunicaciones se debe enlazar con el cuarto de equipos. Sin embargo se permite dos niveles de jerarquía ya que varios cuartos de telecomunicaciones pueden enlazarse a un cuarto de interconexión intermedia y luego éste se interconecta con el cuarto de equipo.

A continuación se detallan los medios que se reconocen para el cableado vertical y sus distancias:

Medio	Aplicación	Distancia (metros)
100 Ω UTP o STP	Data	90
100 Ω UTP o STP	Voz	800
Fibra Monomodo 8,3/125 um.	Data	3000
Fibra Multimodo 62,5/125 um.	Data	2000

Tabla 2.1 – Tipo de cableado reconocido y sus distancias máximas  
Fuente: "Cabling: The Complete Guide to Network Wiring [1]"

Las distancias en esta tabla son las permitidas entre el cuarto de equipos y el cuarto de telecomunicaciones, permitiendo un cuarto intermedio.

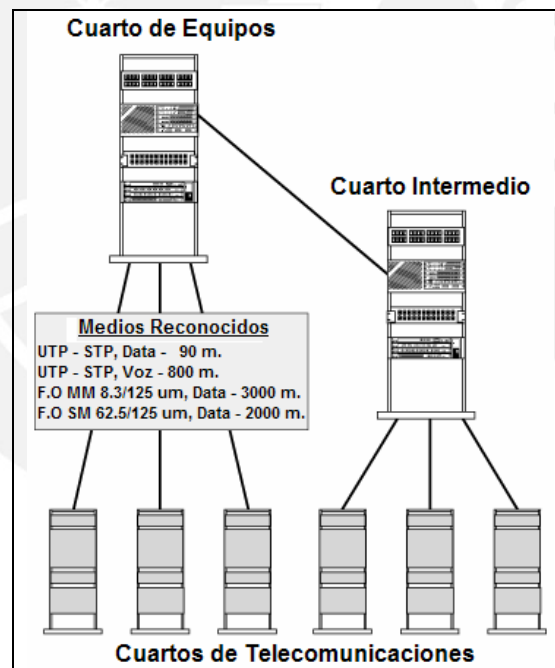


Figura 2.7 – Subsistema de Cableado Vertical  
Fuente: "http://www.connsolutions.com/TIA.html" [22] - 26/04

### 2.2.5 Cuarto de Telecomunicaciones

Es el lugar donde termina el cableado horizontal y se origina el cableado vertical, por lo que contienen componentes como *patch panels*. Pueden tener también equipos activos de LAN como por ejemplo *switches*, sin embargo generalmente no son dispositivos

muy complicados. Estos componentes son alojados en un bastidor, mayormente conocido como *rack* o gabinete, el cual es un armazón metálico que tiene un ancho estándar de 19” y tiene agujeros en sus columnas a intervalos regulares llamados unidades de *rack* (RU) para poder anclar el equipamiento. Dicho cuarto debe ser de uso exclusivo de equipos de telecomunicaciones y por lo menos debe haber uno por piso siempre y cuando no se excedan los 90 m. especificados para el cableado horizontal.

#### 2.2.6 Cuarto de Equipos

El cuarto de equipos es el lugar donde se ubican los principales equipos de telecomunicaciones tales como centrales telefónicas, *switches*, *routers* y equipos de cómputo como servidores de datos o video. Además éstos incluyen uno o varias áreas de trabajo para personal especial encargado de estos equipos. Se puede decir entonces que los cuartos de equipo se consideran distintos de los cuartos de telecomunicaciones por la naturaleza, costo, tamaño y complejidad del equipo que contienen.

#### 2.2.7 Cuarto de Entrada de Servicios

Es el lugar donde se encuentra la acometida de los servicios de telecomunicaciones, por lo tanto es el punto en donde el cableado interno deja el edificio y sale hacia el exterior. Es llamado punto de demarcación pues en el “terminan” los servicios que brinda un proveedor, es decir que pasado este punto, el cliente es responsable de proveer los equipos y cableado necesario para dicho servicio, así como su mantenimiento y operación.

El cuarto de entrada también recibe el *backbone* que conecta al edificio a otros en situaciones de *campus* o sucursales.

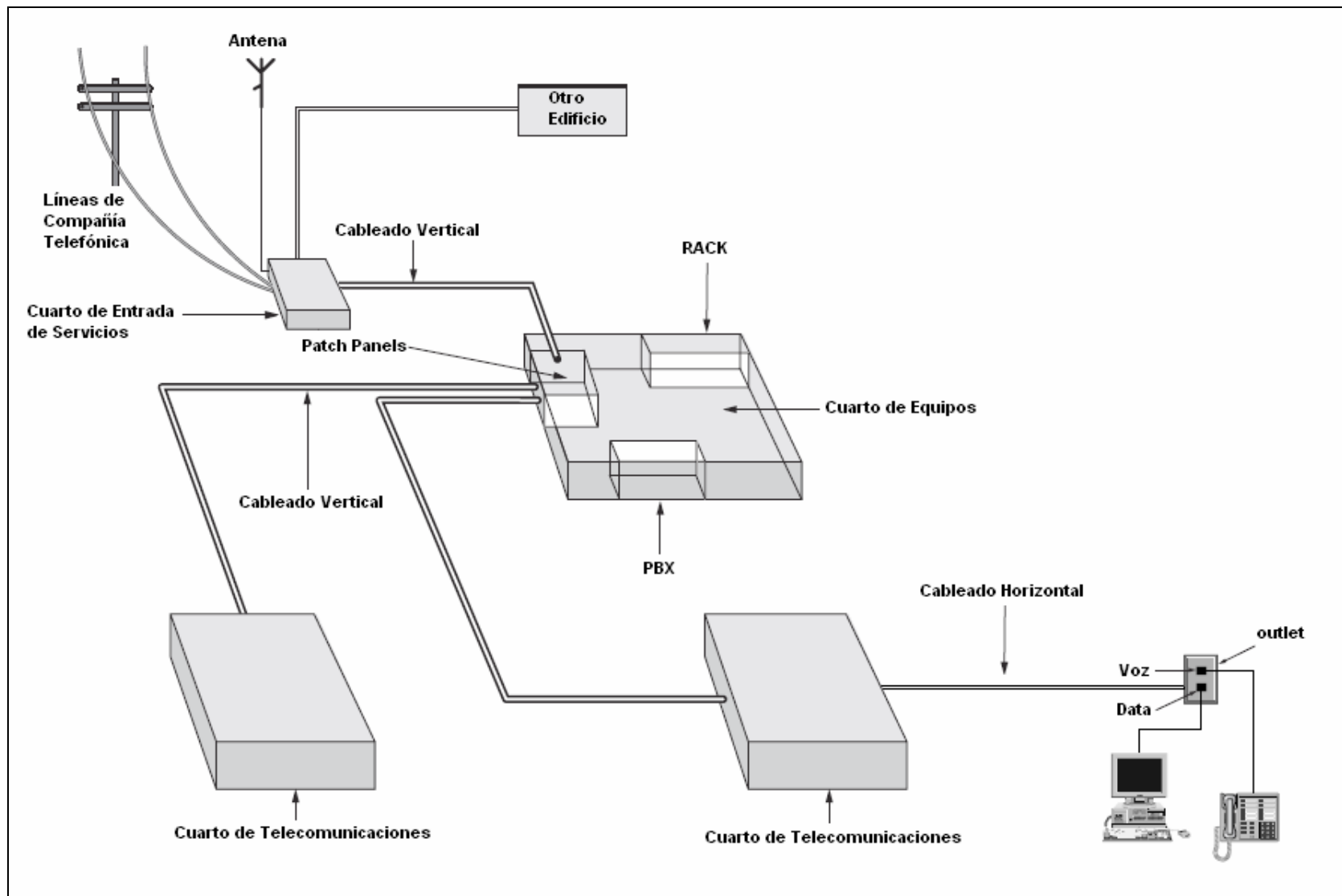


Figura 2.8 – Interconexión del Cuarto de Equipos  
Fuente: "Cabling: The Complete Guide to Network Wiring" [1]

### 2.2.8 Subsistema de Administración

Ver sección 2.5

## 2.3 Estándar de Rutas y Espacios de Telecomunicaciones para Edificios Comerciales: Norma ANSI/TIA/EIA 569-A

El objetivo de esta norma es brindar una guía estandarizada para el diseño de sistemas de cableado estructurado, la cual incluye detalles acerca de las rutas de cables y espacios para equipos de telecomunicaciones en edificios comerciales. Hace referencia a los subsistemas definidos por la norma ANSI/TIA/EIA 568-B.

Los espacios de telecomunicaciones como el cuarto de equipos, los cuartos de telecomunicaciones o el cuarto de entrada de servicios tienen reglas de diseño en común:

- Las puertas (sin considerar el marco) deben abrirse hacia fuera del cuarto, deslizarse hacia un costado o ser removibles. Sus medidas mínimas son 0,91 m. de ancho por 2 metros de alto.
- La energía eléctrica debe ser suministrada por al menos 2 *outlets* que provengan de circuitos diferentes. Esto es aparte de las necesidades eléctricas que se requieran en el cuarto por los equipos que se tengan.
- La iluminación debe tener una intensidad de 500 lx y el *switch* debe estar localizado cerca de la entrada.
- Estos espacios no deben tener falsos techos.
- Cualquier pasante hecho en las paredes protegidas contra incendios deberán ser sellados para evitar la propagación.
- Cualquier ruta de cableado deberá evitar cualquier clase de interferencia electromagnética.

- Se debe cumplir con la norma ANSI/TIA/EIA 607

### 2.3.1 Cuarto de Entrada de Servicios

- Generalmente está ubicado en el sótano o el primer piso.
- Puede requerir una entrada alternativa
- Al menos una de las paredes debe ser de 20 mm. de *A-C plywood*
- Debe ser un área seca, donde se puedan evitar inundaciones
- Se debe tratar que este lo más cerca posible de la ruta por donde entran los cables al edificio.
- No debe contener equipos que no estén relacionados con la entrada de los servicios

### 2.3.2 Cuarto de Equipos

- La temperatura en el cuarto debe ser controlada todo el tiempo, por lo que se debe utilizar sistemas de HVAC. Debe estar entre 18º a 24º con una humedad relativa de 30% a 55%. Se recomienda instalar un sistema de filtrado de aire que proteja a los equipos contra la contaminación como por ejemplo el polvo.
- Se deben tomar precauciones contra sismos o vibraciones.
- El techo debe estar por lo menos a 2,4 m.
- Se recomienda tener una puerta doble, ya que la entrada debe ser lo suficientemente amplia para que se puedan ingresar los equipos sin dificultad.

- El cuarto debe estar por encima del nivel del agua para evitar daños por inundaciones.
- El cuarto de equipos y el cuarto de entrada de servicios pueden ser el mismo.

### 2.3.3 Cuarto de Telecomunicaciones

- Debe haber uno por cada piso
- Se deben tener medidas de control de la temperatura.
- Idealmente estos cuartos deben estar alineados verticalmente a lo largo de varios pisos para que el cableado vertical sea lo más recto posible.
- Dos paredes deben ser de 20 mm. de *A-C plywood* y éste debe ser de 2,4 m. de alto.
- Se deben tomar precauciones contra sismos.

### 2.3.4 Rutas del cableado horizontal

- Generalmente la ruta que recorre el cableado horizontal se encuentra entre el techo de la estructura y el falso techo.
- El cableado no puede estar apoyado sobre el falso techo.
- En el caso de tender el cable sin ningún tipo de estructura de sujeción, se deben usar elementos que sujeten el cable al techo como por ejemplo los ganchos “J”, estos sujetadores deben colocarse máximo cada 60” (1,52 m.).
- En el caso de usarse bandejas o ductos (*conduits*), éstos pueden ser de metal o de plástico.



## 2.4 Medios de Transmisión

Una de los puntos más importante es definir el tipo de medio de transmisión que se va a utilizar. A continuación se describirán los medios reconocidos por la norma ANSI/TIA/EIA 568-B ya que es el estándar que se seguirá en el presente trabajo.

### 2.4.1 Cable UTP (*Unshield Twisted Pair*)

Está formado por alambres de cobre entrelazados para disminuir efectos de interferencia electromagnética (EMI) de fuentes externas. Se dice que no es apantallado porque ambos conductores están aislados con una cubierta de PVC.

Existen diferentes categorías las cuales en común tienen el uso de 4 pares de conductores y presentar varios tipos de diafonía (o *crosstalk*, señales acopladas de un par a otro). Se diferencian entre sí por tener diferentes valores en parámetros de transmisión, muchos de los cuales hacen referencia al nivel de diafonía que presenta el cable. Los parámetros de transmisión más referenciados son:

- Atenuación en función de la frecuencia (db): Se define como la pérdida de fuerza de una señal al atravesar toda la longitud del cable. Es causada por pérdidas de energía eléctrica debido a la resistencia del cable y por fugas de energía a través del aislamiento del mismo. Las pérdidas por resistencia del cable se incrementan si la frecuencia de la señal aumenta y las fugas a través del aislamiento se incrementan con el aumento de la temperatura. Cuanto más bajo sea este valor, se obtienen mejores resultados.
- Pérdidas de Inserción (dB): Es la pérdida de la potencia de la señal transmitida debido a la inserción del cable entre la fuente (Tx) y la carga (Rx). Su valor es la relación entre la potencia



recibida y la potencia transmitida, por ello lo ideal es que dicho valor sea lo más cercano a 0dB.

- NEXT (db): Medida del acoplamiento de la señal entre un par y otro. Lo produce una señal inducida que vuelve y es percibida en el lado del emisor. Varía proporcionalmente con la frecuencia, cuanto más alto es el valor es mejor.
- PSNEXT (dB): El *Power Sum* NEXT se define como el efecto acumulativo de los efectos NEXT individuales en cada par debido a los otros tres.
- FEXT (dB): Es también una medida del acoplamiento de señal entre un par y otro, solo que lo produce una señal inducida que es percibida en el lado del receptor. Es más débil que el NEXT.
- ELFEXT (dB): Se expresa en dB como la diferencia entre la medida FEXT y la pérdida de inserción. Cuanto más alto es el valor es mejor.
- PSELFEXT (dB): El *Power Sum* ELFEXT se define como el efecto acumulativo de los efectos ELFEXT individuales en cada par debido a los otros tres.
- Pérdida de Retorno (dB): La pérdida de retorno expresa qué cantidad de potencia de la señal incidente (al receptor) se refleja. Puede causar interferencias con la señal transmitida o daños en el equipo transmisor. A mayor valor es mejor.
- Rango de Frecuencias: Ancho de banda en donde los valores de los demás parámetros de transmisión son efectivos, por lo que se dice que en determinado rango de frecuencias se transmitirá una señal adecuada. A mayor frecuencia de la portadora se obtiene un mayor ancho de banda y a mayor ancho de banda, mayor velocidad de transmisión de datos.

En la siguiente tabla se muestran las categorías de cable UTP actualmente reconocidas por los estándares con sus características más resaltantes:

	CATEGORÍA	
	5e @155 Mhz	6 @155 Mhz
<b>Rango de Frecuencias (MHz)</b>	1 – 155	1 – 250
<b>Atenuación (dB)</b>	29,1	20,2
<b>NEXT (dB)</b>	29,8	45,9
<b>ELFEXT (dB)</b>	18	29,3
<b>Pérdida de Retorno (dB)</b>	9,1	16

Tabla 2.2– Comparación de parámetros de transmisión entre cables UTP cat. 5e y 6

Fuente: "2008 SYSTIMAX Solutions Entire Catalog [37]"

	CATEGORÍA		
	6 @250 Mhz	6A @250 Mhz	6A @500 MHz
<b>Rango de Frecuencias (MHz)</b>	1 – 250	1 – 500	1 – 500
<b>Atenuación (dB)</b>	34,1	32,9	47,8
<b>NEXT (dB)</b>	39,1	39,1	28,9
<b>ELFEXT (dB)</b>	21,3	35	29
<b>Pérdida de Retorno (dB)</b>	12	11	6

Tabla 2.3– Comparación de parámetros de transmisión entre cables UTP de cat. 6 y 6A

Fuente: "2008 SYSTIMAX Solutions Entire Catalog [37]"

#### 2.4.2 Fibra Óptica

Es un conductor no metálico conformado por filamentos de vidrio. Su forma de transmitir señales es mediante la transmisión de luz a través del principio de reflexión interna total. Por lo tanto no sufre de efectos EMI ni diafonía, lo que ayuda a alcanzar grandes

distancias. Gracias a que se trabaja con frecuencias ópticas, se obtienen anchos de banda muy grandes. Existen dos tipos:

**Multimodo:** Se transmiten varios modos de luz (trayectorias) que se logra teniendo un núcleo de tamaño típico de 50 ó 62,5  $\mu\text{m}$ . Debido a que existe dispersión por los diferentes modos propagados se alcanzan distancias promedio de 1 a 2 Km.

**Monomodo:** Se transmite solo un modo de luz que se logra reduciendo el diámetro del núcleo generalmente de 9  $\mu\text{m}$ . Gracias que no hay dispersión por causa de varias trayectorias, se alcanzan distancias mayores, hasta de 100 Km.

Algunos parámetros a considerar al escoger un sistema de fibra óptica son:

- **Ventana de Transmisión:** Rango de longitud de onda donde se puede transmitir y detectar luz con máxima eficiencia. Es decir, la longitud de onda en la cual trabajará el sistema.
- **Atenuación:** Cada ventana tiene un determinado coeficiente de atenuación; a mayor ventana, menor atenuación. Por otro lado, dependerá directamente de la longitud por lo que se expresa en dB/Km. ( $A=\alpha/L$ )
- **Ángulo de Aceptancia:** Máximo ángulo con el cual debe incidir la luz en la fibra para lograr el efecto de reflexión interna total.
- **Apertura Numérica:** Es un indicado que da idea de la cantidad de luz que puede ser guiada. Por lo tanto cuanto mayor es, mayor es la cantidad de luz que puede aceptar en su núcleo.
- **Dispersión Intermodal:** resulta de la diferencia en el tiempo de propagación entre los modos que siguen trayectorias diferentes (ensanchamiento del pulso). Limita el ancho de banda

- Dispersión Intramodal: Resulta de la diferencia en el tiempo de propagación de las diferentes componentes espectrales de la señal transmitida. Limita el ancho de banda.

## 2.5 Requerimientos de puesta y conexiones a tierra para telecomunicaciones: Norma ANSI/TIA/EIA 607

El sistema de puesta a tierra es muy importante en el diseño de una red ya que ayuda a maximizar el tiempo de vida de los equipos, además de proteger la vida del personal a pesar de que se trate de un sistema que maneja voltajes bajos. Aproximadamente el 70% de anomalías y problemas asociados a sistemas distribución de potencia son directa o indirectamente relacionados a temas de conexiones y puestas a tierra [42]. A pesar de esto, el sistema de puesta a tierra es uno de los componentes del cableado estructurado más obviados en la instalación.

El estándar que describe el sistema de puesta a tierra para las redes de telecomunicaciones es ANSI/TIA/EIA-607. El propósito principal es crear un camino adecuado y con capacidad suficiente para dirigir las corrientes eléctricas y voltajes pasajeros hacia la tierra. Estas trayectorias a tierra son más cortas de menor impedancia que las del edificio.

A continuación se explicarán términos básico para entender un sistema de puesta a tierra en general:

- Puesta a tierra (*grounding*): Es la conexión entre un equipo o circuito eléctrico y la tierra
- Conexión equipotencial a tierra (*bonding*): Es la conexión permanente de partes metálicas para formar una trayectoria conductora eléctrica que asegura la continuidad eléctrica y la capacidad de conducir de manera segura cualquier corriente que le sea impuesta.

- Conductor de enlace equipotencial para telecomunicaciones (BCT): Es un conductor de cobre aislado que interconecta el sistema de puesta a tierra de telecomunicaciones al sistema de puesta a tierra del edificio. Por lo tanto une el TMGB con la puesta a tierra del sistema de alimentación. Debe ser dimensionado al menos de la misma sección que el conductor principal de enlace de telecomunicaciones (TBB). No debe llevarse en conductos metálicos.
  
- Barra de tierra principal de telecomunicaciones (TMGB): Es una barra que sirve como una extensión dedicada del sistema de electrodos de tierra (pozo a tierra) del edificio para la infraestructura de telecomunicaciones. Todas las puestas a tierra de telecomunicaciones se originan en él, es decir que sirve como conexión central de todos los TBB's del edificio. Consideraciones del diseño:
  - o Usualmente se instala una por edificio.
  - o Generalmente está ubicada en el cuarto de entrada de servicios o en el cuarto de equipos, en cualquiera de los casos se tiene que tratar de que el BCT sea lo más corto y recto posible.
  - o Montada en la parte superior del tablero o caja.
  - o Aislada del soporte mediante aisladores poliméricos (50 mm. mínimo)
  - o Hecha de cobre y sus dimensiones mínimas 6 mm. de espesor y 100 mm. de ancho. Su longitud puede variar, de acuerdo a la cantidad de cables que deban conectarse a ella y de las futuras conexiones que tendrá.
  
- Barra de tierra para telecomunicaciones (TGB): Es la barra de tierra ubicada en el cuarto de telecomunicaciones o de equipos que sirve

de punto central de conexión de tierra de los equipos de la sala.

Consideraciones del diseño:

- Cada equipo o gabinete ubicado en dicha sala debe tener su TGB montada en la parte superior trasera.
- El conductor que une el TGB con el TBB debe ser cable 6 AWG. Además se debe procurar que este tramo sea lo más recto y corto posible.
- Hecha de cobre y sus dimensiones mínimas 6 mm. de espesor y 50 mm. de ancho. Su longitud puede variar, de acuerdo a la cantidad de cables que deban conectarse a ella y de las futuras conexiones que tendrá.
- Aislada mediante aisladores poliméricos ( $h=50$  mm mínimo)
- Conductor central de enlace equipotencial de Telecomunicaciones (TBB): Es un conductor aislado de cobre utilizado para conectar todos los TGB's al TMGB. Su principal función es la de reducir o ecualizar todas las diferencias de potencial de todos los sistemas de telecomunicaciones enlazados a él. Consideraciones del diseño:
  - Se extiende a través del edificio utilizando la ruta del cableado vertical.
  - Se permite varios TBB's dependiendo del tamaño del edificio.
  - Cuando dos o más TBB's se usen en un edificio de varios pisos, éstos deberán ser unidos a través de un TBBIBC en el último piso y cada tres pisos.
  - Su calibre debe ser mínimo 6 AWG y máximo 3/0 AWG, por lo tanto se deberá usar un conductor de cobre aislado cuya sección acepte estas medidas.



- El estándar ha establecido una tabla para diseñar este conductor de acuerdo a su distancia:

Longitud del TBB (m)	Calibre (AWG)
Menor a 4	6
4 - 6	4
6 - 8	3
8 - 10	2
10 - 13	1
13 - 16	1/0
16 - 20	2/0
Mayor a 20	3/0

Tabla 2.4 - Dimensionamiento del TBB

- Deben evitarse empalmes, pero si de todas maneras existen estos deben estar ubicados en algún espacio de telecomunicaciones.

Es importante mencionar que los conectores usados en la TMGB y los usados en la conexión entre el TBB y el TGB, deberán ser de compresión de dos perforaciones. Mientras que la conexión de conductores para unir equipos de telecomunicaciones a la TMGB o TGB pueden ser conectores de compresión por tornillo de una perforación, aunque no es lo más recomendable debido a que pueden aflojarse por cualquier movimiento.

Todos los elementos metálicos que no lleven corriente en el sistema de cableado estructurado deberán ser aterrados, como por ejemplo bastidores (*racks*), bandejas o *conduits*.

Por último, cualquier doblez que se tenga que realizar a los cables no debe ser mayor a 2,54 cm.





## 2.6 Administración para Infraestructura de Telecomunicaciones de Edificios Comerciales: Norma TIA/EIA 606.

La manera de cómo rotular todos los componentes de un sistema de cableado estructurado está definido en la norma TIA/EIA 606, el cual provee un esquema de administración uniforme, es decir que rige para todos los aspectos del cableado estructurado. Además esta forma de identificar los diferentes elementos es independiente de las aplicaciones que se le dé al cableado, ya que muchas veces las aplicaciones van variando a lo largo de los años.

El sistema de administración simplifica traslados, agregados, cambios permitiendo que los trabajos que se realicen requieran pocas suposiciones. Además, facilita los trabajos de mantenimiento ya que los componentes con posibles fallas son fácilmente identificados durante las labores de reparación.

Las etiquetas deben ser de un tamaño, color y contraste apropiado para asegurar su lectura y deben procurar tener un tiempo de vida igual o mayor a la del componente etiquetado. Para mayor confiabilidad se sugiere que las etiquetas sean hechas por algún dispositivo y no a mano.

Los componentes a ser etiquetados son:

- Espacios de Telecomunicaciones
- Cables
- Hardware
- Puestas a Tierra

Se establecen cuatro clases de administración dependiendo del tamaño de la red y por lo tanto del tipo de componentes de cableado estructurado que lo integran.

### *Clase 1*

Dirigida a infraestructuras que poseen solo un cuarto de equipos, por lo tanto será el único espacio de telecomunicaciones a administrar. No tendrá cableado vertical o externo a la planta. Se identificarán los siguientes elementos:

- Espacio de Telecomunicaciones
- Cableado horizontal
- TMGB
- TGB

### *Clase 2*

Provee administración para un único edificio que tiene uno o múltiples espacios de telecomunicaciones como por ejemplo un cuarto de equipos y uno o más cuarto de telecomunicaciones. Incluye, aparte de todos los elementos de la clase 1, administración para el cableado vertical, puntos de seguridad contra incendios y múltiples elementos del sistema a puesta a tierra.

### *Clase 3*

Dirigida a edificios dentro de un campus, es decir que cubre la identificación de elementos tanto dentro como fuera del edificio. Incluye las identificaciones de las clases anteriores e identificación de edificio dentro del campus y cableado de backbone de interconexión entre edificios.

Clase 4

Dirigido a los sistemas de cableado estructurado que abarcan varios campus, es decir un ambiente multi-campus. Incluye identificación de las clases anteriores y del lugar al que corresponden.

A continuación una tabla que resume lo que se tiene que identificar según la clase de infraestructura que se tiene y una recomendación acerca de cómo etiquetar cada elemento:

Elemento	Identificador	Requerido en las siguientes clases			
		1	2	3	4
Espacios de Telecomunicaciones	fs	X	X	X	X
Enlaces Horizontales	fs-an	X	X	X	X
TMGB	fs-TMGB	X	X	X	X
TGB	fs-TGB	X	X	X	X
Cableado backbone del edificio	fs1/fs2-n		X	X	X
Cada par de cobre o hilo de fibra del backbone del edificio	fs1/fs2-n.d		X	X	X
Ubicación de puntos contra incendios	f-FSL(h)		X	X	X
Cableado backbone del Campus	[b1-fs1]/[b2-fs2]-n			X	X
Cada par de cobre o hilo de fibra del backbone del Campus	[b1-fs1]/[b2-fs2]-n/d			X	X
Edificio	b			X	X
Campus	c			X	X

Tabla 2.5– Sistema de Rotulación para elementos del cableado estructurado

Fuente: "Administration Standard for Commercial Telecommunication infrastructure"

donde:

Para la clase 1:

f = carácter numérico que identifica el número de piso del edificio.

s = carácter que identifica a un espacio de telecomunicaciones en un piso determinado.

fs = identificador de un espacio de telecomunicaciones en el edificio

a = carácter que identifica a un determinado patch panel o grupo de patch panel

n = carácter numérico que identifica un puerto en un patch panel

Para la clase 2:

fs1 = identificador de un espacio de telecomunicaciones que contiene la terminación de uno de los extremos del cableado vertical

fs2 = identificador de un espacio de telecomunicaciones que contiene la terminación del otro extremo del cableado vertical.

n = carácter numérico que identifica a un cable con una de sus terminación en fs1 y la otra en fs2

fs1/fs2-n = identificados de un cable en el backbone

d = de dos a cuatro caracteres que identifican a un par de cobre o hilo de fibra óptica en determinado cable del backbone

FSL = identificación de una ubicación de un punto contra incendios.

h = identificador de *hour rating* del sistema contra incendios.

Para la clase 3:

[b1-fs1]/[b2-fs2]-n = identificador de un cable de backbone entre diferentes edificios

d = de dos a cuatro caracteres que identifican a un par de cobre o hilo de fibra

b = caracteres que identifican a un determinado edificio

Para la clase 4:

c = caracteres que identifican a un determinado *campus* o lugar.

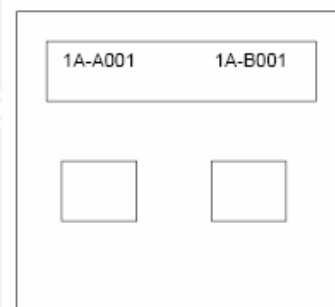


Figura 2.10 – Outlet con faceplate etiquetado

Fuente: “Administration Standard for Commercial Telecommunication infrastructure”

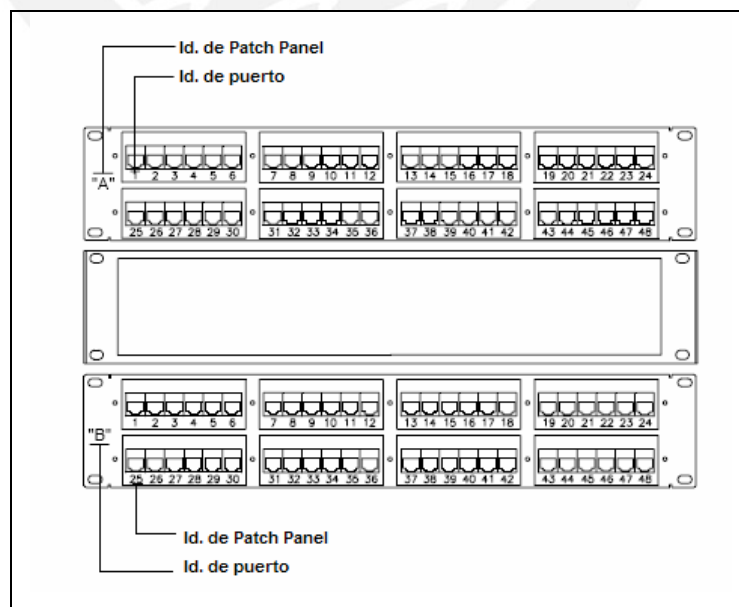


Figura 2.11 – Patch Panels etiquetados

Fuente: “Administration Standard for Commercial Telecommunication infrastructure”

La norma TIA/EIA-606 establece que de manera opcional se pueden identificar los elementos del camino de los diferentes cableados, como por ejemplo tuberías, conductos, bandejas o canaletas.

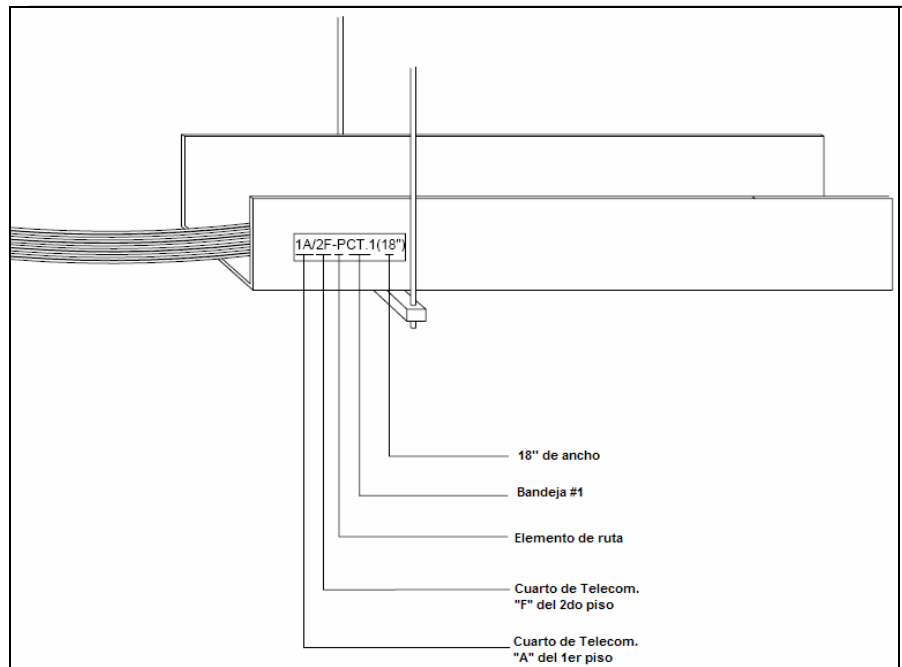


Figura 2.12 – Bandeja etiquetada

Fuente: “Administration Standard for Commercial Telecommunication infrastructure”

## 2.7 Infraestructura de Telecomunicaciones para Data Centres: Norma TIA 942

Los servicios de telecomunicaciones son de suma importancia en un edificio, por lo que se les llama sistemas críticos ya que deben proveer servicio interrumpido para las operaciones de la empresa, por ello es que se debe tener sumo cuidado en el lugar donde se albergarán los servidores de distintos servicios.

El Centro de Datos de una empresa es un ambiente especialmente diseñado para albergar todos los equipos y elementos necesarios para el procesamiento de información de una organización. Es por esto que deben ser extremadamente confiables y seguros al tiempo que deben ser capaces de adaptarse al crecimiento y la re-configuración.

La norma TIA-942 fue hecha para especificar la manera de cómo diseñar la infraestructura de un *Data Center* cubriendo áreas como distribución del espacio, del cableado y consideraciones del ambiente apropiado.

Según el número de clientes que se atiende se tendrán dos tipos de *Data Center*:

- *Data Center* Corporativo: brinda comunicación y servicio de datos a una sola compañía o empresa. Será el núcleo para la red de información de la empresa así como para su acceso a Internet y a la telefonía. Los servidores de páginas web, los concentradores de Intranet, equipos de almacenamiento de red y otros, se ubican aquí.
- Centro de hosting: es propiedad de un proveedor que brinda servicios de información y de Internet como, por ejemplo, hosting web o de VPNs (Red Privada virtual).

Mientras los dos tipos de centro de datos utilizan la misma clase de equipos e infraestructura de cableado, el centro de datos de hosting necesita una línea de delimitación adicional y seguridad. Por ejemplo, un cliente grande puede instalar o colocar sus propios equipos en el sitio de hospedaje. Estos equipos pueden estar apartados en áreas cerradas con acceso controlado.

### 2.7.1 Disposición Espacial

El principal objetivo a la hora de localizar el *Data Center* es que el espacio seleccionado sea lo suficientemente grande como para prever fácilmente la expansión de los servicios. Por esto es que se recomienda que en un *Data Center* debe haber espacios libres que en un futuro puedan ser ocupados ya sea por racks, gabinetes o servidores.



Por otro lado la norma especifica que el espacio debe ser dividido en áreas funcionales que facilitarán la ubicación de los equipos según la jerarquía de la topología estrella seguida por el cableado estructurado. Este diseño permite que cuando se quiera adicionar equipos se sepa exactamente donde tendrán que ir lo que reduce tiempos en el estudio de la nueva ubicación o la reorganización de los equipos existentes. Se tienen cinco áreas:

- El Área de Distribución Principal (MDA): Es donde se concentra toda terminación de cableado vertical, además de alojar los equipos de *core*, como los *routers*, *switches* de LAN o PBX. En un *Data Center* pequeño puede incluir las terminaciones del cableado horizontal (HDA).
- El Área de Distribución Horizontal (HDA): Es donde se encuentra los equipos activos propios del piso al que sirven como *switches*.
- El Área de Distribución de Equipos (EDA): Son los gabinetes o bastidores que contienen los *patch panels* correspondientes a las terminaciones del cableado horizontal de dicho piso.
- El Área de Distribución Zonal (ZDA): Es un área opcional, en donde se colocan los equipos que no deben permitir terminaciones en el *patch panel*, sino más bien conectarse directamente a los equipos de distribución. Por ejemplo, es el caso de los servidores, éstos se conectan directamente a los *switches* sin tener que pasar por el *patch panel*.
- Cuarto de Entrada de Servicios: La ubicación para los equipos de acceso al proveedor; no necesariamente tiene que estar en el cuarto de equipos. Sus características son las mismas descritas en la sección 2.2.7

En el siguiente gráfico se puede apreciar la relación entre las diferentes áreas que conforman un *Data Center*:

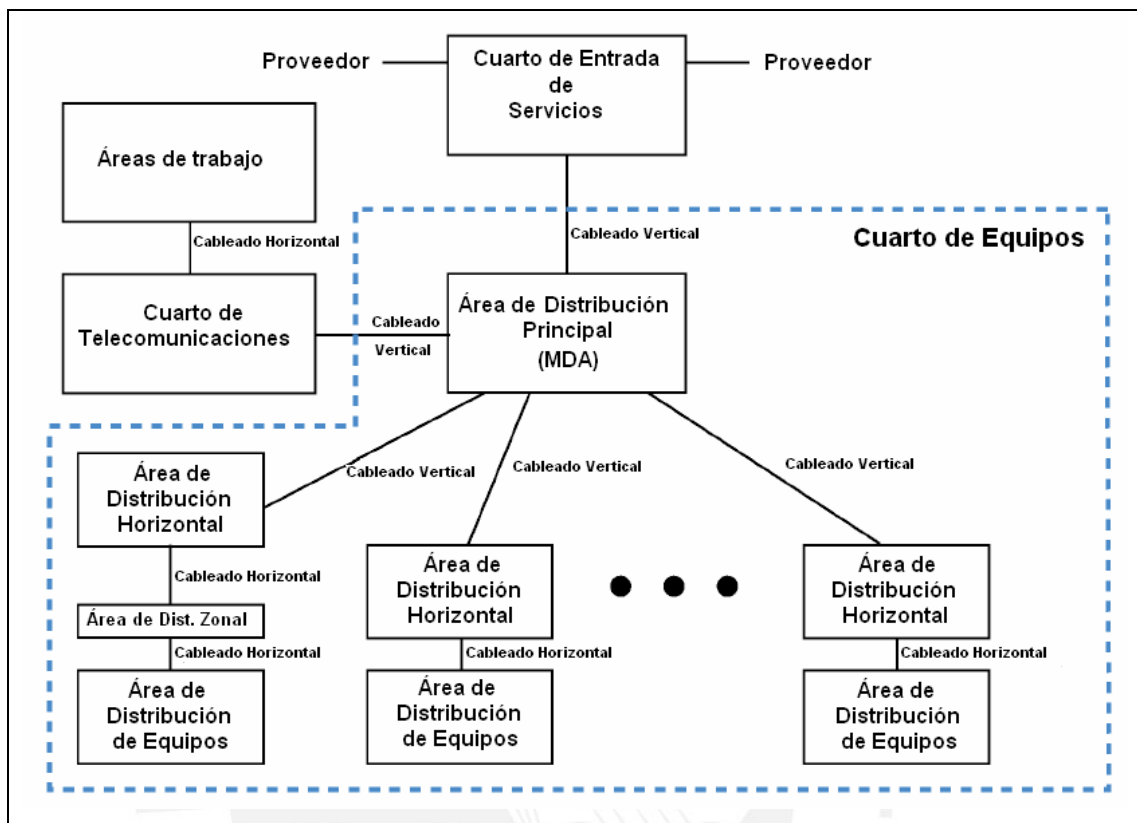


Figura 2.13 – Esquema de un Centro de Datos  
Fuente: "TIA-942 Data Center Standards Overview"

### 2.7.2 Infraestructura de Cableado

La norma TIA-942, está basada en las normas TIA-568 y TIA-569 descritas anteriormente. Asimismo aplica las instrucciones establecidas por la norma TIA-606.

Para el cableado vertical recomienda usar fibra óptica multimodo de 50 um. ya que es efectiva y más económica que la tipo monomodo, para grandes redes por sus altas velocidades en distancias amplias.

Para el cableado vertical siempre recomienda tratar de instalar el medio con mayor capacidad disponible en el mercado para evitar

tener que cablear nuevamente ante nuevas necesidades. Por esta razón es que actualmente se recomienda UTP de categoría 6.

Por otro lado se especifica que se deben tener diferentes bastidores y estructuras de ruta por cada tipo de medio de transmisión que se esté usando.

### 2.7.3 Niveles de Redundancia

Lo ideal en un centro de datos es que esté disponible siempre, sin embargo a pesar de que el diseño haya sido muy bien detallado, existen fallas en los sistemas que hacen que haya tiempos fuera de servicio. Para evitar esto la norma TIA-942 ha especificado cuatro niveles de redundancia, también llamados *tiers*; a un mayor nivel se tendrá un centro de datos menos susceptible a interrupciones. Cabe señalar que cada sistema que compone el centro de datos es calificado con un *tier*, y al final el centro de datos recibirá el menor *tier* que tiene alguno de sus sistemas. Por ejemplo si el sistema de energía tiene un *tier* III y el sistema de acceso a telecomunicaciones cuenta con un *tier* II, entonces el centro de datos tendrá un nivel de redundancia de segundo nivel.

#### *Tier I:*

- No cuenta con redundancia para ningún sistema. Por ejemplo tiene solo un proveedor de servicios de telecomunicaciones, un solo punto de acceso de energía eléctrica o un solo sistema de HVAC.
- Cumple las condiciones mínimas para evitar inundaciones, como por ejemplo haber instalado falso piso.
- Los sistemas de respaldo de energía como los UPS van por la misma instalación eléctrica que la energía principal.

- Generalmente se corta el servicio una vez al año por mantenimiento, que junto a las fallas inesperadas suman un aproximado de 29 horas al año fuera de servicio.

*Tier II:*

- Cuenta con un segundo punto de acceso para los servicios de telecomunicaciones, los UPS (se alimentan de un generador diesel) y un segundo sistema de HVAC.
- Generalmente se corta el servicio una vez al año por mantenimiento, que junto a las fallas inesperadas suman un aproximado de 22 horas al año fuera de servicio.

*Tier III:*

- Cuenta con redundancia de equipos y rutas redundantes para telecomunicaciones, sistema eléctrico y HVAC
- Se puede realizar mantenimiento de los componentes principales sin sufrir un corte de servicios.
- El nivel de seguridad es mayor al contar con sistemas de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión), blindaje magnético en las paredes, personal durante 24 horas, entre otros.
- En el mejor de los casos alcanzará una disponibilidad de 99,98% lo que se traduce en 105 minutos de interrupción al año.

*Tier IV:*

- Cuenta con múltiples componentes y rutas de redundancia, muchas de estas siempre activas.
- Soporta en el peor de los casos un incidente no planificado.

- Todos los equipos tienen redundancia de datos y cableado eléctrico en circuitos separados.
- Mayor protección para incidentes naturales como terremotos, huracanes o inundaciones.
- En el mejor de los casos tendrá una disponibilidad de 99,995%, ya que el tiempo de corte que debería ser por una prueba planeada de la alarma contra incendios o un corte de emergencia de energía, no duraría más de unos cuantos minutos al año.



## **Capítulo 3**

### **Propuesta Técnica**

#### **3.1 Generalidades**

A pesar de que la empresa haya sugerido la ubicación del cuarto de equipos, es importante revisar si este lugar es adecuado, así como señalar las principales razones que llevaron a la elección de dicho lugar. Además, a pesar de que no se puedan modificar las estructuras hechas, lo que sí es factible, de ser necesario, es reubicar las diferentes áreas en el edificio a fin de obtener la mejor solución en la ubicación del cuarto de equipos.

Al ser un edificio de 2 pisos se ha decidido que el Centro de Datos esté ubicado en un piso y que exista un cuarto de Telecomunicaciones que alimente al otro piso.

El *Data Center* seguirá las recomendaciones de la norma TIA-942, sin embargo al ser de tipo corporativo muchos de los elementos que recomienda el estándar (descritos anteriormente) serán obviados o incluidos dentro de otros componentes. Siendo uno de los principales objetivos de la norma TIA 942 el planificar a futuro, el área correspondiente al cuarto de equipos deberá tener su propio espacio y no ser compartido por alguna oficina ajena a tareas relacionadas con el manejo de los dispositivos de telecomunicaciones.

Se tendrá el primer nivel de redundancia según lo establecido por la norma TIA-942 ya que la entrada de servicios de telecomunicaciones consiste en cuatro hilos de fibra óptica, dos de ellos para el servicio dedicado de acceso a Internet y los otros dos conforman el servicio de E1 dedicado para el sistema de voz. Asimismo no se cuenta con circuitos o rutas paralelas de cableado de electricidad o de HVAC que pueda funcionar en caso exista alguna falla en el edificio.

En el primer piso se ha determinado que habrá un total de 30 puntos simples, los cuales fueron designados según los requerimientos de cada zona de trabajo. El detalle de estos se puede observar en la siguiente tabla:

<b>Número de puntos en el 1er piso</b>					
	<b>V/D</b>	<b>D</b>	<b>V</b>	<b>D/D</b>	<b>Total</b>
<b>Cantidad</b>	<b>10</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>18</b>
<b>Cables</b>	<b>20</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>30</b>

Tabla 3.1 – Especificaciones de los puntos en el 1er piso

donde:

- V/D: punto doble (voz y datos)
- D: punto simple de datos
- V: punto simple de voz
- D/D: punto doble de datos

La distribución de los puntos se puede apreciar en el plano N° 3 “Distribución de Puntos en el 1er piso”.

Mientras que en el segundo piso se ha contemplado un total de 107 puntos simples, los cuales también fueron establecidos según las necesidades de cada área. La distribución es la siguiente:



Número de puntos en el 2do piso					
	V/D	D	V	D/D	Total
Cantidad	43	19	0	1	63
Cables	86	19	0	2	107

Tabla 3.2– Especificación de de los puntos en el 2do piso

donde:

- V/D: punto doble (voz y datos)
- D: punto simple de datos
- V: punto simple de voz
- D/D: punto doble de datos

La ubicación de cada punto se puede apreciar en el plano N° 4 “Distribución de Puntos en el 2do piso”.

### 3.2 Ubicación del Centro de Datos

Se ha visto en el capítulo 1 que el primer piso va a ser utilizado para coordinación de los trabajos de producción de la planta y por lo tanto las pocas zonas de trabajo son colindantes a espacios de mantenimiento que incluyen pruebas de diferentes materiales, reparación de maquinarias, entre otros.

Por otro lado, si se quisiera colocar el centro de datos en este piso se tendría que desplazar alguna oficina al 2do nivel, sin embargo esto no es apropiado porque todos los espacios de trabajo en este piso requieren acceso constante del personal de la planta de producción. En otras palabras, todas las oficinas de este nivel no pueden ser reubicadas en algún otro piso que no sea el primero.

Con estas dos razones se concluye que el centro de datos no debe y no puede ser colocado en el primer piso por seguridad y por no contar con un espacio propio.

En el segundo piso se ubican todas las oficinas del personal administrativo, por lo que aquí no existen trabajos industriales que puedan afectar a los equipos. El primer criterio es el que el centro de datos no esté cerca de los baños porque se debe evitar cualquier posibilidad de inundación y de humedad. Siguiendo este principio las Salas de Reuniones 1, 2 y 3, las Salas de Visita 5 y 6, y las oficinas del Coordinador del Laboratorio y del Medio Ambiente quedan descartadas como posibles ubicaciones del cuarto de equipos.

Teóricamente cualquier cuarto puede ser establecido como el cuarto de equipos ya que se ha medido la diagonal entre las áreas más distantes (cuarto de tableros eléctricos - Sala de Reuniones 4 y Almacén – Sala de Reuniones 5) y ésta tiene una dimensión aproximada de 72 m., es decir menor a los 90 m. establecidos por la norma. Sin embargo, se recomienda siempre buscar un punto intermedio para evitar distancias muy amplias. Por ello es que estos cuatro espacios indicados han sido descartados. Cabe mencionar que el cuarto de tableros eléctricos también había sido descartado porque el *Data Center* debe ser exclusivamente de uso de equipos de telecomunicaciones y solo podría albergar tableros eléctricos o UPSs (*Uninterrupted Power Supply*) que sean de uso solo para dichos equipos y no del piso en general.

Por otro lado, las oficinas hechas de aluminio con mamparas de vidrio no pueden ser elegidas como posible ubicación porque dicho espacio debe estar hecho de concreto por ser un material de mayor seguridad contra robos y de mayor resistencia al fuego en caso de incendios ya que el vidrio explota al calentarse mucho y dejaría pasar las llamas al cuarto de equipos. Así, las Salas de Visitas 1, 2, 3 y 4, las oficinas del Coordinador de Gestión, de Dirección Técnica, de Proyectos y el área de Impresoras quedan impedidos de ser el centro de datos.

Dada todas estas pautas se puede ver que el espacio sugerido por la empresa para el *data center* cumple con todas las especificaciones y recomendaciones explicadas, las cuales han sido tomadas de las normas descritas en el capítulo 2. Gracias a esto se concluye que ese será el centro de datos de la empresa.

Dicho espacio tiene como medidas 6,7 x 3,45 m., es decir 23,115 m<sup>2</sup> y el punto de red y voz más lejano a él estará en la Sala de Reuniones 4 a unos 54 m. aproximadamente.

### 3.3 Diseño del Centro de Datos

Para el diseño se debe saber los equipos que van a ser instalados a fin de poder ubicarlos correctamente.

Los equipos que estarán ubicados en el cuarto de equipos son:

- Un Gabinete estándar de 34 RU para el servicio de voz (1,7x0,9x0,6 m.)
- Un Gabinete estándar de 34 RU para el servicio de datos (1,7x0,9x0,6 m.)
- Un Gabinete de Servidores de 34 RU (1,1x0,7x0,6 m.)
- Una centralita telefónica (*PBX*, no apta para montaje en bastidores) (0,3x0,3x0,4 m.)
- Un *Switch de Central* (7 RU)
- Un *Switch* de 24 puertos (1 RU)
- Un *Switch* de 48 puertos (2 RU)
- Un *Router* (1 RU)

- Tres equipos *gateway* GSM (0,21x0,15x0,55 m.) (no apto para montaje en bastidores)
- Un CPU que alojará a los servidores WEB y Correo (0,38x0,18x0,41 m.) (no apto para montaje en bastidores)
- Un CPU que será el servidor de Intranet (0,38x0,18x0,41 m.) (no apto para montaje en bastidores)
- Dos Servidores de Almacenamiento de Información (SQL y FTP) (c/u de 2 RU)

Aparte se tendrá una zona delimitada para poder ubicar los equipos que no brindan servicios de telecomunicaciones pero que son necesarios para la infraestructura del *Data Center*.

- Dos unidades UPS (salida de 2,9 KW) (0,11x0,5x0,6 m.) – Se instalarán dos porque la empresa ya contaba con estos equipos y la carga que ofrecen es suficiente para el consumo de todo el centro de datos ya que haciendo un calculo general con todos los equipos mencionados se requerirá una carga aproximada de 2 KW.
- Un tablero eléctrico (adosable: 0,25x0,09x0,34 m.)
- Un equipo de aire acondicionado y su controlador (Unidad tipo ventana empotrado a la pared, control adosable: 0,3 x 0,09 0,2 x m.)

El cuarto de entrada de servicios ha sido contemplado dentro del cuarto de equipos. Aquí estará ubicada la entrada de fibra óptica que le brindará a la empresa servicio telefónico a través de un E1 con lo cual será posible las llamadas hacia la red de telefonía pública (PSTN). Además, otros dos hilos más les darán conexión de datos de alta velocidad en la red de acceso a Internet.

Por lo tanto el equipo considerado es:

- Gabinete de empalmes de fibra óptica (adosable: 0,3x0,5x0,2 m.)
- 2 Convertidor de Medios (M/C) (no apto para montaje en bastidores) (0,2x0,1 m.)

Se construirá un gabinete metálico pasacable por donde pasarán los cables que bajan desde las bandejas que sirven el segundo piso hasta las bandejas colocadas por debajo del falso piso del *data center*. A este gabinete se le llama montante y su objetivo es el de proteger los cables (no dejarlos al descubierto) y dar mayor estética y orden al cuarto de equipos. La montante tendrá una dimensión de 0,7 x 0,9 m.

Dado que en el centro de datos se debe establecer un área de trabajo, se ha considerado cerrar el área donde están los equipos mediante el uso de una mampara. Si bien, antes mencioné que no se debería escoger mamparas por lo inseguro, dentro del centro de datos sí es permisible porque el administrador estará en contacto visual con equipos y con cualquier operación que se deba realizar ahí. Por otro lado, la división entre el área de trabajo y el cuarto de equipos se hace para mejorar las condiciones de trabajo de la persona que estará en dicho cuarto ya que la temperatura ambiental que debe mantenerse en el cuarto de equipos es fija y muchas veces no coincidirá con las preferencias de una persona. Es por esta razón que el sistema HVAC del cuarto de equipos debe ser independiente del sistema HVAC que sirve a cada piso. Otra razón para delimitar esta área, es que el ruido que generan los equipos y la ventilación de los gabinetes es perturbador para estar en una zona de trabajo. Por otro lado, gracias a la mampara se da un grado más de seguridad a los equipos pues se requerirá tener un doble acceso para poder llegar a ellos.

Otra consideración que se ha tenido es que, a pesar de que todas las paredes de este espacio son de concreto, el muro del extremo derecho ha sido recubierto con pintura retardante de llama para que, en caso de

incendio en dicho piso, el fuego demore en expandirse en el cuarto de equipos.

Como se mencionó anteriormente, se han seguido las recomendaciones del diseño de un *Data Center*, por ello es que el principal objetivo fue agrupar los equipos de acuerdo al uso de cada uno. Por ejemplo los gabinetes están en distintas filas ya que los equipos que cada uno contiene, tienen diferentes objetivos. El otro propósito de este diseño ha sido el de dejar suficiente espacio para colocar gabinetes y/o *racks* futuros respetando las normas de distribución.

Es importante señalar que ambas puertas cumplen las medidas establecidas por las normas ya que para llevar los equipos a su ubicación final tendrán que atravesarlas. Considerando todas estas pautas, el diseño final del *data center* sería el siguiente:

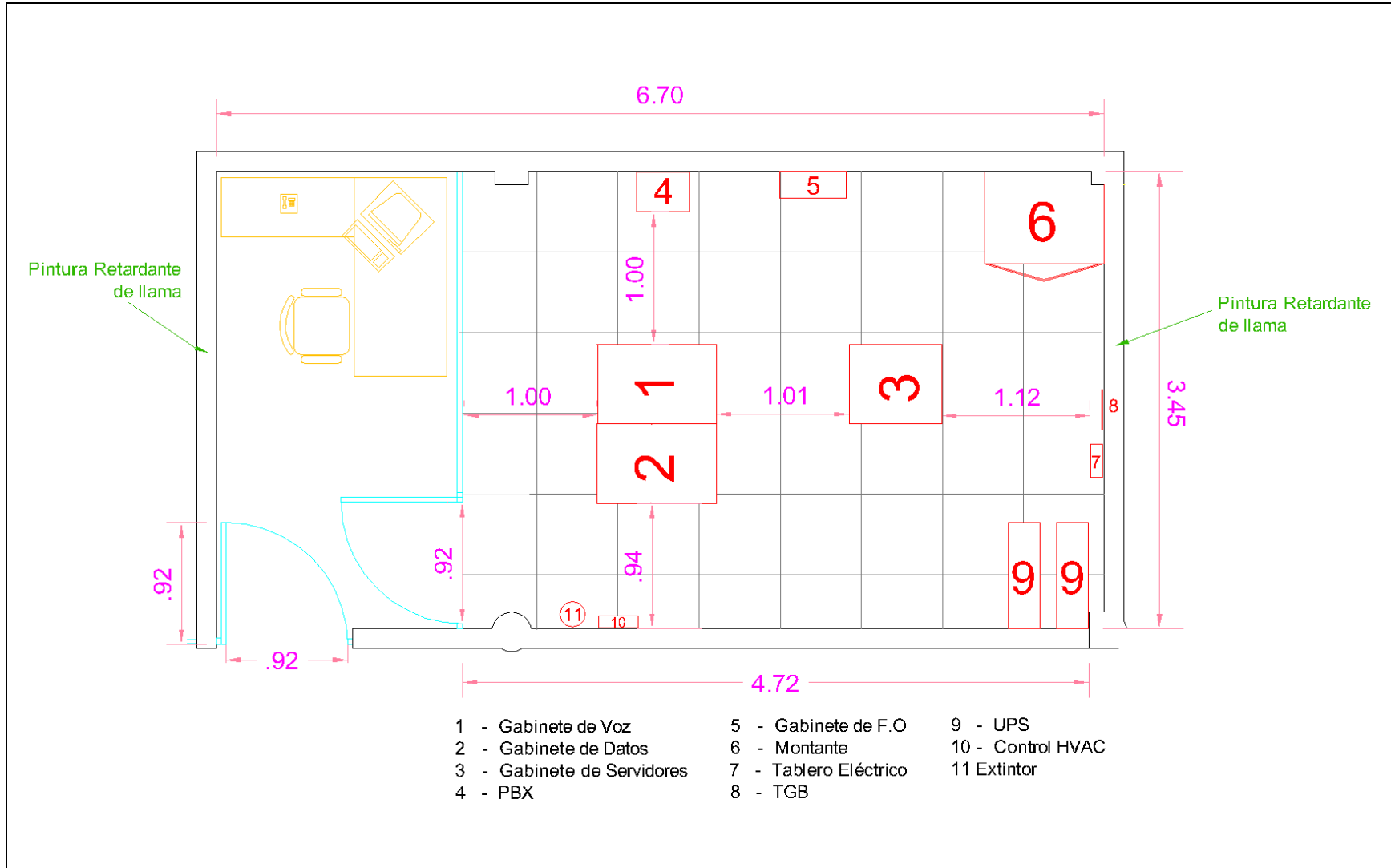


Figura 3.1 – Diseño del Centro de Datos



Se tendrá que instalar una superficie de falso piso que cubre parcialmente el *data center*, ya que el cuarto de equipos tendrá falso piso pero el área de trabajo conservará su revestimiento original (piso cerámico) a fin de contar con mayor estética y aprovechar lo ya instalado para ahorrar costos.

El falso piso se ha instalado por seguridad ante posibles inundaciones y para evitar las interferencias electromagnéticas, ya que la ruta que seguiría el cableado de voz y datos para llegar a los distintos gabinetes, estaría muy cerca de las tuberías que llevan los cables de las luminarias. Por eso, para evitar cualquier tipo de interferencia los cables recorrerán el cuarto de equipos por debajo del falso piso mediante bandejas sujetadas a los soportes de éste para que los cables no estén al ras del suelo.

Los cables de fibra que salen de su respectivo gabinete deben ser guiados a los diferentes equipos que los requieren. Se propone guiar los cables a través de canaletas adosadas a la pared, ya que deberán llegar hasta las bandejas de piso existentes para continuar su camino. Dos hilos se dirigirán a uno de los convertidores de medios (M/C) que estará ubicado en el gabinete de voz y los otros dos hasta el otro M/C ubicado en el gabinete de datos. Estas canaletas no deben estar al ras del suelo para evitar que sean golpeadas lo que podría ocasionar daño a la fibra óptica, serán colocadas por encima del zócalo del cuarto para que no sean muy evidentes y así preservar la decoración del lugar.

La colocación de falso techo se realiza para mantener la estética del centro de datos, ya que los cables eléctricos y conexiones de las luminarias no deberían quedar a la vista del personal.

Dado que la altura del techo es 3 m., la del falso piso es 0,2 m. y la del falso techo es 0,5 m., queda una altura efectiva de hasta 2,3 m. para los equipos, lo cual es suficiente ya que el equipo con mayor elevación es el gabinete de 34 RU con 1,7 m.

Las luminarias deberán de ser de tipo empotradas para que no reduzcan la altura efectiva y evitar cualquier roce con los gabinetes.



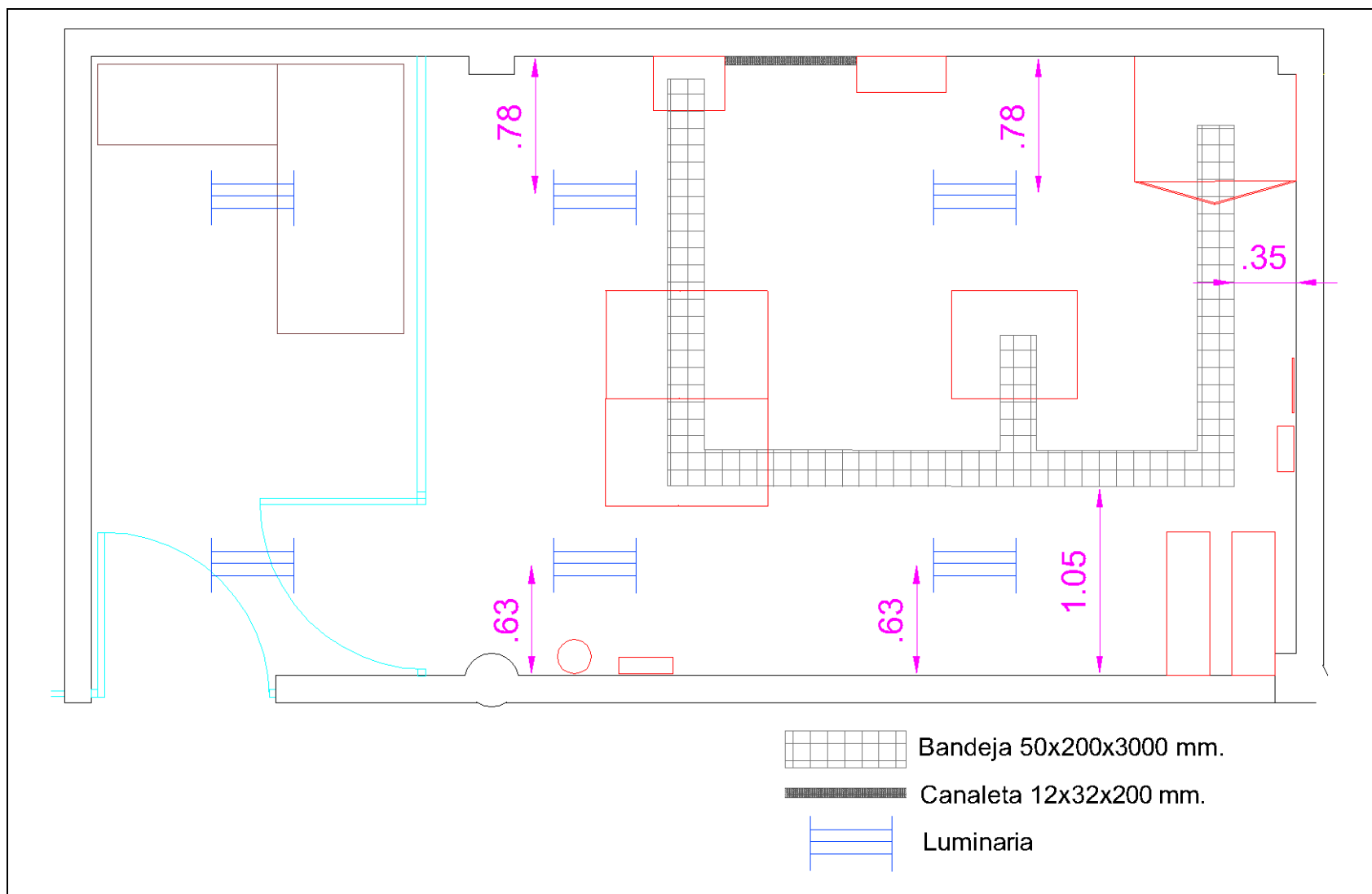


Figura 3.2 – Disposición de luminarias y bandejas bajo el falso piso

El gabinete 1 ha sido designado para el cableado del servicio de voz, éste será de formato estándar y tendrá un tamaño de 34 RU, que es suficiente para las conexiones de voz necesarias y posibles ampliaciones que se requieran. Alojará algunos equipos de voz y el subsistema horizontal del segundo piso. Todos los cables UTP de voz del segundo piso terminarán en paneles de categoría 6 de puertos RJ-45.

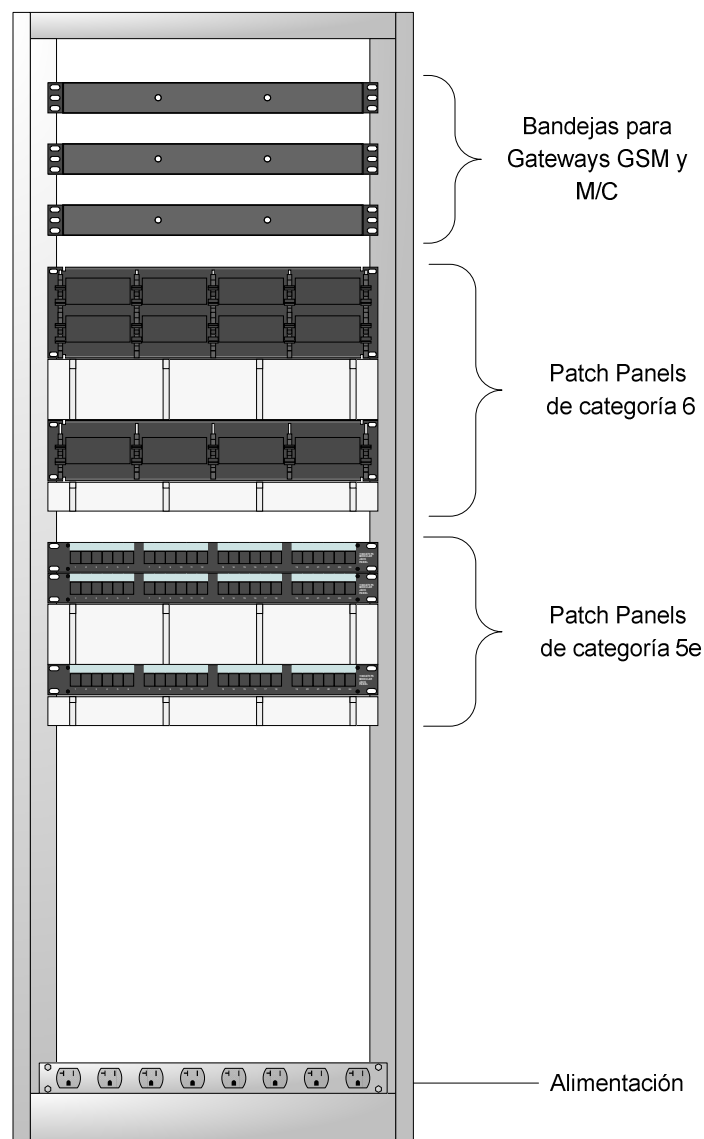


Figura 3.3 – Gabinete de Voz

El gabinete 2 será usado exclusivamente para el cableado de datos y tendrá el mismo formato y tamaño que el de voz, ya que se considera

suficiente para las conexiones existentes y futuras. Albergará los paneles de terminaciones del cableado horizontal de ese piso y equipos activos tanto de conexión para área local (LAN) como para exteriores (WAN).

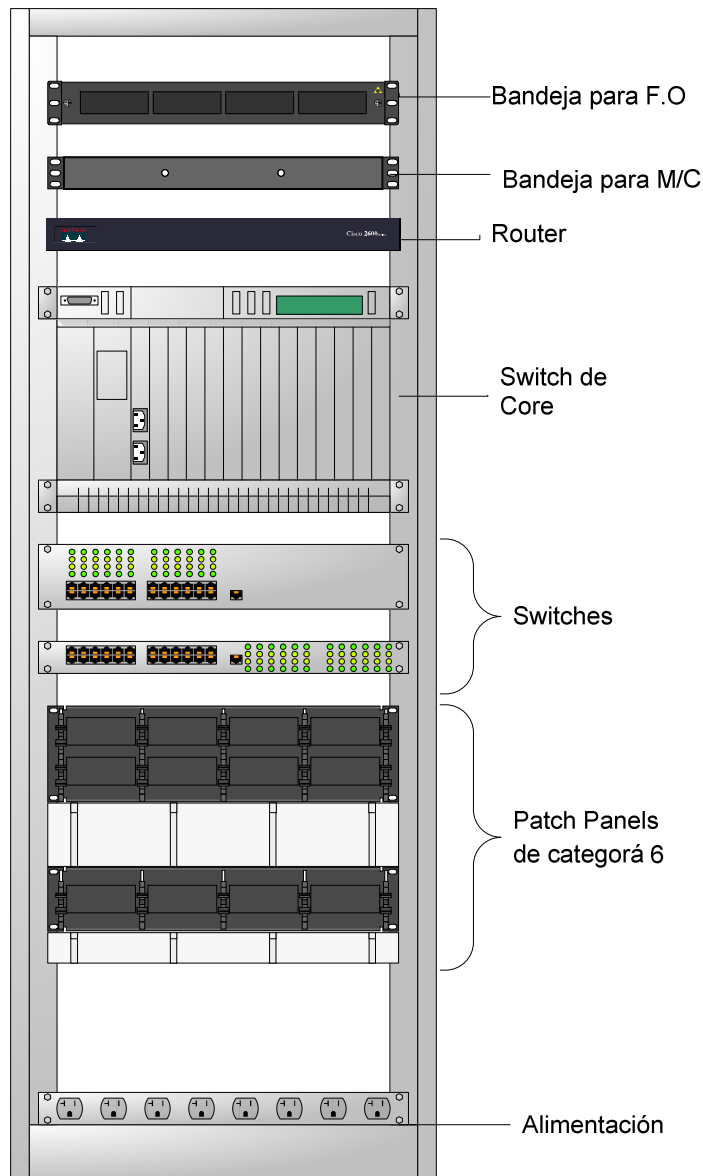


Figura 3.4 – Gabinete de Datos

Al hacer una comparación con los elementos de un Centro de Datos, estos dos gabinetes cumplirían las funciones de MDA, HDA y EDA ya que en ellos se encontrarán las terminaciones del cableado vertical y horizontal de ese piso y contendrán equipos activos.

El gabinete 3 será exclusivo de los servidores, este vendría a ser el ZDA ya que estos equipos deben conectarse directamente a los equipos activos para lo cual se tendrá que guiar los cables UTP de categoría 6 mediante bandejas por debajo del falso piso hasta el gabinete de datos.

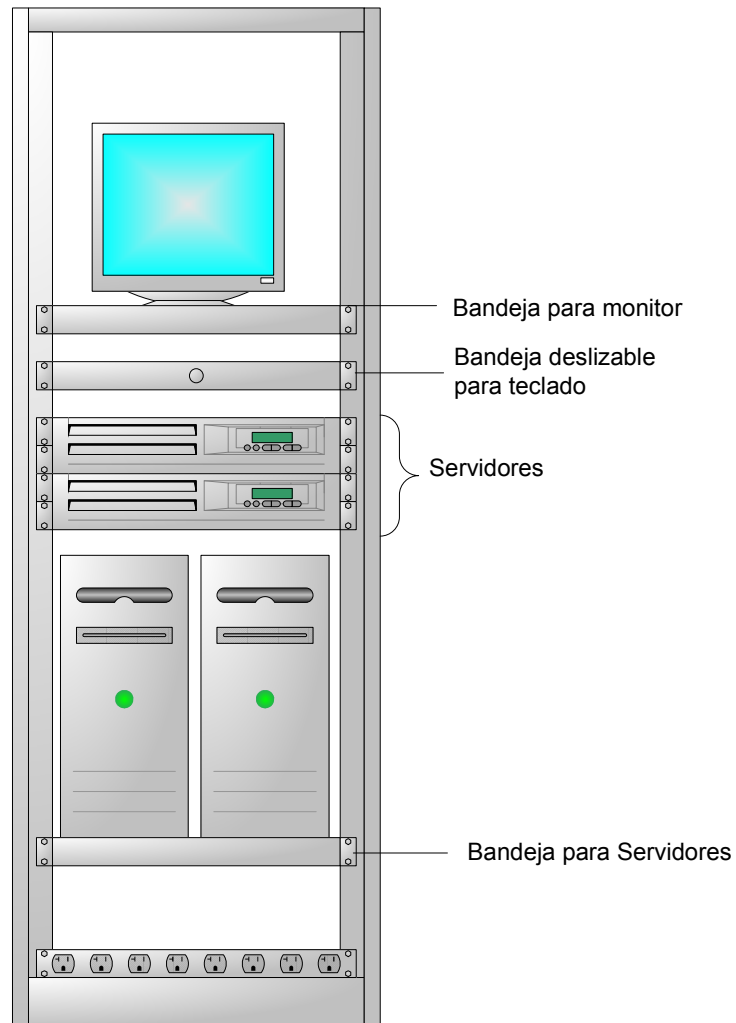


Figura 3.5 – Gabinete de Servidores

La centralita que se colocará es de tipo analógica, es decir que para establecer comunicación solo necesitará de un par de hilos. Contará con la conexión de 80 extensiones disponibles en el gabinete principal, suficientes para las ampliaciones que pueda sufrir la central telefónica o el sistema de cableado estructurado. Se colocará un repartidor telefónico intermedio cuya función es la de realizar la conexión de los

cables de cada anexo de la central con los pares de cable necesarios. De esta manera se tendrá un enlace con el gabinete de voz a través de cable multipar de categoría 3.

Este enlace seguirá una ruta por debajo del falso piso por medio de bandejas hasta llegar a los paneles de categoría 5e de puertos RJ45 del gabinete de voz, esto significa que cada puerto de dicho panel representará un anexo de la centralita.

De esta manera se logra que a través de un *patch cord* se conecte el panel de terminaciones del cableado horizontal con el panel de terminaciones de los cables de la centralita, en otras palabras, aquí se realiza la asignación física de un anexo a un usuario.

#### 3.4 Ubicación del cuarto de Telecomunicaciones

La ubicación del cuarto de Telecomunicaciones ha sido determinada por el cliente, y quiere que se coloque dentro del vestuario de hombres ya que afirman ser la única zona que cuenta con espacio libre para el gabinete.

La ventaja de este sitio es que está exactamente debajo del centro de datos, lo cual es recomendado por las normas anteriormente descritas y que las tuberías de *backbone* ya están colocadas en dicho lugar. Sin embargo, esta zona frecuentemente estará llena de humedad y vapor por las duchas, por lo que la solución que se plantea para esto es colocar un gabinete con características especiales contra los problemas de humedad y posibles inundaciones. Para mayor explicación del gabinete ver la sección 4.1.4.

El cuarto de telecomunicaciones estará formado por un solo gabinete, el cual contendrá el ponchado de los puntos de ese piso tanto de voz como de datos, paneles de categoría 5e para el enlace vertical de voz y un *switch* que permita la conexión hacia el *data center* a través de fibra óptica.



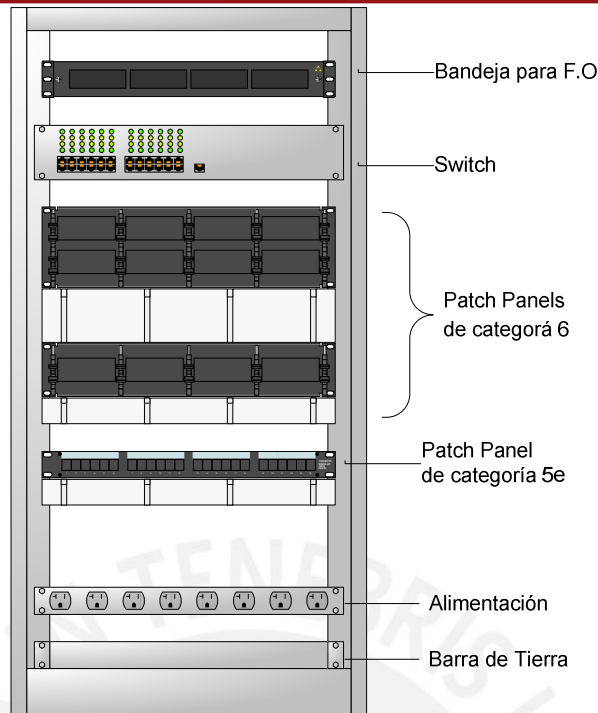


Figura 3.6 – Gabinete del 1er piso

### 3.5 Cableado Horizontal

El sistema de cableado horizontal descrito en esta sección abarca la ruta que recorrerán los cables para conectar los diferentes puestos de trabajo, es decir, desde el puerto en los paneles repartidores en el cuarto de telecomunicaciones o de equipos hasta el *outlet* ubicado en la zona de trabajo.

Antes de describir las rutas del cableado se explicará la razón por la que se ha escogido cable UTP de categoría 6 como medio de transmisión.

Lo primero fue descartar el uso de fibra óptica pues sería un desperdicio ya que las aplicaciones a las que apunta cada trabajador en la empresa no requieren tal ancho de banda. Además, la instalación de fibra es de 10% a 15% más caro que la de cable UTP y el hardware que requieren es de dos a tres veces más costoso que los equipos convencionales.

Por otro lado, se evaluaron sólo los medios reconocidos por el estándar TIA 568-B, el cual es la última revisión y por ello sólo se consideraron los cables UTP de categoría 5e, 6 y 6a. Cabe señalar que el cable multipar de categoría 3 es reconocido por el estándar pero solo para transmisiones de voz y no de datos por la elevada diafonía que presentaría.

Se escogió el cable UTP de categoría 6 porque para la empresa es la mejor opción para futuras aplicaciones porque brinda mejoras con respecto a la velocidad que ofrece el de categoría 5e, ya que se pueden alcanzar velocidades de hasta 10 Gbps para 37 a 55 m., lo cual es suficiente para las dimensiones de este edificio (ver plano 1 ó 2). Por esta razón es que no se escogió el cable de categoría 6a ya que lo que lo diferencia es que se pueden alcanzar velocidades de 10 Gbps para distancias de hasta 100 m ya que mejora diferentes parámetros de transmisión.

Se deberá dejar por lo menos 1 m. de reserva del cable UTP, el cual yacerá enrollado en la bandeja respetando el radio máximo que para este tipo de cable es mínimo de 25,4 mm. Esto es importante porque ante cualquier modificación en la ubicación del punto o reparación de los extremos, evita tener que reemplazar el cable por no tener la distancia necesaria.

Dado que se usará cable UTP de categoría 6, tanto el módulo hembra RJ-45 colocado en el *outlet* del puesto de trabajo como el *patch panel* colocado en el cuarto de equipos o de telecomunicaciones deberán de corresponder a la familia de materiales que trabajan con categoría 6, ya que con esto se logra una mejor compatibilidad en la transferencia de datos logrando maximizar el desempeño del sistema de cableado.

Sin embargo, el sistema de voz hace excepción a lo dicho al usar un panel de categoría 5e y cable multipar de categoría 3. El enlace entre la centralita y el gabinete se realiza con cable multipar de categoría 3,

el cual se ha escogido porque se considera de capacidad suficiente para las aplicaciones de voz que se caracterizan por ser de baja velocidad. Asimismo, este enlace llega a un panel de categoría 5e que a la vez se conecta por medio de un *patch cord* de categoría 6 al panel de terminaciones del cableado horizontal del mismo nivel.

Se propone colocar paneles de categoría 5e por la misma razón que se colocó cable multipar de categoría 3, es decir, el sistema de voz no requiere de un gran ancho de banda, lo cual queda cubierto con la categoría 3, sin embargo no existen paneles de dicha clase pues la norma permite elementos solo desde el nivel 5e, por eso se escoge el panel de menor categoría posible pues es la solución más económica y a la vez no deja de ser eficiente.

Además, las categorías mayores no son incompatibles con las menores, por lo tanto el sistema planteado es posible y dado que es una aplicación de baja velocidad, no tendrá problemas evidentes en la transmisión de información.

Se debe señalar que el motivo de haber escogido el cable de categoría 6 para el cableado horizontal del sistema de voz es el de una posible migración al sistema de Voz sobre IP (VoIP). Al llevar la voz sobre las redes de protocolo IP, se requiere mayor ancho de banda para obtener buenos niveles de calidad y por esto se recomienda que el medio por el cual se transmita sea mínimo de categoría 5e. Por esta misma razón es que se utilizaron *patch cords* de categoría 6, porque ante esta migración estos elementos permanecerían y sería mejor tener todo el sistema uniformizado en clase 6.

Dependiendo de la aplicación que se le dé a un cable del cableado horizontal, éste irá a un determinado gabinete, ya sea el de voz o el de datos.

### 3.5.1 1er piso

En este piso el cliente ya ha brindado una alternativa para el cableado horizontal porque ha colocado tuberías de PVC de 2" empotradas en la pared y cajas de paso de 5"x5"x3" en diferentes zonas de trabajo, las cuales permitirán ingresar más cables o sacar los extremos de estos para poder trabajarlos debidamente para la obtención del punto de red y voz. Además, se ha colocado una caja de paso de 6"x6"x3" detrás del gabinete para que a través de ella se lleven todos los cables a los paneles de ponchado.

Como se dijo anteriormente, en este piso se ha considerado la instalación de 30 puntos de los cuales 10 corresponden a voz y los restantes a datos. Dado que el gabinete estará ubicado en el vestuario de hombres, por los tubos tendrán que pasar un máximo de 28 cables de tipo UTP categoría 6. Para verificar si es posible que las tuberías puedan soportar esa densidad de cables se realiza el siguiente cálculo:

Diámetro de la tubería = 2" ó 2 in

Área de la tubería = 3,14 in<sup>2</sup>

Por recomendación de los estándares se debe usar solo el 40% del área de la tubería para que el cableado esté holgado y para una posible ampliación de algunos puntos. Además mientras los cables estén más ajustados, se presentarán mayores problemas debido a la diafonía entre ellos.

Área Efectiva de la tubería = 1,26 in<sup>2</sup>

Diámetro externo del cable = 0,232 in

Área del cable = 0,04 in

Número de cables = Área efectiva de la tubería / Área del cable = 31

Es decir que la tubería sí soportará la densidad del cableado necesaria para los puntos del primer piso, por lo tanto se le usará como medio de distribución del cableado en el primer piso. El recorrido de la tubería y la ubicación de las cajas de paso se pueden apreciar en el plano N° 5 “Recorrido de Tuberías en el 1er piso”.

Sin embargo, al haberse instalado las tuberías con sus correspondientes cajas de paso antes de definir donde se ubicarán los puntos de voz y datos en las zonas de trabajo, se hace necesaria una forma de llevar los cables desde las cajas de paso hacia la ubicación de cada punto. La solución propuesta es usar canaletas para luego colocar cajas superficiales montadas en la pared. En el plano N° 6 “Recorrido de Canaletas en el 1er piso” se puede ver el recorrido de cada canaleta de acuerdo a la ubicación de las cajas de paso.

### 3.5.2 2do piso

Dado que en el segundo piso se va colocar falso techo y no falso piso, se propone instalar bandejas sujetadas al techo.

La consideración en la ruta de las bandejas es que esté lo suficientemente separada de cualquier fuente de energía que pueda causar interferencia electromagnética. En este caso al estar colocada en el falso techo se debe prevenir las cercanías a los sistemas eléctricos y de aire acondicionado, y en los casos en donde las bandejas de datos crucen las tuberías eléctricas, debe realizarse una intersección perpendicular. Por otro lado, las bandejas no deberán pasar a través de los baños ya que se debe evitar estar cerca de las tuberías de agua.

Por otro lado, como se mencionó en el primer capítulo, en este piso se tienen dos tipos de estructuras en las zonas de trabajo. En los cuartos que tengan paredes hechas de dos láminas de *drywall*, se propone bajar el cable por en medio de ellas a través de tubo corrugado de PVC de 1". Se plantea esto ya que es una solución económica y de rápida instalación por la flexibilidad del tubo, además de darle cierta protección y guía de ruta al cable en medio de esas dos planchas. Una vez que el cable haya bajado por el tubo corrugado se colocará una caja empotrada en el *drywall*, a ésta se le agregará una plaqueta con orificios o también llamada *faceplate*, en donde se colocará un conector apropiado para la terminación del cable, en este caso se instalarán módulos RJ-45.

El otro tipo de estructura consiste en espacios que están separados por mamparas de vidrio con marcos de aluminio. Para poder bajar el cable hacia la ubicación del punto, se plantea usar un pequeño pedazo de tubo corrugado para sacar el cable de la bandeja y luego al entrar al área de trabajo se le guiará a través de canaletas, las cuales recorrerán la estructura de aluminio y no el vidrio. El tubo corrugado se utiliza para no dejar en ningún momento el cable descubierto ni descansando sobre el falso techo. Una vez que se logre el recorrido con canaletas se instalará una caja superficial que estará montada sobre la estructura de aluminio.

Cabe mencionar que este mismo método se utilizará para las paredes de concreto, ya que al no contar con tuberías instaladas incrustadas en la pared, no se podrá colocar una caja empotrada.

Luego de haber explicado todas estas consideraciones, se puede apreciar el recorrido de las bandejas y de los tubos corrugados en el plano N° 7 "Recorrido de Bandejas en el 2do piso".



Asimismo, la instalación de las canaletas se realizará en lados de la pared que no degraden visualmente el ambiente, es decir que deben estar lo más ocultas posibles por estética del lugar. El detalle de la colocación de las canaletas se puede observar en plano N° 8 “Recorrido de Canaletas en el 2do piso”.

En el peor de los casos la bandeja colocada deberá soportar un peso de 78 cables, lo cual equivale a aproximadamente 3 Kg./m.

Para el caso especial de los puntos que están en el extremo izquierdo, se tendrá que pasar tuberías de PVC de 1” por detrás de las escalera, así se llegará a dicha zona para luego llegar a los puntos a través de bandejas.

### 3.6 Cableado Vertical

Debido a que se cuenta con un gabinete en el primer piso, se tiene que realizar un enlace entre éste y el del segundo piso a fin de que ambos niveles estén interconectados.

Se tiene disponible 1 conducto rígido hecho de metal de 5 m. que enlaza estos dos pisos y tiene un diámetro de 1 ½” que equivale a un área efectiva de 0,71 in<sup>2</sup> la cual es suficiente para las dimensiones de los cables que pasarán por ahí ya que el cable multipar tiene un área de 0.13 in<sup>2</sup> y la fibra un área despreciable.

El tubo se utilizará para pasar el enlace de fibra óptica que se encargará de realizar la conexión de datos. Se escogió este medio por presentar grandes capacidades de transmisión, las cuales siempre son sugeridas para enlaces de *backbone*. Un extremo del cable partirá de la bandeja de empalmes del gabinete de datos y llegará a otra bandeja de empalmes ubicada en el gabinete del primer piso. Debido a que se trata del sistema de datos con redundancia, este cable de fibra por lo menos deberá contar con 4 hilos para lograr redundancia (2 hilos de transmisión y 2 de recepción).



Cada extremo del cable de fibra debe llegar a una bandeja hecha especialmente para poder enrollar la reserva que se debe dejar respetando los radios de curvatura. En esta misma bandeja se conectoriza cada uno de los hilos para luego colocarlos a un panel de fibra con sus correspondientes acopladores. Luego se podrán utilizar *jumpers* (misma función a la de un *patch cord* pero está hecho de fibra óptica) para conectar los equipos a cada uno de los puertos del panel de fibra.

Asimismo, este tubo también será usado para el enlace de cable multipar de categoría 3 que servirá para asignar anexos a los teléfonos del primer piso y por lo tanto habilitar la comunicación. Este cableado sigue los mismos pasos que el enlace entre la centralita y el gabinete de datos, solo que esta vez el punto de llegada serán paneles de categoría 5e ubicados en el gabinete del cuarto de telecomunicaciones.

Este conducto llega a la caja de paso de 6"x6"x3" ubicada detrás del gabinete del primer piso (la misma a donde llega el cableado horizontal del dicho piso) y a través de ella se lleva el cable de fibra óptica a su respectiva bandeja y el cable multipar a los paneles de categoría 5e para realizar el ponchado.

### 3.7 Área de Trabajo

Este subsistema de cableado se compone de cables que van desde el *outlet* localizado en el área de trabajo hacia el equipo localizado en el escritorio del usuario final.

La característica principal de este cableado es que deberá ser lo más flexible posible para soportar todos los posibles movimientos, constantes conexiones y desconexiones que el usuario realice en su equipo. Asimismo deberá ser de una longitud adecuada de tal manera que permita la fácil movilización del equipo, no obstante no debe ser muy largo para evitar desorden en el área de trabajo.

Con la finalidad de cubrir este subsistema se propone que por cada salida de información de datos se instale un cable de categoría 6 con conectores RJ-45 en cada extremo, cuya longitud sea de 7 pies o equivalente a 2,5 m, a este tipo de cables se le suele llamar *Line cords*.

El puerto superior de cada *outlet* o caja corresponderá al punto de voz y el inferior a datos.

### 3.8 Puesta a Tierra

El subsistema de puesta a tierra para telecomunicaciones que se desea instalar seguirá las recomendaciones de la norma TIA-607 y TIA-942.

La TMGB será colocada en el primer piso en el espacio donde se tiene la acometida eléctrica, es decir en la zona denominada “Tableros Eléctricos” (mayor referencia en el plano N° 1).

#### 3.8.1 Centro de Datos

En el Centro de Datos se colocará una TGB, cuya ubicación se puede ver en la figura 18, donde se describe el sistema de puesta a tierra en dicho cuarto.

Debido a que se va a colocar falso piso se propone instalar por debajo de él un enlace equipotencial común a todo el cuarto en forma de malla que estará conectado a la red de tierra del edificio mediante la TGB. Todo equipo o elemento que requiera ser aterrado se conectará a estos conductores, por lo tanto este enlace (equipo-malla) será de corta longitud, lo cual es una ventaja frente a otros sistemas.

Se ha escogido este método porque es lo que recomiendan los estándares debido a que la malla ofrece la resistencia más baja de todos los métodos que se puedan usar.

Para ello se utilizará un conductor de cobre desnudo de calibre 2 AWG ( $0,5127 \Omega/\text{Km.}$ ) pues es lo que recomienda la norma ANSI/TIA/EIA 607 ya que se debe tratar de que esta malla tenga suficiente capacidad para facilitar un camino apropiado a cualquier corriente que se produzca. Los conductores se dispondrán vertical y horizontalmente siguiendo las varillas de los pedestales del falso piso, tratando de que estén lo más cerca al suelo. La unión entre los cables y las varillas se realizará mediante una abrazadera de bronce que también deberá tener baja resistencia, ésta se colocará cada tres varillas.

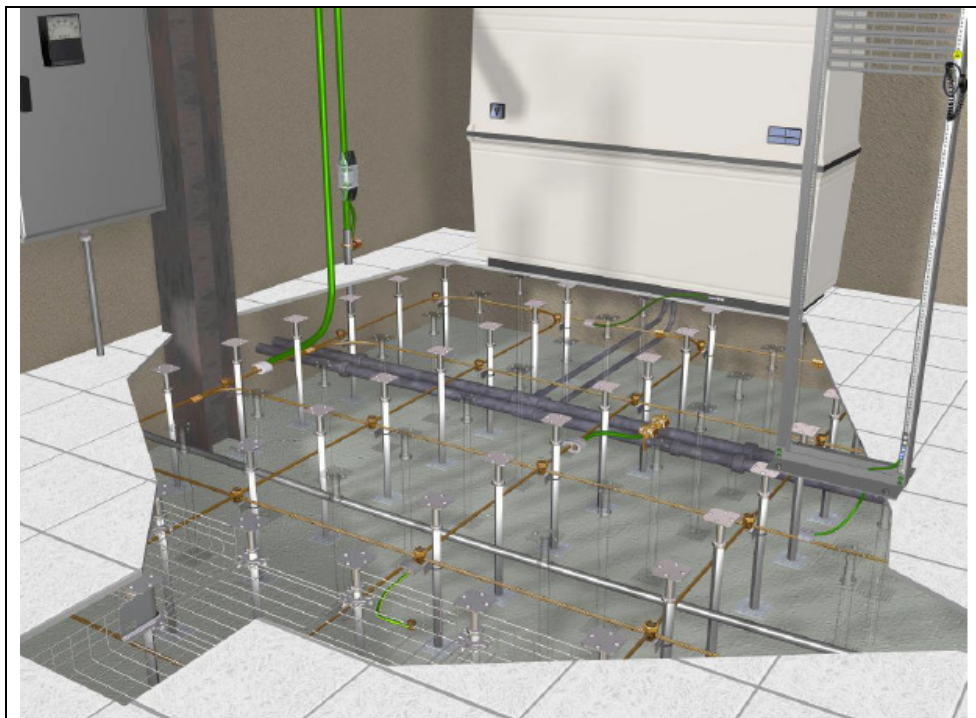


Figura 3.7 – Enlace equipotencial debajo del falso piso

Fuente: "Planning Considerations for Data Center Facilities System"

Los elementos que deben ser enlazados a la malla son los gabinetes, la PBX, las bandejas de piso y las tuberías metálicas por donde pasa el cableado vertical.

En general las uniones serán a través de un *jumper* de conexión de tierra de calibre #6 AWG ya que es lo adecuado según las normas ( $1,296 \Omega/\text{Km.}$ ). El extremo que va hacia la malla tendrá que ser pelado para poder colocar un conector de compresión que una ambos cables

(*jumper* y cable de malla). En el otro lado del conductor, la mayoría de equipos requerirán ser conectados mediante conector de doble perforación para lograr una mejor sujeción, en el caso de las bandejas se requerirá de conectores que unan el cable pelado con el material de la bandeja y para la unión de las tuberías se utilizarán abrazaderas de cobre.

Todos los gabinetes deberán tener *jumpers* de conexión a tierra que unan sus cuatro lados para asegurar continuidad eléctrica. Para aterrizar un equipo del interior, se realizará un enlace entre él y uno de los lados del gabinete, para ello se utilizará un conductor #10 AWG y se debe considerar que las partes del gabinete en donde se vaya a colocar el conector tienen que ser de metal puro, es decir remover la pintura en el caso que la haya. Se planea que toda unión entre el equipo y el gabinete sea realizado con conectores de doble perforación en ambos lados.

En el tablero eléctrico se deberá realizar un enlace directo entre la barra de tierra del panel y la TGB.

Las bandejas estarán enlazadas a un cable de calibre 6 AWG (que deberá estar pelado en los puntos de conexión) a través de un conector de aluminio de baja resistencia, el cual se colocará cada 20 m. Este cable hará todo el recorrido de las bandejas hasta llegar a la malla equipotencial donde será unido.

Por último, el TBB se iniciará en esta barra, y seguirá su camino hasta la TMGB mediante un tubo *conduit* de 1" que seguirá la misma ruta que el cableado vertical para luego seguir hasta el cuarto de tableros eléctricos en donde se encuentra la TMGB.

La dimensión que se le dará a este conductor será de acuerdo a la tabla 2.4, por lo tanto se usará calibre 3/0 ya que la distancia que recorrerá son aproximadamente 29 m. (5 m. desde el TGB del Centro

de Datos hasta la caja de paso y 24 hasta la TMGB ubicada en el cuarto de Tableros eléctricos).

A continuación se puede apreciar el diseño del sistema a tierra en el centro de datos:



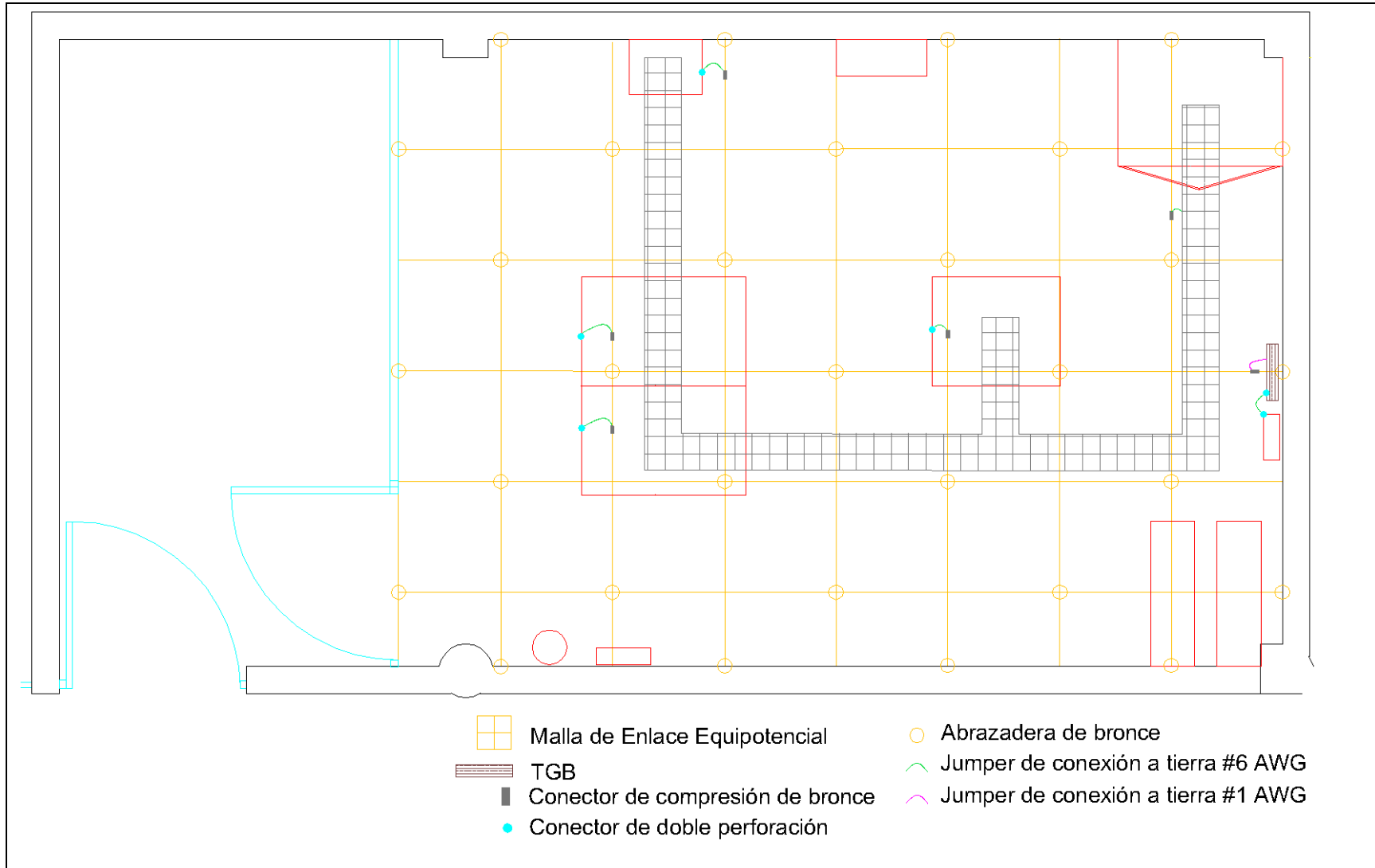


Figura 3.8 – Aterramiento en el Centro de Datos



### 3.8.2 Gabinete del 1er piso

El gabinete del primer piso seguirá el mismo método de los demás gabinetes para aterrar sus equipos, sin embargo éste tendrá montado en su interior una TGB que será la que enlace el gabinete con el sistema a tierra.

La TGB deberá tener un enlace equipotencial a través de conductor #6 AWG con el TBB, se realizará mediante un conector de compresión de bronce, igual a los que se usarán para enlazar los equipos a la malla en el 2do piso. Esta conexión se realizará en la caja de paso ubicada detrás del gabinete ya que ahí es donde termina el tubo *conduit* que guió al cable. Luego, el TBB se introducirá por otra tubería de *conduit* que lo guiará hasta el cuarto de la acometida eléctrica donde se encuentra la TMGB.

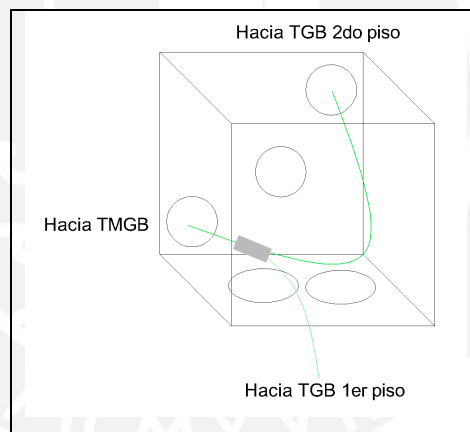


Figura 3.9 – Caja de paso con enlace TBB

### 3.9 Subsistema de Administración

De acuerdo a las características del edificio, se puede decir que le corresponde la clase de administración de segundo nivel. Y según las recomendaciones se tendrá:

Cuarto de Equipos del segundo piso	2a
Cuarto de Telecomunicaciones del primer piso	1a

Tabla 3.3 – Etiquetas de los cuartos de Telecomunicaciones



Los patch panels de cada gabinete serán etiquetados con letras, pudiéndose repetir las letras en diferentes gabinetes:

<b>Gabinete de Voz del 2do piso</b>	
Panel de 48 puertos categoría 6	A
Panel de 24 puertos de categoría 6	B
Primer panel de 24 puertos de categoría 5e	C
Segundo panel de 24 puertos de categoría 5e	D
Tercer panel de 24 puertos de categoría 5e	E
Cuarto panel de 24 puertos de categoría 5e	F

Tabla 3.4 – Etiquetas de los paneles del gabinete de voz del 2do piso

<b>Gabinete de Datos del 2do piso</b>	
Panel de 48 puertos de categoría 6	A
Panel de 24 puertos de categoría 6	B
Panel de fibra óptica	C

Tabla 3.5 – Etiquetas de los paneles del gabinete de datos del 2do piso

<b>Gabinete del 1er piso</b>	
Panel de 48 puertos categoría 6 para Datos	A
Primer panel de 24 puertos de categoría 6 para Voz	B
panel de 24 puertos de categoría 5e para Voz	C
Panel de Fibra	D

Tabla 3.6 – Etiquetas de los paneles del gabinete del 1er piso

El distribuidor telefónico, también deberá estar etiquetado y se le reconocerá por el nombre de “MDF”. En este caso se etiquetará cada 2 pares punchados en el bloque de interconexión.

Dada esta nomenclatura, se puede etiquetar los puntos en los puestos de trabajo, los cuales deberán especificarse si es que son puntos de voz o de datos (V o D respectivamente), por ejemplo:

2a-VA004, especifica que dicho punto es de voz y tiene su terminación en el puerto 4 del panel A del gabinete de voz ubicado en el 2do piso. Se sabe que el gabinete es el de voz debido a que en el segundo piso estos servicios están separados.

En el caso del primer piso se tendría:

1a-VC0012, es decir dicho punto de voz está ubicado en el puerto 12 del panel C del gabinete del primer piso.

Siguiendo estas pautas se puede observar la distribución de los puntos con su correspondiente etiquetado del primer piso en el plano N° 9 “Rotulación de Puntos en el 1er piso” y del segundo piso en el plano N° 10 “Rotulación de Puntos en el 2do piso”.

Además, en las siguientes tablas se muestra la asignación de puntos según el área de trabajo:

1er Piso	
Área	Puntos asignados
Escaleras	1a-VB001 1a-DA001
Asistentes	1a-VB002 1a-DA002 1a-DA003 1a-DA004
Laboratorio de Control	1a-DA006 1a-VB004 1a-DA007 1a-DA008
Oficina A	1a-VB003 1a-DA005
Supervisor	1a-VB005 1a-DA009 1a-DA010
Solicitud de Pedidos	1a-VB006 1a-DA011
Sala de Pruebas de Mantenimiento	1a-DA013 1a-DA012 1a-DA014
Almacén 1	1a-DA015

	1a-VB007
Almacén 2	1a-DA017 1a-VB008
Supervisión y Mantenimiento	1a-VB009 1a-DA018 1a-VB010 1a-DA019 1a-DA020

Tabla 3.7– Especificación de de los puntos en el 2do piso

2do piso	
Área	Puntos asignados
Pasadizo	2a-VA001 2a-DA001 2a-DA005 2a-DA024 2a-DB002
Sala de Reuniones 2	2a-DA002 2a-DA003 2a-VB002
Planilla	2a-DA004 2a-VA003
<i>Data Center</i>	2a-DA006 2a-VA004
Cuarto de Control	2a-DA007 2a-VA005 2a-DA008 2a-VA006 2a-DA009 2a-VA007
Sala de Pruebas de Mantenimiento	1a-DA013 1a-DA012 1a-DA014
Auditor	2a-DA010 2a-VA008
Asistente	2a-DA011 2a-VA009
Jefe de Planta	2a-DA012 2a-VA010 2a-DA013
Gerente de Operaciones	2a-DA014 2a-DA015 2a-VA011

Logística	2a-DA016 2a-VA012 2a-DA017 2a-VA013
Coordinador de Laboratorios	2a-DA018 2a-VA014
Coordinador de Medio Ambiente	2a-DA019 2a-VA015
Dirección de Medición	2a-DA020 2a-VA016
Imagen	2a-DA021 2a-VA017
Sala de Reuniones 5	2a-DA022 2a-DA023 2a-VA018
Sala de Reuniones 4	2a-DA025 2a-DA026 2a-VA019 2a-DA027 2a-DA028
Sala de Reuniones 3	2a-DA029 2a-VA020 2a-DA030 2a-DA031
Sala de Visitas 6	2a-DA032 2a-VA021
Sala de Visitas 5	2a-DA033 2a-VA022
Proyectos	2a-DA034 2a-VA023 2a-DA035 2a-VA024 2a-DA036 2a-VA025
Impresoras y <i>Plotters</i>	2a-DA037 2a-DA038 2a-DA039 2a-DA040 2a-VA026 2a-DA041
Economía	2a-DA042 2a-VA027 2a-DA043 2a-VA028

Dirección Técnica	2a-DA044 2a-VA029 2a-DA045 2a-VA030
Coordinador de Gestión	2a-DA046 2a-VA031 2a-DA047 2a-VA032
Salas de Visitas 4	2a-DA048 2a-VA033
Sala de Visitas 5	2a-DA048 2a-VA033
Sala de Visitas 2	2a-DB001 2a-VA034
Sala de Visitas 3	2a-DB003 2a-VA035
Sala de Visitas 1	2a-DB004 2a-VA036
Recursos Humanos	2a-DB005 2a-VA037 2a-DB006 2a-VA038 2a-DB007 2a-VA039 2a-DB009 2a-VA041
Sala de Reuniones 1	2a-DB010 2a-DB011 2a-DB012 2a-VA042 2a-DB013
Jefatura 1	2a-DB014 2a-VA043 2a-DB015

## **Capítulo 4**

### ***Requerimientos de Hardware e Inversión de la solución***

En el presente capítulo se describirán todos los materiales necesarios para realizar la implementación de cada uno de los subsistemas descritos anteriormente. Luego se obtendrá el presupuesto que se requiere.

Cabe mencionar que la gran mayoría de materiales usados son de marca SYSTIMAX y CABLOFIL, debido a que se cuenta con un convenio especial con el distribuidor de dicha marca lo que hace que se adquieran los materiales a menor precio. Además, las soluciones ofrecidas por las diferentes marcas están contempladas para ser implementadas con todos sus componentes y solo así se podrá hacer valer la garantía de los servicios.

#### **4.1 Descripción de Materiales**

##### ***4.1.1 Cableado Horizontal***

- Cable de categoría 6 Non Plenum 1071E GigaSPEED® XL - Systimax:

Cable de Categoría 6 escogido de tipo “non plenum”, lo que significa que no tiene propiedades para retardar la propagación de fuego. Se escogió debido a que las zonas donde será instalado no permiten corrientes de aire, es decir que en ellas no se propagará rápidamente el fuego ante un posible incendio.

– Bandeja tipo malla CF 54/200 EZ - Cablofil:

Las bandejas tipo malla reducen el efecto de ruido en los cables debido a interferencia electromagnética, además al ser de estructura abierta permite un control visual de la disposición de los cables y permite derivar los cables a los tubos fácilmente. Se ha decidido que la bandeja debe estar ocupada solo en un 40% para evitar diafonía entre los cables, por ello se escogió que la bandeja tenga un ancho de 200 mm.

– Unión de bandejas CE25 + CE30 + BTRCC 6x20 + EEC 6- Cablofil:

Estas cuatro piezas sirven para unir bandejas. Se utilizarán en tramos de corta distancia, ya que no dan una linealidad exacta. Asimismo pueden ser utilizadas en donde se requiera unión en curvatura. Cumplen las pruebas de continuidad eléctrica.

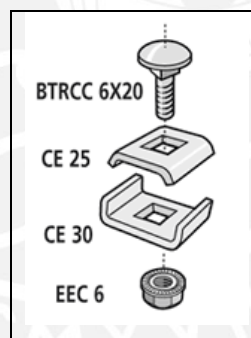


Figura 4.1 – Accesorios para la unión de bandejas

Fuente: "Cablofil 2008" [36] – Pág. 30

– Unión rápida de bandejas EDRN - Cablofil:

Pieza para unir bandejas que no requiere de tornillos para su instalación; opcionalmente se puede usar una llave especial que hará su instalación más rápida. Se usa en tramos largo donde se requiera linealidad. Cumple con las pruebas de continuidad eléctrica.



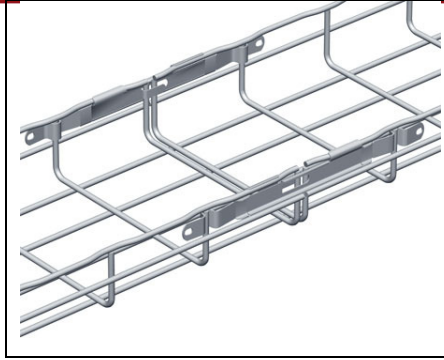


Figura 4.2 – Accesorio de unión rápida de bandejas

Fuente: "Cablofil 2008" [36] – Pág. 27

– Salida de Cable DEV 100- Cablofil:

Permite que al bajar los cables de la bandeja estos lo hagan de una manera suave y no en ángulo recto. Se usará en el centro de datos, en la montante.

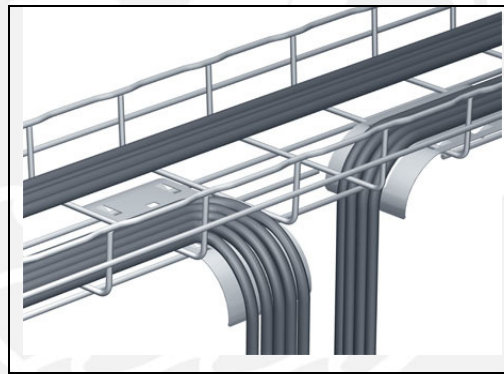


Figura 4.3 – Accesorio para la salida de los cables de las bandejas

Fuente: "Cablofil 2008" [36] – Pág. 89

– Grapa de Suspensión AS M6 + Varilla TF6 + Huacha EE6 - Cablofil:

El elemento AS sirve para sujetar la bandeja a la varilla TF6 a través de tuercas y huachas planas (EE6). Luego a esta varilla se le coloca un expansor en el otro extremo para ser fijada al techo.

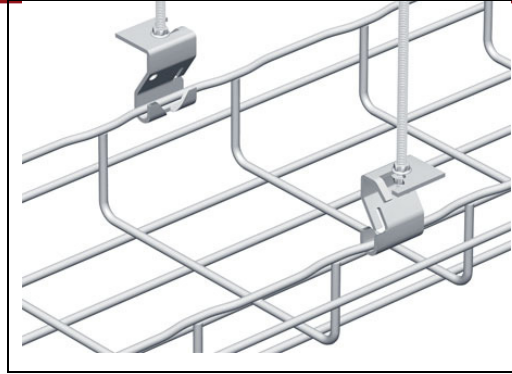


Figura 4.4 – Accesorio anclaje de bandejas  
Fuente: “Cablofil 2008” [36] – Pág. 55

– Accesorio de Soporte RSCN 3000+ Abrazaderas UFC - Cablofil:

Estas piezas sirven para la instalación de las bandejas debajo del falso piso. La abrazadera UFC sirve para fijar el elemento RSCN a las varillas del falso piso, para luego colocar las bandejas sobre los soportes. Se escogió el RSCN 3000 (3 m.) ya que se puede cortar para adaptarse mejor al espaciamiento que se tiene entre las varillas del falso piso.

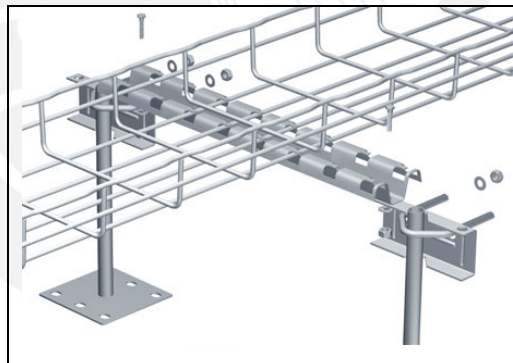


Figura 4.5 – Soporte de bandejas para falso piso  
Fuente: “Cablofil 2008” [36] – Pág. 79

– Canaletas 32x12x210 mm. y accesorios – Ticino:

Las canaletas como solución de distribución del cable tanto en el primero como en el segundo piso, no requieren de mucha capacidad ya que su objetivo es bajar los cables hacia sólo uno o dos *outlets*, es decir contener a lo mucho 4 cables. Por esto es que se han escogido estas medidas, además de que mientras menos vistosa sea la canaleta, mayor estética le dará al lugar. Los

accesorios principalmente son ángulos planos para la curva de 90° que se da en la mayoría de casos.

#### 4.1.2 *Cableado Vertical*

- Cable de fibra óptica LazrSPEED 150 Riser de 6 hilos - Systimax:

Fibra Multimodo con núcleo de 50  $\mu\text{m.}$ , se escogió este tipo de cable porque tiene velocidades de transmisión de 10 Gbps y adicionando elementos como los de CWDM puede alcanzar velocidades mucho mayores. Por otro lado, se escogió de tipo “riser” pues se necesita que el cable tenga un tipo de protección contra la propagación de fuego, ya que al usarse como cableado vertical en caso de incendio de uno de los pisos el cable podría hacer que se propague al otro piso. Se propone que se tengan 6 hilos ya que dos de ellos son para la transmisión y recepción, otros dos serían de respaldo y los dos últimos quedarían en caso se requieran a futuro.

- Cable Multipar de categoría 3 de 25 pares Plenum 1010 - Systimax:

Cable para la transmisión de voz, debido a que en el primer piso solo se cuentan con diez puntos de voz es suficiente pasar un cable de 25 pares y en el segundo piso se tendrían dos enlaces para cubrir los 43 puntos de voz solicitados.

#### 4.1.3 *Cuarto de equipos*

- Gabinete de 34 RU Simple - Quest:

Gabinete estándar para interiores de tamaño suficiente para alojar todos los equipos actuales y tener espacio para una posible ampliación. Tiene un sistema de ventilación interno. Este tipo de gabinete será colocado tanto para el servicio de voz como para datos.

- Gabinete para Servidores de 34 RU - Quest:

Gabinete estándar para interiores con puerta frontal curva en malla metálica ideal para equipos que requieren alta ventilación. Además de contar con sistema de ventilación interno. Tamaño suficiente para alojar todos los equipos actuales y tener espacio para una posible ampliación.

- Bandeja de Fibra 600G2-1U-IP-SD - Systimax:

Bandeja de montaje de 1 RU para gabinetes estándar que acepta hasta 3 paneles de acopladores. Se escogió que sea deslizable pues permite una inspección más rápida del cable que las bandejas para paneles fijos. Será instalado en el Gabinete de Datos y en el Gabinete del 1er piso.



Figura 4.6 – Bandeja de fibra

Fuente: "2008 SYSTIMAX Solutions Entire Catalog" [37] – Pág. 183

- Panel de 6 acopladores LC-LC dobles 1000-24LC-DPLX-MM - Systimax:

Panel con 6 acopladores doble de tipo LC-LC para ser instalado en la bandeja de fibra óptica y de esta manera tener puertos para una fácil conexión y desconexión de los *jumpers* de fibra. En este caso sólo se instalará un panel por bandeja pues es suficiente para las conexiones actuales. Se escogió panel de LC pues es el tipo de conector que se propone.

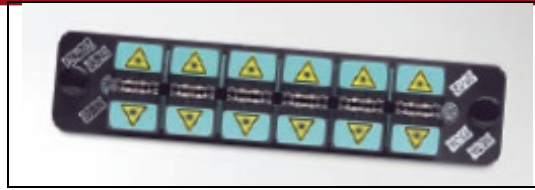


Figura 4.7 – Panel con 6 acopladores dobles LC-LC  
Fuente: “2008 SYSTIMAX Solutions Entire Catalog” [37] – Pág. 183

– Conectores LC 50/125  $\mu\text{m}$  - Systimax:

Los conectores LC son los más recomendados para la infraestructura de telecomunicaciones ya que son pequeños (la mitad del tamaño de un conector SC o ST) y ofrecen un buen desempeño al tener poca atenuación (0,1 dB) y baja pérdida por inserción (0,3 dB). Por otro lado su instalación es sencilla.

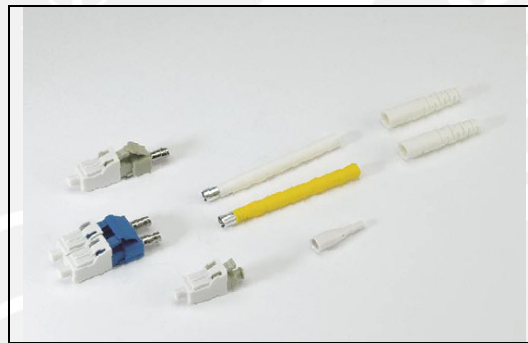


Figura 4.8 – Conector LC  
Fuente: “2008 SYSTIMAX Solutions Entire Catalog” [37] – Pág. 201

– Patch Panel 1100GS3 - Systimax:

Panel para gabinetes Standard con módulos para conexión de puertos RJ-45, compatibles con la categoría 6. Estos paneles se utilizarán en todos los gabinete y en ellos se poncharán todos los cables que sirven a cada piso.

– Patch Panel 1100PSCAT5E Power Sum - Systimax:

Panel para gabinetes estándar con módulos para conexión de puertos RJ-45, compatibles con la categoría 5e. Estos paneles se utilizarán para la conexión del cable multipar para el servicio de voz.

- Patch Cord GS8 - Systimax:

Patch Cords de 3" de categoría 6. Se usarán en todos los gabinetes.

- Jumper LazrSpeed Simplex LC- Systimax:

Patch Cords de fibra óptica de 10" multimodo con conectores LC. Realizarán la conexión entre los hilos de *backbone* con los transmisores y receptores óptico-electrónicos.

- Módulo Jack RJ-45 MGS400-248 - Systimax:

Conector Jack hembra de categoría 6 de color marfil. Cada cable del cableado horizontal será ponchado en uno de estos conectores para luego ser instalado en el *outlet* de telecomunicaciones.

- Faceplate M12LE-246 - Systimax:

Tapa del *outlet* de telecomunicaciones de color marfil con 2 puertos para los módulos RJ-45. A sus lados tiene un espacio para colocar las etiquetas para la rotulación de puntos.

- Ordenadores horizontales 1100D - Systimax:

Los ordenadores horizontales para gabinetes Standard sirven para organizar los *patch cords* entre los diferentes paneles o bandejas. De esta manera se tiene una mejor administración y mayor estética en los gabinetes.

#### 4.1.4 Cuarto de Telecomunicaciones

- Gabinete Industrial para exteriores de 23 RU - Quest:

Gabinete estándar de piso para exteriores que cumple con el índice de protección NEMA 4, el cual brinda está hecho para proteger los equipos contra chorros de agua, el cual podría a



llegar a ser el caso debido a la limpieza de los vestuarios o una posible inundación por las duchas.

El gabinete cuenta con una caja interna para el montaje de los equipos, la cual los provee de una temperatura uniforme y libre de partículas. La caja exterior protege contra elementos externos como agua, polución y agentes corrosivos. Por lo tanto provee doble seguridad.

Para poder entrar los cables al gabinete se requerirá realizar huecos a la misma altura donde se encuentra la salida de los tubos, luego se procederá a sellar los huecos con silicona para evitar cualquier filtración.



Figura 4.9 – Gabinete para exteriores

Fuente: "Gabinete Industrial y para exteriores –Modelo XPLUS" [38]

#### 4.1.5 Área de Trabajo

- LineCord - Systimax:

Patch *Cord* de 10" de categoría 6 para la conexión del equipo del usuario al *outlet* de telecomunicaciones.



#### 4.1.6 Puesta a Tierra

- Cable de cobre desnudo calibre 2 AWG - Indeco:

Este cable se utilizará para realizar la malla equipotencial del Centro de Datos. Se propone que sea desnudo pues es más económico y físicamente no se ve por lo que no requiere de estética.

- Tira para enlace a tierra - Panduit:

Se coloca a los costados del gabinete para realizar los enlaces con los equipos y evitar sacar la pintura donde sea necesario.

- Jumper de conexión a tierra - Panduit:

Son pequeños cables de diferentes calibres para diferentes usos como el enlace de los equipos al gabinete, el enlace de gabinetes hacia la malla o unión de los lados del gabinete para asegurar continuidad. Estos *jumpers* vienen con conectores de doble perforación en sus dos extremos o solo en uno, esto dependerá de la aplicación que se le de.

Este fabricante ofrece el kit RGCBNJ660P22 en donde se ofrece un *jumper* de calibre #6 AWG más un conector HTAP para el enlace equipotencial a la malla. También brinda el kit RGEJ1024PFY que trae un *jumper* de calibre #10 AWG con dos conectores de doble perforación a cada lado.

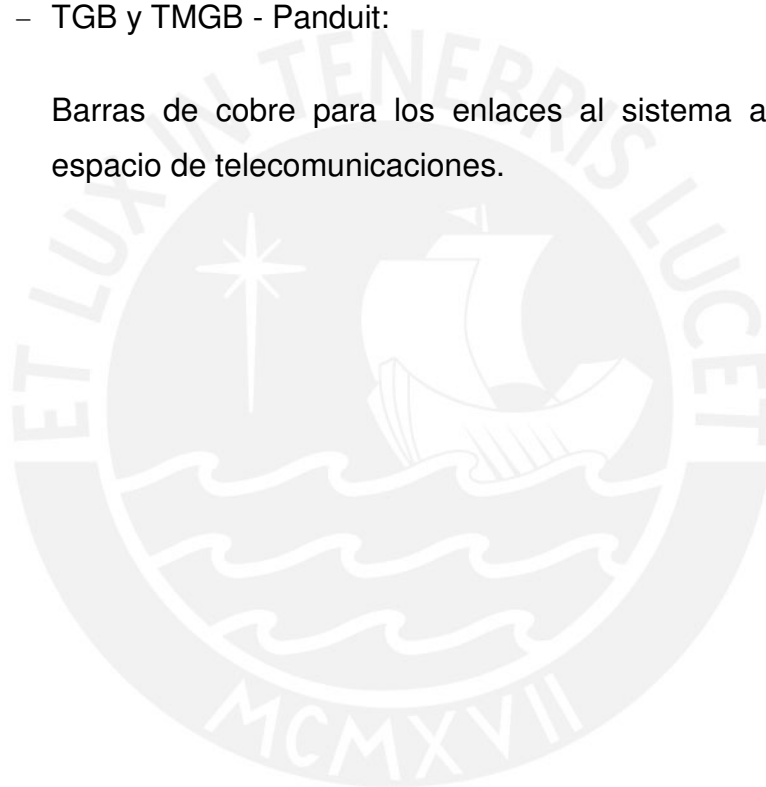


Figura 4.10 – Kit RGCBNJ660P22

Fuente: Catálogo "Structured Ground™ Kits for Data Center" [39]

- TGB y TMGB - Panduit:

Barras de cobre para los enlaces al sistema a tierra de cada espacio de telecomunicaciones.



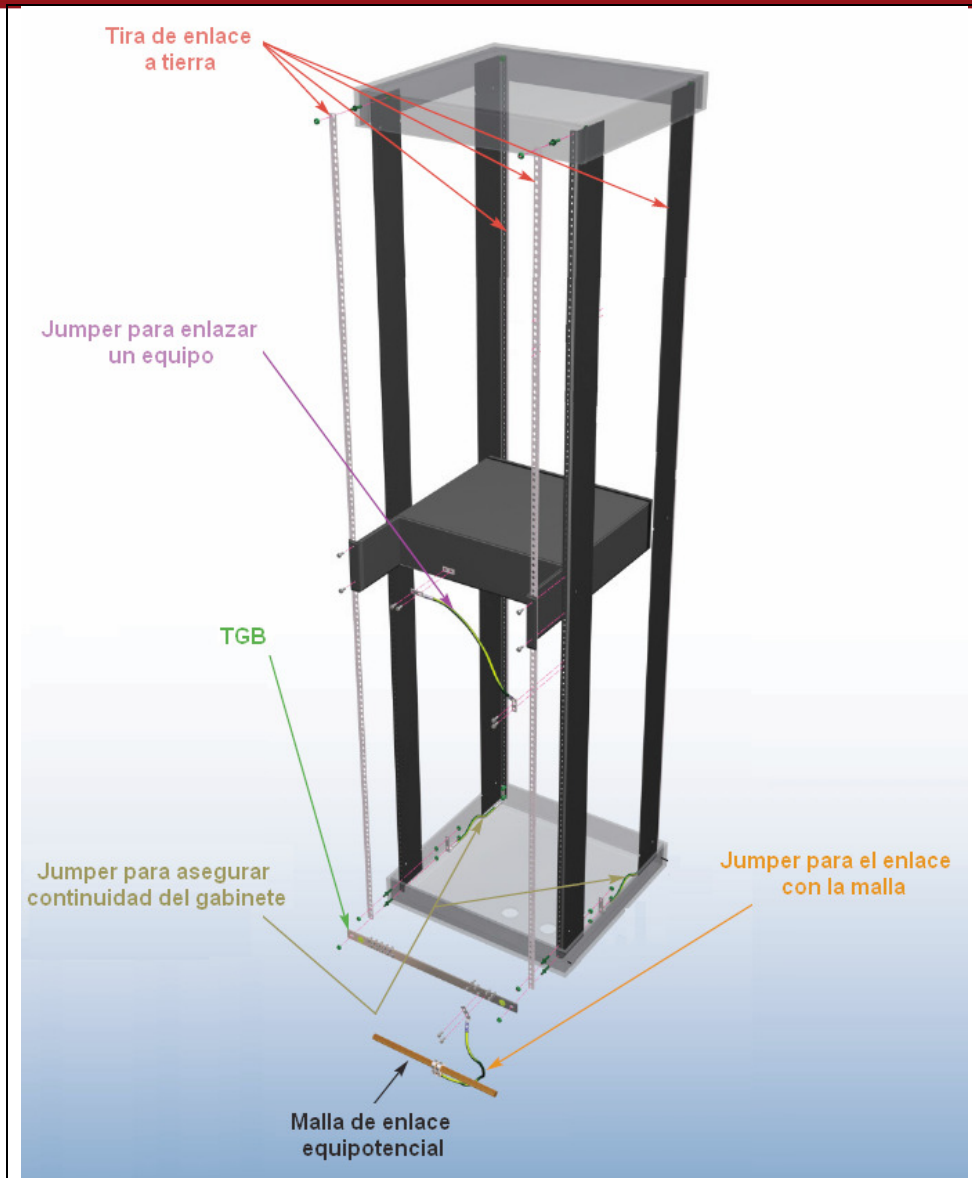


Figura 4.11 – Puesta a tierra de un gabinete

Fuente: Catálogo "Structured Ground™ Kits for Data Center" [39]

- Abrazadera de aterrizaje U-Bolt de Bronce GPL-15-X- Panduit:

Se usa para enlazar las varillas del falso piso a la malla y tuberías de metal a cables de conexión a tierra.



Figura 4.12 – Abrazadera tipo U de bronce

Fuente: “Structured Ground™ System for Data Center Grounding” [40] – Pág. 22

- HTAP de compresión de cobre y cubierta - Panduit:

Se usa para la conexión de dos cables de puesta a tierra, por ejemplo para unir los cables de la malla o los jumpers a esta misma. Viene incluido en el Kit RGCBNJ660P22.



Figura 4.13 – Abrazadera tipo U de bronce

Fuente: “Structured Ground™ System for Data Center Grounding” [40] – Pág. 20

- Conector de aterrizaje para bandejas Grifequip - Panduit:

Conector de aluminio que une las bandejas con un cable de calibre 6 AWG, lo cual permite crear el enlace con el respectivo sistema a tierra.

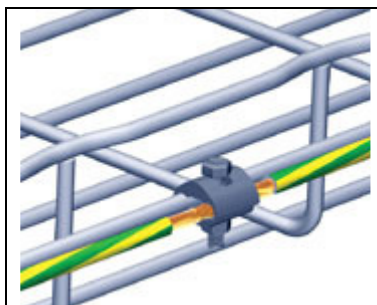


Figura 4.14 – Conector de aterrizaje para bandejas

Fuente: “<http://www.cablofil.es/content.aspx?page=120&section=13&language=14>”

## 4.2 Presupuesto

A continuación se presenta la inversión que se requiere sólo en materiales, el cálculo de las cantidades de la mayoría de materiales se puede ver en el anexo 1.

Descripción	Und.	Cant.	Precio (\$)	Parcial (\$)
<b>1er piso</b>				<b>2.675,83</b>
Gigaspeed XL 1071E, UTP, 4pr, gris CMR	Caja	<b>4,00</b>	123,50	494,00
Patch cord, 3ft, Gigaspeed XL, gris	unidad	<b>30,00</b>	4,09	122,70
Linecord, 10ft, Gigaspeed XL, gris	unidad	<b>20,00</b>	5,54	110,80
Patch Panel 1100GS3 48 puertos	unidad	<b>1,00</b>	237,00	237,00
Patch Panel 1100GS3 24 puertos	unidad	<b>1,00</b>	126,22	126,22
Patch Panel 1100 Power SUM, 24 port	unidad	<b>1,00</b>	62,40	62,40
Modulo jack RJ-45, T568A/B, Gigaspeed, Ivory	unidad	<b>30,00</b>	4,54	136,20
Faceplate, 2 port, M-series. Labels, Ivory	unidad	<b>18,00</b>	1,43	25,74
Tapa Ciega para Faceplate	unidad	<b>6,00</b>	0,28	1,68
Caja de montaje superficial 4x2", TICINO	unidad	<b>18,00</b>	1,25	22,50
Ordenadores horizontales, 2RU	unidad	<b>1,00</b>	39,55	39,55
Ordenadores horizontales, 1RU	unidad	<b>1,00</b>	20,40	20,40
Gabinete para exteriores, 23RU	unidad	<b>1,00</b>	870,00	870,00
Bandeja deslizable para Fibra 600G2-1U-IP-SD	unidad	<b>1,00</b>	59,55	59,55
Panel F.O con 6 acopladores LC-LC, MM	unidad	<b>1,00</b>	36,29	36,29
Patch Cord LazrSpeed 50/125µm duplex LC/LC, 10 ft	unidad	<b>4,00</b>	55,00	220,00
Canaleta 32x12	canaleta	<b>45,00</b>	1,43	64,35
Angulo plano para canaleta de 32x12	unidad	<b>23,00</b>	1,15	26,45

Descripción	Und.	Cant.	Precio (\$)	Parcial (\$)
<b>2do piso</b>				<b>8.151,12</b>
Gigaspeed XL 1071E, UTP, 4pr, gris CMR	Caja	<b>20,00</b>	123,50	2.470,00
Patch cord, 3ft, Gigaspeed XL, gris	unidad	<b>107,00</b>	4,09	437,63
Linecord, 10ft, Gigaspeed XL, gris	unidad	<b>64,00</b>	5,54	354,56
Patch Panel 1100GS3 48 puertos	unidad	<b>2,00</b>	237,00	474,00
Patch Panel 1100GS3 24 puertos	unidad	<b>2,00</b>	126,22	252,44
Patch Panel 1100 Power SUM, 48 port	unidad	<b>1,00</b>	109,08	109,08
Patch Panel 1100 Power SUM, 24 port	unidad	<b>1,00</b>	62,40	62,40
Modulo jack RJ-45, T568A/B, Gigaspeed, Ivory	unidad	<b>107,00</b>	4,54	485,78
Faceplate, 2 port, M-series. Labels, Ivory	unidad	<b>63,00</b>	1,43	90,09
Tapa Ciega para Faceplate	unidad	<b>19,00</b>	0,28	5,32
Caja de montaje superficial 4x2", TICINO	unidad	<b>46,00</b>	1,25	57,50
Ordenadores horizontales, 2RU	unidad	<b>3,00</b>	39,55	118,65
Ordenadores horizontales, 1RU	unidad	<b>3,00</b>	20,40	61,20
Bandeja para gabinete, 1 RU	unidad	<b>6,00</b>	10,30	61,80
Bandeja deslizable, 1 RU	unidad	<b>1,00</b>	59,85	59,85
Gabinete estándar, 34 RU	unidad	<b>2,00</b>	749,00	1.498,00
Gabinete para servidores, 34 RU	unidad	<b>1,00</b>	874,00	874,00

110AW2-100 Wiring Block 100 pares con patas	unidad	<b>1,00</b>	12,88	12,88
110A3 - Ordenador plástico con patas para Wiring Block	unidad	<b>1,00</b>	6,28	6,28
110C-5 Connecting Block 110 de 5 pares, pack/10	unidad	<b>2,00</b>	6,22	12,44
Bandeja deslizante para Fibra 600G2-1U-IP-SD	unidad	<b>1,00</b>	59,55	59,55
Panel F.O con 6 acopladores LC-LC, MM	unidad	<b>1,00</b>	36,29	36,29
Patch Cord LazrSpeed 50/125µm duplex LC/LC, 10 ft	unidad	<b>4,00</b>	55,00	220,00
Canaleta 32x12	canaleta	<b>87,00</b>	1,43	124,41
Angulo plano para canaleta de 32x12	unidad	<b>44,00</b>	1,15	50,60

Descripción	Und.	Cant.	Precio (\$)	Parcial (\$)
<b>Puesta a Tierra</b>				<b>3.593,62</b>
Cable de cobre desnudo 2 AWG	metro	<b>57,68</b>	5,40	311,47
Tira para enlace a tierra	unidad	<b>4,00</b>	103,35	413,40
Kit RGCBNJ660P22 (jumper #6 + HTAP)	unidad	<b>6,00</b>	54,14	324,84
Kit RGEJ1024PFY (jumper #10 + 2 conectores doble perforación)	unidad	<b>21,00</b>	40,41	848,61
Barra de tierra para rack	unidad	<b>1,00</b>	20,00	20,00
TGB	unidad	<b>1,00</b>	88,00	88,00
TMGB	unidad	<b>1,00</b>	100,00	100,00
Abrazadera de aterrizaje U-Bolt de bronce	unidad	<b>32,00</b>	10,80	345,60
Conector de bandejas Grifequip	unidad	<b>9,00</b>	4,50	40,50
Cable #6 AWG	metro	<b>214,00</b>	3,38	723,32
Cable #3/0 AWG	metro	<b>35,00</b>	10,42	364,70
Cable #1AWG	metro	<b>1,00</b>	13,18	13,18

Descripción	Und.	Cant.	Precio (\$)	Parcial (\$)
<b>Backbone</b>				<b>156,37</b>
Cable Multipar, 25 pr, Cat. 3	metro	<b>20,00</b>	3,60	72,00
Cable Reiser LazerSPEDD 6 fibras, MM	metro	<b>10,00</b>	2,45	24,50
Conector LC 50µm Multimodo	unidad	<b>8,00</b>	5,40	43,20
188UT1-50 Soporte para Etiquetas pack/6 strip, hasta 300 pares	unidad	<b>1,00</b>	1,78	1,78
Etiquetas blancas 110 5 pares, pack/90 Strip	unidad	<b>1,00</b>	14,89	14,89

Descripción	Und.	Cant.	Precio (\$)	Parcial (\$)
<b>Bandejas Cablofil</b>				<b>3.679,44</b>
Bandeja tipo malla CF 54/200 EZ 54 x 200 x 3000 mm zincado electrolítico	unidad	<b>72,00</b>	29,00	2.088,00
Tornillo con tuerca (100 juegos) BTRCC 6x20 EZ zincado electrolítico	unidad	<b>3,00</b>	9,79	29,37
Mordaza de unión (50 unid) CE 30 EZ zincado electrolítico	unidad	<b>5,00</b>	10,40	52,00
Mordaza de unión (50 unid) CE 25 EZ zincado electrolítico	unidad	<b>5,00</b>	7,41	37,05
Salida de cable DEV 100 GS galvanizado en continuo	unidad	<b>2,00</b>	2,73	5,46
Accesorio de unión rápida EDRN EZ zincado electrolítico	unidad	<b>88,00</b>	2,13	187,44



Elemento de sujeción RSCN 3000	unidad	<b>1,00</b>	27,00	27,00
Abrazaderas UFC	unidad	<b>12,00</b>	4,00	48,00
Grapa de suspensión AS GS galvanizado en continuo	unidad	<b>269,00</b>	0,60	161,40
Varillas o Espárragos 5/16, 0.3 mt.	varilla	<b>269,00</b>	2,50	672,50
Espansor para Varilla o espárrago de 5/16	unidad	<b>269,00</b>	0,50	134,50
Tuercas para Varrilla de 5/16	unidad	<b>1.076,00</b>	0,13	139,88
Huachas planas de 5/16	unidad	<b>1.076,00</b>	0,09	96,84

<b>TOTAL en MATERIALES</b>				<b>18.256,38</b>
----------------------------	--	--	--	------------------





## ***Conclusiones y Recomendaciones***

### **5.1 Conclusiones**

1. Luego de haber revisado diferentes normas necesarias para el diseño de infraestructura de red, se puede concluir que no siempre se cumplirán en su totalidad ya que las características de las instalaciones de un edificio y las exigencias del cliente serán las que definan el diseño real. Lo que se debe procurar es buscar solución que más se acerque a las recomendaciones de las diferentes normas.
2. El diseño propuesto cumplió las exigencias del cliente al respetar la distribución de las zonas hechas y no exigir la demolición de las estructuras. Sin embargo, esto no implicó que no se siguieran las normas ya que se dieron soluciones que balanceen ambas necesidades, muchas veces llevando a alternativas más costosas como es el caso del gabinete en el primer piso.
3. La solución que se plantea es independiente de la tecnología y equipos que se usen, prueba de esto es que todo fue diseñado sin referencia alguna de las técnicas que utilizarán los dispositivos mostrados. El diseño sólo se basó en las propiedades de los diferentes medios a utilizar, lo cual asegura que el sistema sea

vigente hasta que se llegue a utilizar métodos de transmisión o recepción que superen la capacidad de los medios.

4. El presupuesto que implica el proyecto puede variar de acuerdo a las exigencias del cliente y muchas veces se debe adecuar al presupuesto que éste tenga. En este caso se ha dado una solución que implica materiales de las mejores marcas y rutas de cableado óptimas, en caso de querer reducir el presupuesto se debe llegar a un acuerdo con el cliente y explicarle los riesgos que esto trae.
5. La inversión a realizar sólo en materiales es de \$18.256,36, lo cual representa la mayor parte del costo en un proyecto de este tipo. De este monto, casi el 20% corresponde al sistema de puesta a tierra y es por esta razón que en la mayoría de casos no se le considera. No obstante se ha podido ver a lo largo de la investigación que su implementación trae grandes ventajas y es por ello que en este diseño se le considera.
6. Dado que el diseño se realizó en base solo a los planos tiene un margen de error de aproximadamente 20% en lo que refiere a rutas de cableado, bandejas o cables. Por ello es que se le considera en el presupuesto y el metrado y sólo se comprueba un buen dimensionamiento a la hora de implementar el proyecto.
7. Se puede concluir que el sistema de administración es sumamente importante debido a la cantidad de puntos que se tienen que manejar. Cualquier error que haya en la red se revisará primero en los gabinetes y si no se tuviera un etiquetado adecuado se perdería tiempo tratando de ubicar qué puerto del panel le corresponde al punto de red que se quiere revisar.

## 5.2 Recomendaciones

1. La principal recomendación para este tipo de proyectos es que se tenga una coordinación constante tanto con el cliente como con el arquitecto del edificio. Ya que lo ideal es que la infraestructura de telecomunicaciones este prevista desde el inicio de la construcción del edificio y no tratar de acoplarla luego que la construcción esté finalizada, como sucedió en este caso.
2. Se recomienda que al implementarse esta solución, se haga una certificación de la red ya que los estándares lo recomiendan. Esto será de suma importancia para ubicar posibles fallas en la instalación y dejarle al cliente una documentación que demuestre que red está operativa.
3. Es recomendable dejar documentación detallada de la rotulación de los puntos y elementos de la red, los cuales deberán incluir un registro de todos los puntos existentes así como planos indicando sus ubicaciones. De esta manera el administrador de la red sólo tendrá que referir esta documentación cuando requiera ubicar un punto.
4. A pesar que en la actualidad los estándares solo recomiendan la utilización de cable UTP hasta de categoría 6A, debería hacerse un estudio y análisis de las categorías futuras como es la clase 7. Muchas de las marcas más reconocidas ya tienen soluciones que implican la implementación de red con dicha categoría.
5. Los grandes centros de datos utilizan métodos más sofisticados de administración como son el uso de los *iPatch*. Estos son *patch panels* “inteligentes” que determinan estados de conexión y realizan operaciones automáticas gracias a un software propietario. Se recomienda hacer un análisis acerca de la posibilidad de implementar esta tecnología con software libre para que pueda ser usado en centros de datos más pequeños.

## Bibliografía

1. BARNETT, D., GROTH, D., McBEE, J. "Cabling The Complete Guide to Network Wiring" Sybex, 2004
2. ANSI/TIA/EIA-942. "Telecommunications Infraestructure Standard for Data Centers" TIA, 2005
3. ANSI/TIA/EIA-568-B. "Commercial Building Telecommunications Cabling Standard" TIA, 2001
4. ANSI/TIA/EIA-569-A. "Commercial Building Standard for telecommunications Pathways and Spaces" TIA, 2001
5. ANSI/TIA/EIA-J-STD-607-A. "*Commercial Building Grounding (Earthing) and Bonding Requirements for Telecommunications*" TIA 2001
6. ANSI/TIA/EIA-606-A. "Administration Standard for the Telecommunications Infraestructure of Commercial Buildings" TIA 2002
7. PANDUIT  
"Planning Considerations for Data Center Facilities Systems" 2007  
URL: <http://www.panduit.com/groups/MPM-OP/documents/WhitePaper/108794.pdf>
8. ADC Telecommunications, Inc.  
"TIA-942: Data Center Standards Overview" 2006  
URL: [www.adc.com/Library/Literature/102264AE.pdf](http://www.adc.com/Library/Literature/102264AE.pdf)
9. CommScope, Inc.  
"Data Center Planning Guide" 2006.  
URL:  
[http://commscope.com/systimax/esp/support\\_document/brochures/\\_i\\_csFiles/afieldfile/2007/05/11/SMAXdatacenterBro\\_A4.pdf](http://commscope.com/systimax/esp/support_document/brochures/_i_csFiles/afieldfile/2007/05/11/SMAXdatacenterBro_A4.pdf)

10. MORRISON, Carlos. “Resumen del Estándar TIA-942” Systemax Solutions, 2006
11. TURNER, Tom. “Bonding and Grounding Strategies for the Telecommunications Room” Panduit, 2008. URL:  
<http://www.panduit.com/groups/Marketing-Corp/documents/Article/109851.pdf>
12. TURNER, Tom. “Solutions to Grounding and Bonding: Issues Confronting Network Designers” Bicsi News, 2007. URL:  
<http://www.panduit.com/groups/Marketing-Corp/documents/Article/108759.pdf>
13. HUGHES, David. “The importance of Grounding & Bonding within the Datacenter” BICSI, 2007. URL  
<http://www.bicsi.org/events/conferences/mea/2007/12%20Panduit%20-%20David%20Hughes.pdf>
14. PANDUIT.  
“Protecting Your Data Center Investment: When Data Center Performance and Reliability are on the Line” 2005.  
URL:  
[http://www.panduit.com/Support/Search/index.htm?Nu=P\\_RollupKey&Text=108794&Filter=All](http://www.panduit.com/Support/Search/index.htm?Nu=P_RollupKey&Text=108794&Filter=All)
15. FRIES, Todd. “ANSI/TIA/EIA-606-A Standard: More than just a label Standard, it’s a new way to complete”. Bicsi News, 2005. URL:  
[http://www.aline.co.nz/global/files/BICSI\\_News\\_09-2005.pdf](http://www.aline.co.nz/global/files/BICSI_News_09-2005.pdf)
16. AGUAS, Nancy. “Planos para el Cableado y Nodos de la red”. 2004.  
URL: [http://mx.share.geocities.com/nancy\\_aguas/cableadoe.pdf](http://mx.share.geocities.com/nancy_aguas/cableadoe.pdf)
17. BUDENSKI, D., MONTSTREAM, C.”10G-What you need to know about its impacto on future installations”. Bicsi, 2005. URL:  
<http://bicsi.org/Events/Conferences/Fall/2005/Budenski10GFuture.pdf>

18. ABRAHAM, J., LÓPEZ, V. "Metodología para diseños físicos de LAN". México: e-Gnosis, vol. 3
19. PEMEX. "Redes de Cableado Estructurado de Telecomunicaciones para Edificios Administrativos y Áreas Industriales". N°. de Documento: NRF-022-PEMEX-2004, 2004.
20. ADC Telecommunications, Inc.  
"Unshield Twisted Pair (UTP): Today's Technology for Tomorrow's Networks" 2007.  
URL: [www.adc.com/Library/Literature/105011AE.pdf](http://www.adc.com/Library/Literature/105011AE.pdf)
21. EL PRISMA.  
"Cableado Estructurado". 2008.  
URL: [http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria\\_de\\_sistemas/cableadoestructurado/default.asp](http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_de_sistemas/cableadoestructurado/default.asp)
22. CONNECTIVITY SOLUTIONS  
"Structured Cabling System Design Considerations". 2007.  
URL: <http://www.connsolutions.com/TIA.html>
23. WIKIPEDIA  
"Data Center". 2008.  
URL: [http://en.wikipedia.org/wiki/Data\\_center](http://en.wikipedia.org/wiki/Data_center)
24. ACADEMIC COMPUTER AND COMMUNICATIONS CENTER  
"Grounding and Bonding". 2006.  
URL: <http://tigger.cc.uic.edu/depts/accc/telecom/art8.html>
25. PROYECTO DEL DISTRITO ESCOLAR WASHINGTON.  
"Cableado Estructurado". 2002  
<http://www.ufps.edu.co/cisco/docs/washington/CABLEADO%20ESTRUCUTURADO%20II.htm>



## 26. PANDUIT

“System for Data Center Grounding: Data Center”

URL: <http://www.panduit.com/groups/MPM-NL/documents/FlashDemo/102244.html>

## 27. PANDUIT

“System for Data Center Grounding: Service Entrance”

URL: <http://www.panduit.com/groups/MPM-NL/documents/FlashDemo/102241.swf>

## 28. PANDUIT

“System for Data Center Grounding: Telecommunications Room”

URL: <http://www.panduit.com/groups/MPM-NL/documents/FlashDemo/102245.swf>

## 29. CABLING: INSTALLATION &amp; MAINTENANCE

“Grounding & bonding: Why you need to know the difference”. 2008.

URL:  
[http://cim.pennnet.com/display\\_article/212239/27/ARTCL/none/none/1/grounding-&-bonding:-Why-you-need-to-know-the-difference/](http://cim.pennnet.com/display_article/212239/27/ARTCL/none/none/1/grounding-&-bonding:-Why-you-need-to-know-the-difference/)

## 30. CABLOFIL

“Red de Masa”. 2008.

URL:  
<http://www.cablofil.es/content.aspx?page=120&section=13&language=14>

## 31. PROMELSA

URL: [http://promelsa.com.pe/total\\_linea.asp](http://promelsa.com.pe/total_linea.asp)

## 32. MIDSOUTH

URL: <http://www.midsouthcable.com/QMMesh.htm>

## 33. CABLEORGANIZER

URL: <http://cableorganizer.com/quest/>



## 34. NEWARK

URL:

<http://www.newark.com/jsp/search/browse.jsp;jsessionid=ZS1DTQIME RTB4CXDUY2W3PQ?N=0& requestid=7005>

## 35. CABLOFIL.

“CABLOFIL 2008”. Catálogo 2008.

URL: <http://www.cablofil.com.mx/MediaLibrary/guidePECO.pdf>

## 36. SYSTIMAX.

“2008 SYSTIMAX Solutions Entire Catalog”. Catálogo 2008.

URL:

[http://www.commscope.com/systimax/eng/support\\_document/catalogs/\\_icsFiles/afieldfile/2008/07/10/SMAX\\_catalog.pdf](http://www.commscope.com/systimax/eng/support_document/catalogs/_icsFiles/afieldfile/2008/07/10/SMAX_catalog.pdf)

## 37. QUEST.

“Gabinete Industrial y para exteriores –Modelo XPLUS”. 2008.

URL:

<http://www.questinter.com/fichas/XP%20Plus%2032%20X%2029.pdf>

## 38. PANDUIT.

“Structured Ground™ Kits for Data Center”. 2008.

URL: <http://www.panduit.com/groups/MPM-NL/documents/SelectionGuide/104525.pdf>

## 39. PANDUIT.

“Structured Ground™ System for Data Center Grounding”. Catálogo 2008

URL: [http://www.hiland.ru/files/PDF/Panduit\\_hiland\\_grounding.pdf](http://www.hiland.ru/files/PDF/Panduit_hiland_grounding.pdf)

## 40. MOREHOUSE COLLEGE TECHNICAL SUPPORT.

“What's All That Networking Stuff Called?”

URL: <http://support.morehouse.edu/whatis-network/>

## Anexos

### Anexo 1: Cálculo de cantidad de materiales a utilizar

Este anexo muestra cómo es que se determinaron las cantidades de diferentes materiales que se requerirán para la implementación del sistema de cableado estructurado y de puesta a tierra. Esto es necesario para poder saber el costo de la totalidad de materiales. Este anexo se encuentra contenido en el CD adjunto.

